



The Effect of Using Models in Transition from Arithmetic to Algebra: A Teaching Experiment[#]

Hüseyin Kabadas^{1,a}, Hayal Yavuz Mumcu^{2,b,*}

¹Department of Mathematics and Science Education, Ordu University, Ordu, Türkiye

²Faculty of Education, Ordu University, Ordu, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

Acknowledgment

[#] This study was presented as an oral presentation at the Turkbilmat-4 Symposium.

History

Received: 07/03/2022

Accepted: 03/11/2022



This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication.

Copyright © 2017 by Cumhuriyet University, Faculty of Education. All rights reserved.

ABSTRACT

The aim of this study is to reveal the effects of a teaching process using mathematical models on the transition processes of 6th grade students from arithmetic to algebra. In this context, the effect of model use activities on two different variables, namely learning level and learning permanence, was tried to be determined. In this study, mixed design was used in accordance with the structure of the research problem. The study group consists of a total of 29 students studying in two different 6th grades of a public school in Ordu in the second semester of the 2018-2019 academic year. 14 of these students were in the experimental group and 15 of them were in the control group. Convenience sampling method was used to determine the students. "Achievement Test (AT)" and "Student Opinion Form (SOF)" developed by the researchers were used as data collection tools in the study. According to the results obtained from the research, model use activities have significant and positive effects on the variables of learning level and permanence of learning.

Keywords: Transition from arithmetic to algebra, using models, teaching experiment, 6th grade students, mathematics education.

Aritmetikten Cebire Geçiş Süreçlerinde Model Kullanmanın Etkisi: Bir Öğretim Deneyi[#]

Bilgi

[#] Bu çalışma Turkbilmat-4 Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

*Sorumlu yazar

Süreç

Geliş: 07/03/2022

Kabul: 03/11/2022

Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Öz

Bu çalışmanın amacı, matematiksel modellerden yararlanılarak gerçekleştirilen bir öğretim sürecinin 6. sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçleri üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmaktır. Bu bağlamda model kullanma etkinliklerinin öğrenme düzeyi ve öğrenmenin kalıcılığı olmak üzere iki farklı değişken üzerindeki etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma probleminin yapısına uygun olarak bu çalışmada karma desenden yararlanılmıştır. Çalışma grubunu 2018-2019 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde Ordu ilinde yer alan bir devlet okulunun 6. sınıf düzeyindeki iki farklı şubesinde öğrenim görmekte olan toplam 29 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin 14'ü deney, 15'i ise kontrol grubunda yer almıştır. Sınıfların belirlenmesinde uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama araçları araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan "Başarı Testi (BT)" ve "Öğrenci Görüş Formu (ÖGF)" dir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, model kullanma etkinliklerinin öğrenme düzeyi ve öğrenmenin kalıcılığı değişkenleri üzerinde anlamlı düzeyde olumlu etkileri bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aritmetikten cebire geçiş, model kullanma, öğretim deneyi, 6.sınıf öğrencileri, matematik eğitimi.

^a huseyinkabadas@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-1679-6088>

^b hayalym52@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6720-509X>

Giriş

Matematik yapısı itibariyle soyut kavramlardan oluşmaktadır ve bu durum öğrencilerin matematik öğrenme süreçlerinde yaşadıkları engellerin temel nedenlerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Ramani ve Patadia, 2012). Özellikle ilkököl kademesinden ortaokula geçişte öğrenciler, öğrenilen kavramların daha soyut bir yapıya sahip olması nedeniyle zorlanmaktadır. İlkokulda aritmetik ağırlıklı bir müfredat çerçevesinde matematik öğrenen öğrenciler, ortaokulda yavaş yavaş daha soyut olan matematiksel kavramlarla karşılaşmaktadırlar. Aritmetik; sayıları, sayılar arası ilişkileri, sayılarda dört işlemi ve dört işleme dayalı diğer hesaplamaları içerirken (NCTM, 1991), öğrencilerin ancak ortaokul sıralarında tanışabildikleri cebir ise genelleştirilmiş aritmetik veya aritmetiği genelleştirmek için gerekli bir dil (Vance, 1998) olarak ifade edilebilir. Kieran (1992) cebiri, genel sayısal ilişkileri ve matematiksel yapılar için geçerli olan işlemleri sembolleştiren bir bilim olarak tanımlamaktadır. Öğrencilerin matematiksel durumları genellemesine, modellemesine ve analiz etmesine olanak sağlayan cebir, bilinmeyenler, formüller, örüntüler, yer tutucular ve ilişkiler olmak üzere beş ana bileşenden oluşmaktadır (Usiskin, 1997). Sözü edilen alanlarda başarılı olabilmek için bireylerin cebirsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda cebirsel düşünme ise; “fonksiyonları anlamayı, cebirsel sembolleri kullanarak matematiksel yapı ve durumları farklı şekillerde temsil ve analiz etmeyi, nicel ilişkileri temsil etmek ve anlamak için matematiksel modeller kullanmayı, gerçek yaşamla ilgili çeşitli durumlardaki değişimi analiz etmeyi” gerektirmektedir (NCTM, 2000, s.37).

Yapılan farklı çalışmaların (Akkan, Baki & Çakıroğlu, 2012; Dede, Yalın ve Argün, 2002; Graham ve Thomas, 2000; Kaya, 2017, Kieran, 1992; Lee, 1996; NCTM, 2008; Van Amerom, 2003; Yıldırım, 2000) sonuçlarına bağlı olarak öğrencilerin, aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde zorlandıkları ve cebir öğrenme süreçlerinde genel olarak farklı öğrenme güçlükleri yaşadıkları gözlenmektedir. Bu durumun gerekçeleri geçmişten günümüze kadar yapılan farklı bilimsel çalışmalarla araştırılmasına ve söz konusu güçlükleri gidermek adına çözüm yolları aranmış olmasına rağmen, günümüzde halen cebir öğrenme alanında yaşanan öğrenci güçlükleri devam etmektedir. Evirgen (2014) matematiğin farklı öğrenme alanları göz önüne alındığında öğrencilerin en çok cebir alanında zorlandıklarını ifade etmektedir. Cebir konularının en temel iki kavramı olan “değişken” ve “eşitlik” ise öğrencilerin anlamakta en fazla güçlük çektikleri iki farklı kavramdır. Bu durum, matematiğin dili olan cebirin anlaşılması ve kullanılmasındaki en büyük engellerden biri olarak kabul edilebilir. Zira “değişken” ve “eşitlik” kavramlarını tam olarak öğrenemeyen öğrenciler, farklı cebir konularını da anlama noktasında güçlük çekmektedirler.

Kieran (1992), Van Amerom (2002) ile Sfard ve Lincevski (1994) öğrencilerin cebirde yaşadıkları güçlüklerin nedenlerini; öğrencilerin cebiri sevmemeleri,

cebirin doğasını tam olarak anlayamamaları ve cebiri soyut yapısı itibariyle gerçek yaşamla ilişkilendiremeyişleri olarak ifade etmişlerdir. Durmuş (2004) söz konusu nedenleri öğrencilerin güdülenme eksikliği ve kavramların soyut yapısı ile açıklamışlardır. Dede, Yalın ve Argün (2002)’e göre ise bu nedenler; değişkenleri tam olarak kavrayamama ve buna bağlı olarak yorumlayamama ile farklı kullanımlarını ayırt edememe ve değişkenlerle işlem yapamama olarak belirtilmektedir. Farklı araştırmalarda cebir öğrenme süreçlerinde yaşanan zorlukların nedenleri farklı biçimlerde ifade edilmekle birlikte aslında tüm çalışmaların benzer noktalara vurgu yaptığı söylenebilir. Matematiğin dili olarak ifade edebileceğimiz cebirin öğrenimi, bu dilin bileşenlerinin öğrenimine bağlıdır. Dolayısıyla cebirin temel bileşenleri olan değişken ve sonrasında eşitlik kavramları, öğrencilerin matematiğin dilini öğrenmelerinde oldukça önemlidir. Farklı çalışmalarda ifade edilen durumlar söz konusu unsurların tamamen soyut bir yapıya sahip olması ve bu durumun da öğrencinin derse karşı tutumu ve güdülenme düzeyi ile ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır.

Cebir öğrenme alanında yaşanan zorlukların üstesinden gelmede kullanılacak öğretim yöntemleri büyük önem taşımaktadır. Zira Kaya (2015) derslerde kullanılan farklı öğretim yöntemlerinin öğrencilerin cebirsel düşünme becerisini anlamlı olarak ve yaşam boyu gelişimini sağladığını ifade etmektedir. Küçük yaşta çocuklar için pek çok soyut matematik kavramının anlaşılmasında fiziksel bilgi önemli bir rol oynar (Tunç, Durmuş & Akkaya, 2012). Dolayısıyla, öğrencilerin daha soyut olan cebir bilgisini kavramaları için fiziksel yaşantı içinde bulunmaları aritmetikten cebire geçiş kolaylaştırabilmektedir. Baykul (2009) cebir öğretiminde, soyut kavramların somutlaştırılabilmesi amacıyla model kullanmayı önermektedir ve bu modellerin cebirsel ifadelerin kavranmasının yanı sıra cebirsel ifadelerle işlem yapabilme ve özdeşlik kavramının öğrenimine de yardımcı olduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde Bukova Güzel (2016) cebirsel ifadelerin oluşturulmasında somut model olarak kullanabileceğimiz gerçek yaşam görsellerinden veya görselleştirmeden yararlanmanın konuyu kavramsallaştırmak ve öğrenci motivasyonunu artırarak nitelikli anlamaların gerçekleşmesi adına önemli olduğunu ifade etmektedir. Özellikle aritmetikten cebire geçiş yaparken somut model kullanımı, öğrencileri akıl yürütme konusunda cesaretlendirerek kendi çözümlerine ulaşma noktasında onlara fırsat sağlayacaktır (Çelik, 2019). Dolayısıyla bu araştırmada da model kullanma etkinliklerinin öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş basamağındaki öğrenme ortamlarına entegre edilmesi yoluyla öğrenme ile ilgili bazı değişkenler üzerindeki etkiler gözlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonuçlarının alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Zira bu yolla ülkemizde cebir öğretiminde yaşanan engellerin önüne geçilmesi için başvurulabilecek öğretim yöntemlerinin neler olabileceği hususunda tüm eğitimcilere ışık tutulacağı düşünülmektedir. Alan yazında benzer farklı çalışmalar olmakla birlikte, bu çalışmanın özgün yönü

sadece 6.sınıf kazanımlarına odaklanması ve aritmetikten cebire geçiş sürecini mercek altına almasıdır. Çalışma kapsamında hedeflenen matematiksel modellerin öğrencilerin somut düşünceden soyut düşünceye geçiş süreçlerindeki etkilerini ortaya çıkarmaktır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı 6. sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanmanın, öğrenme düzeyi ve öğrenmenin kalıcılığı üzerindeki etkilerini araştırmak ve model kullanma etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmaktır. Araştırma problemi ise; "6. sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanmanın, öğrenme düzeyi ve öğrenmenin kalıcılığı üzerinde anlamlı etkileri var mıdır?" olarak ifade edilebilir. Çalışma kapsamında yanıt aranacak alt problemler aşağıdaki gibidir.

1. Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile müfredata uygun öğretimin gerçekleştiği kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2. Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile müfredata uygun öğretimin gerçekleştiği kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçları anlamlı bir fark var mıdır?

3. Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin ön test sonuçları ile son test sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

4. Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde müfredata uygun öğretimin gerçekleştiği kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları ile son test sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5. Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin son test sonuçları ile kalıcılık testi sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

6. Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde müfredata uygun öğretimin gerçekleştiği kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçları ile kalıcılık testi sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

7. Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin kullanımı ile ilgili olarak öğrenci görüşleri nelerdir?

Yöntem

Bu araştırmada nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanılması yoluyla olayları bir çerçeve içerisinde sunmaya olanak sağlayan karma desenden yararlanılmıştır (Gökçek, 2019). Bu tercihin nedenleri; araştırma sonuçlarına yönelik olarak üçgenleme yoluyla birbirine yakın ya da tutarlı sonuçların varlığını test etme ve elde edilen bulguların detaylandırılarak daha geniş bir çerçevede sunulmasını sağlamak olarak iki farklı gerekçe ile açıklanabilir. Çalışma kapsamında karma desen tasarımlarından sıralı dönüşümsel tasarım kullanılmıştır. Buna göre nicel veri önceden toplanıp analiz edildikten sonra nitel veriler alınabilir veya araştırmacının önceliği

veya ihtiyacına bağlı olarak bu durum tersine çevrilebilir. Öncelik veri türlerinden herhangi birine verilmekle birlikte her iki veri türü de eşit öneme sahip olabilir. Veri analizi genelde tartışma ve yorumlama ve tartışma bölümlerinde birleştirilir. Mevcut çalışma için bu tasarım; çalışılan olguyu daha iyi anlamayı sağladığı için tercih edilmiştir (Creswell, 2003; akt. Gökçek, 2009).

Bu araştırmanın nicel boyutunda deneysel araştırma yönteminden, nitel boyutunda ise durum çalışması yönteminden yararlanılmıştır. Dolayısıyla çalışmanın birbirini izleyen iki farklı aşamada yürütüldüğü söylenebilir. Birinci aşamada yürütülen nicel çalışma, ön test-son test eşitlenmemiş kontrol gruplu yarı deneysel desene sahiptir. Bu aşamada deney ve kontrol grubu olmak üzere iki farklı grup ve ön test-son test uygulamaları üzerinden süreç yürütüldüğünden ötürü ön test-son test kontrol gruplu modelin kullanıldığı söylenebilir. Söz konusu grupların eşitliği ön test sonuçları ile sağlanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise bir durumu meydana getiren ayrıntıları tanımlamak ve görmek, bir duruma ilişkin olası açıklamaları geliştirmek ve bir durumu değerlendirmek amacıyla (Gall, Gall & Borg, 2007) durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında oluşturulan araştırma problemine hem nicel hem de nitel verilerin bir arada kullanılması yoluyla daha güçlü ve geçerli yanıtların oluşturulması amacıyla sözü edilen farklı aşamalardan yararlanılmıştır.

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın nicel bölümünde yer alan çalışma grubunu 2018-2019 eğitim-öğretim yılı 2. döneminde Karadeniz bölgesinde yer alan bir devlet okulunun 6. sınıf düzeyindeki iki farklı şubesinde öğrenim görmekte olan toplam 29 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin 14'ü deney, 15'i ise kontrol grubunda yer almıştır. Bu öğrencilerin seçilmesinde olasılığa dayalı olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminde zaman, para, konum gibi koşullara bağlı olarak elverişlilik durumlarına uygun olacak şekilde örneklem seçilmektedir. Bu araştırma da benzer şekilde araştırmacının kendi öğrencileri ile yürütüldüğünden ötürü söz konusu yöntem tercih edilmiştir.

Çalışmanın nitel bölümünde ise deney grubunda yer alan 14 öğrenci ile çalışılmıştır. Buradaki öğrencilerin seçilmesinde ise amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleminin kullanıldığı söylenebilir. Çalışmanın nitel bölümünün yürütülmesindeki amaç, öğrencilerin cebir öğrenme süreçlerinde model kullanma etkinlikleri ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak olduğundan dolayı bu aşamada yer alan öğrenciler deney grubundaki öğrencilerden oluşmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmanın veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan Başarı Testi (BT) ve Öğrenci Görüş Formu (ÖGF) kullanılmıştır.

Başarı Testi (BT). Başarı testinin hazırlanmasında öğretim programında yer alan üç temel kazanım ve bunların alt kazanımları belirleyici olmuştur. Oluşturulan testte kazanımlara yönelik 32 soru, bunların dışında karma sorular başlığı altında 10 soru olmak üzere toplamda 42 soru yer almıştır. Karma sorular ders kitabında yer alan konu değerlendirme sorularından seçilmiştir. Bu sorular diğer sorulardan farklı olarak, alıştırmaya tipinde olmayan, problem türünden sorular ile öğrencilerin muhtemel yanlışlarını ölçmeye yönelik sorulardan oluşmaktadır. Bu soruların oluşturulmasında MEB tarafından önerilen matematik ders kitabı kullanılmıştır. Buna göre Başarı Testi'nde yer alan soruların dağılımı Çizelge 1'deki gibidir.

Başarı Testi'nin geçerliliğine yönelik olarak cebir öğretimi alanında çalışmakta olan iki matematik eğitimcisinin uzman görüşlerine başvurulmuş, buna göre teste son hâli verilmiştir. Başarı Testi'nin güvenilirliğine yönelik olarak ise

pilot çalışma ile güvenilirlik analizi yapılmıştır. Pilot çalışmada aynı okulun farklı şubelerinde öğrenim görmekte olan 27 öğrenci ile çalışılmıştır. Bu öğrenciler 6.sınıf seviyesinde öğrenim görmektedir. Yapılan güvenilirlik analizi sonucunda Kuder Richardson-20 güvenilirlik katsayısı .78 olarak hesaplanmıştır. Bu durum testin güvenilirliğinin yeterli düzeyde olduğunun bir göstergesidir (Büyüköztürk, 2018).

Öğrenci Görüş Formu (ÖGF). Öğrenci Görüş Formu'nda öğrencilerin model kullanma etkinliklerine yönelik görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan 4 adet açık uçlu soru yer almıştır. Bu sorular şu şekildedir: (1) Cebirsel ifadeler konusunda sizlere uygulanan model kullanma etkinlikleri ile ilgili genel düşünceleriniz nelerdir? (2) Model kullanma etkinliklerinin, dersi (konuyu) öğrenmeniz üzerinde varsa olumlu veya olumsuz etkileri nelerdir?

Çizelge 1. Başarı Testi'nde yer alan soruların dağılımı

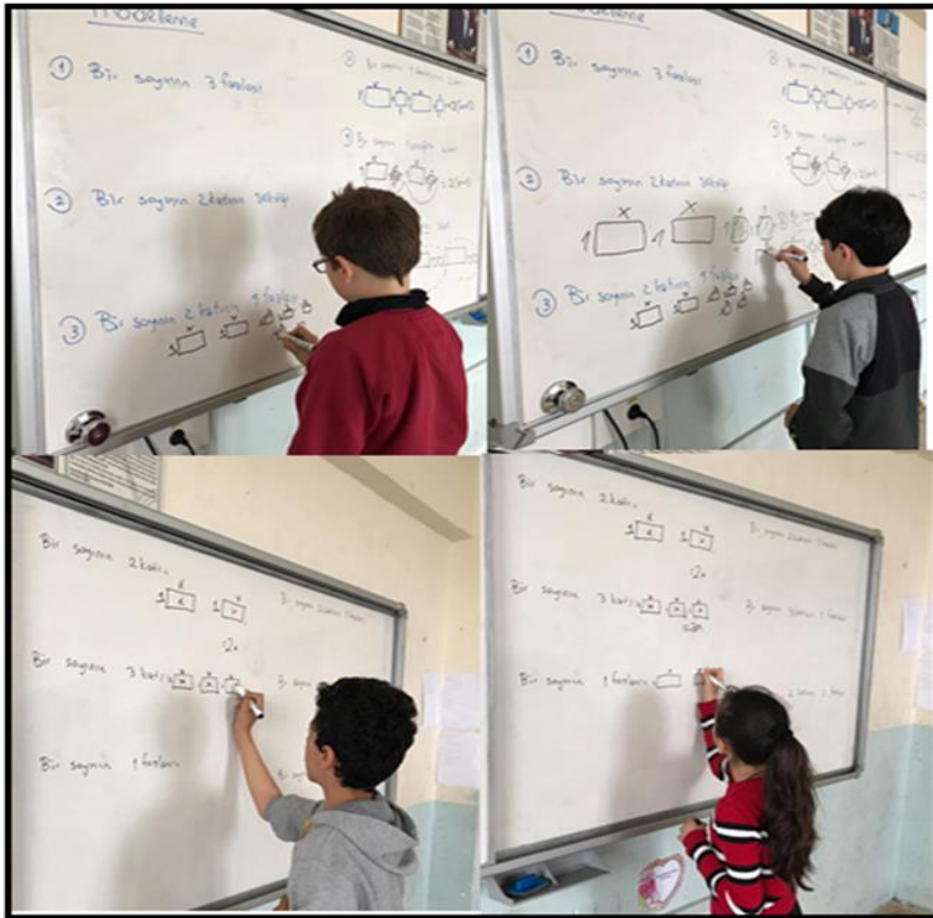
Kazanım	Örnek Sorular	Toplam Soru sayısı							
Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade	A. Aşağıdaki tabloyu ilk örnekten yardım alarak doldurunuz.	12							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sözel ifade</th> <th>Değişkeni belirleme</th> <th>Cebirsel ifade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) Bir sayının 2 fazlası</td> <td>x</td> <td>x+2</td> </tr> <tr> <td>2) Bir sayının 3 eksiği</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Sözel ifade	Değişkeni belirleme	Cebirsel ifade	1) Bir sayının 2 fazlası	x	x+2	2) Bir sayının 3 eksiği
Sözel ifade	Değişkeni belirleme	Cebirsel ifade							
1) Bir sayının 2 fazlası	x	x+2							
2) Bir sayının 3 eksiği									
Alt Kazanım: En az bir değişken ve işlem içeren ifadelerin "cebirsel ifadeler" olduğu vurgulanır.	C. Aşağıdaki ifadelerden cebirsel ifade olanları ve olmayanları nedeni ile ifade ediniz.	5							
Verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazar	B. Aşağıdaki tabloyu ilk örnekten yardım alarak doldurunuz.	10							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cebirsel ifade</th> <th>Sözel ifade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) x+1</td> <td>Bir sayının 1 fazlası</td> </tr> <tr> <td>2) x-2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Cebirsel ifade	Sözel ifade	1) x+1	Bir sayının 1 fazlası	2) x-2		
Cebirsel ifade	Sözel ifade								
1) x+1	Bir sayının 1 fazlası								
2) x-2									
Cebirsel ifadenin değerini değişkenin alacağı farklı doğal sayı değerleri için hesaplar	D. Aşağıdaki tabloyu ilk örnekten yardım alarak doldurunuz.	5							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cebirsel ifade</th> <th>Değişkenin alacağı değer</th> <th>Cebirsel ifadenin sonucu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x+5</td> <td>X=4 için X=2 için</td> <td>X=4 için 4+5=9 X=2 için 2+5=7</td> </tr> <tr> <td>2x</td> <td>X=0 için X=5 için</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Cebirsel ifade	Değişkenin alacağı değer	Cebirsel ifadenin sonucu	x+5	X=4 için X=2 için	X=4 için 4+5=9 X=2 için 2+5=7	2x
Cebirsel ifade	Değişkenin alacağı değer	Cebirsel ifadenin sonucu							
x+5	X=4 için X=2 için	X=4 için 4+5=9 X=2 için 2+5=7							
2x	X=0 için X=5 için								
Toplam		32							
Karma Sorular	E. Aşağıdaki ifadelerin başındaki kutucuklara ifadelerin doğru olduğunu düşünüyorsanız D, yanlış olduğunu düşünüyorsanız ise Y koyunuz.	10							
	Tanesi (2x+1) lira olan kalemlerden 10 tane alınırsa 21 lira ödenir.								
	Bir sayının 3 fazlasının 2 katı x+3.2 olarak ifade edilir.								
	$\frac{x}{2} + \frac{4}{2} = \frac{5x}{2}$ dir.								
Genel Toplam		42							

(3) Öğretmeninizin kullandığı matematiksel modeller en çok hangi tür soruları daha iyi anlamınıza ve doğru olarak çözenize yardımcı oldu? Sebebi ile ifade ediniz. (4) Öğretmeninizin model kullanma etkinliklerini matematiğin diğer konularında da kullanmasını ister misiniz? Sebebi ile ifade ediniz. Bu sorular hazırlanırken çalışmanın amacına hizmet etmesine, öğrenciler tarafından anlaşılabilir olmasına ve yönlendirici ifadeler içermemesine dikkat edilmiştir. Bununla birlikte soruların geçerliğine yönelik olarak ölçme ve değerlendirme ve dil uzmanı iki öğretim üyesinin görüşlerinden yararlanılmıştır. Alınan dönütler neticesinde sorulara son hali verilmiştir. ÖGF deney grubunda yer alan öğrencilere deneysel müdahale sonrasında uygulanmıştır. Uygulama esnasında tüm öğrencilerin sorulara yanıt vermesi sağlanmaya çalışılmış, dönütlere rağmen boş bırakılan yanıtlar değerlendirmeye alınmamıştır.

Uygulama Süreci

Bu çalışmanın deneysel sürecinde grupların denklığı, iki sınıfın matematik dersi not ortalamaları ile ön test (BT) sonuçları kullanılarak sağlanmaya çalışılmıştır.

Öğrencilerin matematik dersi not ortalamaları ve ön test sonuçlarının benzer düzeyde olması, deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin konu ile ilgili ön öğrenmelerinin farklı düzeyde olmadığını tespit edilmesi, bununla birlikte öğrenci performansı değişkeninin deneysel müdahalenin etkisinin doğru biçimde gözlenmesini engellememesi anlamında önemlidir. Bu nedenle çalışma sürecinde öncelikli olarak grupların denklığı sağlanmaya çalışılmış, bundan sonra ise araştırmacı öğretmen deney grubundaki ilgili dersleri yürütürken, farklı bir öğretmen ise aynı süreci kontrol grubu üzerinde yürütmeye başlamıştır. Çalışmada yer alan deney ve kontrol gruplarına aynı öğretmenin ders vermesi ile, öğreticinin farkına varmadan taraflı davranabileceği (Deneyci yanlılığı-Kocakaya, 2012) düşünülmüş ve bu durum çalışma sonuçlarına etki edebilecek bir dışsal değişken olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sürecini kendi öğretmenleri ile yürütmeleri sağlanmıştır. Bununla birlikte kontrol grubunda yapılan her dersin sonrasında, öğretmen ve öğrenciler ile görüşmeler yapılmış ve derslerde yapılan uygulamaların müfredata uygun ve ders kitabı ile sınırlı uygulamalar olduğu gözlenmiştir.



Resim 1. Deney grubunda uygulanan model kullanma etkinlikleri

Çalışmanın uygulama sürecinde, deney grubundaki öğrencilerle, araştırmacı öğretmen tarafından oluşturulan model kullanma etkinlikleri ağırlıklı olarak kullanılırken, kontrol grubundaki öğrencilerle ise müfredat ve ders kitabına bağlı öğretim gerçekleştirilmiştir. Matematik öğretim programı ve MEB tarafından kullanılması önerilen ders kitapları incelendiğinde, 6.sınıf cebir öğrenme alanında matematiksel modellerin kullanılmasının önerildiği görülmektedir. Bununla birlikte bu modellerin derslere nasıl entegre edileceği tamamen öğretmene bağlıdır. Bu çalışma kapsamında araştırmacı öğretmen deneysel müdahale sürecinde öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde yaşamış oldukları matematiksel soyutlama süreçlerini kolaylaştırmaya çalışmış, bu bağlamda özellikle değişken kavramının öğrenci zihninde anlam kazanması ve diğer kavramlarla doğru biçimde ilişkilendirilmesi amacıyla etkinlik planları hazırlayarak uygulamıştır. Söz konusu etkinliklerde ilk hafta grup çalışması yoluyla öğrenciler hedef davranışlara yönlendirilirken, ikinci hafta ağırlıklı olarak bireysel çalışma yaprakları kullanılmıştır. Deney grubu ile yürüttüğü bu derslerde araştırmacı öğretmen toplamda 7 farklı etkinliğe derslerinde yer vermiştir. Bu çalışma deney ve kontrol grubundaki dersleri farklı öğretmenler yürütmüş, her iki grup içinde söz konusu süreç toplamda 2 hafta sürmüştür.

Kontrol grubu ile yürütülen derslerde ise öğretmen, öğretim programında yer alan kazanımlara ve ders kitabına bağlı olarak derslerini işlemiş, ders sürecinde matematiksel modelleri daha çok kendisi kullanarak kural temelli bir öğretime odaklanmıştır. Süreç sonunda her iki grupta yer alan öğrencilere son test (BT) uygulanmış ve model kullanmanın öğrenme üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Son testin uygulanmasından 4 hafta sonra ise başarı testi (BT) her iki grupta yer alan öğrencilere kalıcılık testi olarak uygulanmış ve elde edilen sonuçlar çalışmanın hedefleri doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Verilerin Analizi

Çalışmadan elde edilen verilerin niteliğine göre analiz süreçleri farklı yöntemlerle yürütülmüştür. Buna göre nicel veriler kullanılarak yapılan ön test, son test ve kalıcılık puanlarının karşılaştırılmasında parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ve Mann-Whitney-U testlerinden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında parametrik olmayan testlerin kullanılmasındaki gerekçe şu şekilde izah edilebilir. Bu çalışma araştırmacı öğretmenin kendi öğrencileri ile yürüttüğü bir çalışmadır ve bu kapsamda öğrenci sayısı sözü edilen öğrencilerle sınırlıdır. Toplamda 29 öğrenci ile

çalışılması araştırmacıları, Kalaycı'nın (2008) da önerdiği gibi parametrik yerine nonparametrik (parametrik olmayan) testlerin kullanımına yöneltmiştir. Zira ilgili çalışmada çok küçük örneklem ile yürütülen çalışmalarda parametrik olmayan testlerin tercih edilmesi önerilmektedir. Bunun yanında yapılan analizler neticesinde ilgili örneklem grubuna ait verilerin normallik koşullarını sağlamadığı ($p < .05$) Shapiro-Wilk testi ile gözlenmiştir. Bu nedenle çalışma kapsamında parametrik olmayan testlerden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında model kullanma etkinliklerinin deney grubunda yer alan öğrencilerin cebir öğrenme düzeyleri üzerindeki etki düzeyini hesaplamak için "r etki büyüklüğü istatistiği" kullanılmıştır. Buna göre işaretine bakılmaksızın $r > .5$ değeri büyük etki büyüklüğünü, $r > .3$ orta etki büyüklüğünü, $r > .1$ küçük etki büyüklüğünü göstermektedir. Etki büyüklüğü " $r = z/\sqrt{n}$ " formülü ile hesaplanmıştır (Field, 2005: 32).

Çalışmada kullanılan ÖGF'den elde edilen nitel verilerin analizinde ise içerik analizinden yararlanılmış ve öğrencilerin ÖGF'de yer alan sorulara verdikleri yanıtlar belirli kategoriler altında kodlanarak frekans (f) değerleri ile ifade edilmiştir. Öğrenci ifadelerinde kullanılan frekans değerleri, ilgili ifadelerin kullanılma sıklığını göstermektedir. Zira bu bölümde herhangi bir ifadenin birden fazla öğrenci tarafından kullanılmış olması durumu söz konusudur. Bu nedenle bu bölümde yüzde değerleri hesaplanmamış ve bulgularda yer almamıştır.

Bulgular

Birinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Bu çalışmada parametrik olmayan testlerden yararlanıldığı ve bu testler sonucunda ortalama puanlar yerine grupların sıra ortalamaları ve sıra toplamları hesaplandığı için, bu bölümde öncelikle deney ve kontrol gruplarının ön-test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanlarına yer verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarının birbirine oldukça yakın olduğu, son test sonuçlarının ise daha uzak değerler aldığı görülmektedir.

Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile müfredata uygun öğretimin gerçekleştiği kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının tespitine yönelik yapılan Mann-Whitney-U testi sonuçları Çizelge 3'te yer almaktadır. Çizelge 2'de yer alan veriler her iki grupta yer alan öğrencilerin cebir öğrenme alanında yer alan kazanımlarla ilgili süreç öncesinde çok az bilgi ve beceriye sahip olduklarını göstermektedir.

Çizelge 2. Deney ve kontrol gruplarının ön test, son test ve kalıcılık testi sonuçları

	Ön test	ss	Son test	ss	Kalıcılık	ss
Deney Grubu	14.50	3.77	24.21	4.75	24.14	5.61
Kontrol Grubu	14.35	3.73	20.40	4.43	23.20	8.12

Çizelge 3. Deney ve kontrol grubunun ön test sonuçlarına ilişkin Mann Whitney-U testi sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	u	P
Deney	14	15.39	215.50	99.50	.809
Kontrol	15	14.63	219.50		

Bununla birlikte kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ön test sıra ortalamalarının deney grubundaki öğrencilere nazaran daha yüksek olduğu fakat bu farklılığın anlamlı düzeyde olmadığı ($U=99.50$, $p>.05$) tespit edilmiştir. Dolayısıyla, grupların cebir öğrenme alanına ilişkin ön öğrenmelerinin süreç öncesinde birbirine denk olduğu söylenebilir.

İkinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile müfredata uygun öğretimin gerçekleştiği kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçları anlamlı bir fark olup olmadığına ilişkin yapılan Mann Whitney-U testi sonuçları Çizelge 4'te yer almaktadır. Çizelge 4 incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son test puanları arasında, deney grubu lehine manidar düzeyde bir farklılığın olduğu görülmektedir ($U=57.500$, $p<.005$). Deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamalarının, kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla deney grubundaki öğrencilerin son testte, kontrol grubundaki öğrencilere nazaran daha başarılı oldukları söylenebilir. Bu bulgular, model kullanma etkinliklerinin öğrencilerin cebir öğrenme düzeyleri üzerinde müfredata dayalı öğretime nazaran daha büyük ve olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Üçüncü Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin ön test sonuçları ile son test sonuçları arasında anlamlı bir

fark olup olmadığının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen ilişkili ölçümler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Çizelge 5'te yer almaktadır. Çizelge 5'te yer alan verilere göre deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($Z=-3.173$, $p<.05$, $r=-0.84$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları göz önüne alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehine olduğu görülmektedir. Hesaplanan etki değeri de göz önüne alındığında, model kullanma etkinliklerinin deney grubu öğrencilerinin cebir öğrenme düzeyleri üzerinde anlamlı, pozitif ve büyük ölçüde bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Dördüncü Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde müfredata uygun öğretimin gerçekleştiği kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçları ile son test sonuçları arasındaki farkın anlamlılığının tespitine yönelik olarak gerçekleştirilen ilişkili ölçümler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Çizelge 6'da yer almaktadır. Çizelge 6'da yer alan verilere göre kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test sonuçları arasında son test lehine anlamlı farklılıklar olduğu gözlenmiştir ($Z=-2.977$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları göz önüne alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehine olduğu söylenebilir. Hesaplanan etki değeri de göz önüne alındığında, müfredata ve ders kitabına bağlı yapılan öğretimin, kontrol grubu öğrencilerinin cebir öğrenme düzeyleri üzerinde anlamlı, pozitif ve büyük ölçüde bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Deney ve kontrol grubunun son test sonuçlarına ilişkin Mann Whitney-U testi sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	14	18.39	257.50	57.500	.038
Kontrol	15	11.83	177.50		

Çizelge 5. Deney grubunun ön test-son test sonuçlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	r
Negatif Sıra	1	2	2	-3.173*	.002	.84
Pozitif Sıra	13	7.92	103			

*Negatif sıralar temeline dayalı

Çizelge 6. Kontrol grubunun ön test-son test sonuçlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P	r
Negatif Sıra	1	3.00	3.00	-2.977*	.003	.76
Pozitif Sıra	12	7.33	88.00			
Eşit	2					

*Negatif sıralar temeline dayalı

Beşinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Model kullanma etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin son test sonuçları ile kalıcılık testi

sonuçları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının tespitine yönelik yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Çizelge 7’de yer almaktadır.

Çizelge 7. Deney grubunun son test ve kalıcılık testi sonuçlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif Sıra	7	6.21	43.50	-.140*	.889
Pozitif Sıra	6	7.92	47.50		
Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Çizelge 8. Kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi sonuçlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif Sıra	9	8.44	76.00	-1.477*	.140
Pozitif Sıra	5	5.80	29.00		
Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Çizelge 9. ÖGF’den elde edilen bulgular

Sorular	Kategoriler	Öğrenci ifadeleri	f
Cebirsel ifadeler konusunda sizlere uygulanan model kullanma etkinlikleri ile ilgili genel düşünceleriniz nelerdir? İfade ediniz.	Olumlu İfadeler	❖ Konuyu basitleştirdi.	7
		❖ Daha net anlamamızı sağladı, daha iyi anladım.	4
		❖ Bence çok iyi oldu.	1
		❖ Daha akılda kalıcı hale getirdi.	1
		Toplam Frekans	13
	Olumsuz İfadeler	❖ Daha çok kafa karıştırdı.	2
	Toplam Frekans	2	
Model kullanma etkinliklerinin, dersi (konuyu) öğrenmeniz üzerinde olumlu veya olumsuz etkileri nelerdir?	Olumlu İfadeler	❖ Olumlu etkisi oldu.	9
		❖ Konuyu daha kolay yaptı.	4
		❖ Modelleyerek daha iyi anladım.	3
		❖ Daha akılda kalıcı oldu.	1
		❖ Problem çözmeyi kolaylaştırdı.	1
	Toplam Frekans	18	
Olumsuz İfadeler	❖ Modeller beni zorladı.	1	
	❖ Olumsuz etkisi oldu.	1	
	❖ Anlamadığım noktalar oldu.	1	
	Toplam Frekans	3	
Öğretmeninizin kullandığı matematiksel modeller en çok hangi tür soruları daha iyi anlamanıza ve doğru olarak çözenize yardımcı oldu? Sebebi ile ifade ediniz.	Olumlu İfadeler	❖ Tüm soru tarzlarında etkili oldu.	5
		❖ Parantezli işlemlerde etkili oldu.	3
		❖ Zorlandığım sorularda etkili oldu.	2
		❖ Çarpma ve bölme işlemlerinde etkili oldu.	1
		Toplam Frekans	11
	Olumsuz İfadeler	❖ Genel olarak beni zorladı.	2
	Toplam Frekans	2	
Öğretmeninizin model kullanma etkinliklerini matematiğin diğer konularında da kullanmasını ister misiniz? Sebebi ile açıklayınız.	Olumlu İfadeler	❖ İsterim çünkü modelleme daha kolay oluyor/anlamamızı sağlıyor.	6
		❖ Evet isterim zorlandığım noktalarda kolay çözüm sağlayabilir.	2
		❖ İsterim benim için etkili oldu.	1
		❖ İsterim sınavlarda daha rahat yaparız.	1
		Toplam Frekans	10
	Olumsuz İfadeler	❖ İstemiyorum.	2
	❖ Cebirsel ifadede istemiyorum.	1	
	Toplam Frekans	3	

Çizelge 7'de yer alan verilere göre deney grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi sonuçları arasında anlamlı farklılıklar olmadığı gözlenmiştir ($Z=-.140$, $p>.05$). Bu durum model kullanma etkinliklerine dayalı öğretim yapılan sınıftaki öğrencilerin, aritmetikten cebire geçiş sürecinde öğrendikleri bilgilerin unutulmadığının, bir başka deyişle kalıcı olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir.

Altıncı Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde müfredata dayalı öğretimin gerçekleştirildiği kontrol grubu öğrencilerinin son test sonuçları ile kalıcılık testi sonuçları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının tespitine yönelik yapılan Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi sonuçları Çizelge 8'de yer almaktadır. Çizelge 8'de yer alan verilere göre kontrol grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi sonuçları arasında anlamlı farklılıklar olmadığı gözlenmiştir ($Z=-1.477$, $p>.05$). Bu durum müfredata dayalı öğretim yapılan sınıftaki öğrencilerin, aritmetikten cebire geçiş sürecinde öğrendikleri bilgilerin unutulmadığının, bir başka deyişle kalıcı olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir.

Yedinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin kullanımı ile ilgili olarak öğrenci görüşlerinin tespitine yönelik olarak yapılan içerik analizi sonrasında ortaya çıkan bulgular Çizelge 9'daki gibidir. Çizelge 9'daki bulgular incelendiğinde ÖGF'de yer alan her soru için öğrencilerin model kullanma etkinlikleri ile ilgili olarak genel olarak olumlu ifadeler kullandıkları görülmektedir. Olumlu görüş bildiren öğrenci ifadeleri incelendiğinde genel olarak bu öğrencilerin, model kullanma etkinliklerinin dersi kolaylaştırarak daha iyi anlamalarını sağladığını ifade ettikleri görülmektedir. Söz konusu öğrenciler, model kullanma etkinliklerinin parantez içeren ve/veya kendileri için zor olan sorular dâhil tüm soruları çözmelerine yardımcı olduğunu belirtmekle birlikte, bu etkinliklerin cebir öğrenme alanı dışında diğer matematik konularında da kullanılmasını istediklerini ifade etmişlerdir. Model kullanma etkinlikleri ile ilgili kullanılan olumsuz ifadelerin frekansı oldukça düşük olmakla birlikte ilgili ifadeler incelendiğinde bu öğrencilerin model kullanma etkinliklerinde zorlandıklarını ve bu nedenle bu etkinliklerin diğer konuların öğretiminde kullanılmasını istemediklerini ifade ettikleri görülmüştür.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde model kullanma etkinliklerinin öğrenme düzeyi ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, söz konusu etkinliklerin deney grubu öğrencileri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu etkinin doğru tanımlanması adına yapılan karşılaştırmada, deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının deney

grubu lehine farklılaşması, bu etkinliklerin geleneksel öğretime nazaran model kullanma etkinliklerinin uygulandığı sınıfta yer alan öğrenciler üzerinde daha güçlü ve olumlu etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Bu grupta yer alan öğrenciler, diğer gruba nazaran hedeflenen kazanımlara daha fazla oranda ulaşmışlardır. Bununla birlikte yapılan analizler bu öğrencilerde gerçekleşen öğrenmenin diğer gruba nazaran daha kalıcı olduğunu göstermiştir. Çalışmada kullanılan öğrenci görüş formundan elde edilen bulgular doğrultusunda deney grubunda yer alan öğrencilerin çoğunluğunun model kullanma etkinliklerini faydalı buldukları görülmüştür. Bu öğrenciler genel olarak model kullanılarak yapılan öğretim süreçlerinin konuyu kolaylaştırarak daha iyi anlamalarını sağladığını ve matematiksel modellerin farklı konuların öğretiminde de kullanılmasına olumlu baktıklarını dile getirmişlerdir.

Alan yazın incelendiğinde öğrencilerin cebir öğrenme süreçlerinde genelde zorlandıkları görülmektedir. Bu sürecin başlangıcı olarak nitelendirilebilecek olan aritmetikten cebire geçiş süreçleri ise cebirde yaşanan öğrenme güçlüklerinin başlangıç noktası olarak görülebilir. Geçiş basamağında zorlanan ve kavramları tam olarak öğrenemeyen öğrenciler, ilerleyen yıllarda da sahip oldukları öğrenme eksiklerine bağlı olarak cebirin diğer konularını anlamakta sıkıntı yaşamaktadırlar. Aritmetikten cebire geçiş basamağında yaşanan bu güçlüklerin temel nedenlerinden birisi olarak öğretim yöntemleri düşünülmektedir. Zira (Sandalcı, 2013; Türksever, 2019) kullanılan farklı yöntem ve stratejilerin öğrencilerin cebirdeki başarısında oldukça önemli olduğunu ifade etmektedirler.

Ülkemizde cebir konuları ortaokul seviyesinde öğrencilere ilk olarak 5. sınıfta verilmektedir ve yürütülen öğretim süreçlerinde kural temelli bir yaklaşım izlenmektedir. Buna göre öğrencilere, toplamadan önce çarpma yapılması, parantezli işlemlerde öncelikle parantez içlerinin hesaplanması, benzer terimlerin işleme sokulması gibi kurallar öncelikle verilmekte, bu ekseninde yürütülen öğretimin basamakları ilerledikçe öğrenciden bilgiyi yapılandırması beklenmektedir (Çelik, 2019). Bu şekilde yapılan bir öğretim öğrencilerin kavramsal anlayıştan yoksun kalmalarına, işlemlerin ve yürütülen süreçlerin altında yatan nedenleri anlamamalarına ve hatta sorgulamalarına neden olmaktadır. Bu araştırma bağlamında düşünüldüğünde kural temelli öğretim özellikle öğrencilerin cebirin dili olan ve başlangıç noktası olarak kabul edilebilecek olan değişkenleri anlayamamalarına ve buna bağlı olarak farklı cebirsel sembollerini değişkenlerle birlikte kullanmakta güçlük çekmelerine neden olmaktadır. Sembollere ve değişkenlere anlam veremeyen bir öğrenci, ilerleyen süreçlerde bu kavramları doğru biçimde kullanamamakta ve buna bağlı olarak cebir öğrenme süreçlerinde başarısız olmaktadır. Dolayısıyla söylenebilir ki, burada başlangıç noktası cebirin dili olan değişken ve sembollerdir.

Değişken kavramı her seviyede matematiğin temel yapı taşlarından biridir (Philipp, 1992; akt, Güreffe, 2019).

Çünkü öğrenciler matematiksel çalışma süreçlerinde değişkenleri kullanırlar. Sembolik bir dili meydana getiren bu unsurlar soyut olması nedeniyle öğrenciler tarafından kavramsal zeminde tam olarak anlaşılammakta ve buna bağlı olarak farklı öğrenme güçlükleri ve kavram yanılgıları ortaya çıkmaktadır. Değişkenler matematiksel çalışmalarda bilinmeyen değerler ya da değişen nicelikler olarak iki farklı yolla kullanılmaktadırlar (Van de Walle, Karp & Bay-Williams, 2013). Burada ifade edilen farklı kullanım durumları öğrencilerin değişken kavramını anlamakta yaşadıkları güçlüklerin nedenlerinden biri olarak gösterilebilir. İşte tam bu noktada yapılacak öğrenci odaklı uygulama ve etkinlikler değişken kavramının öğrencinin zihninde daha somut bir hale gelerek kolay anlaşılmasını sağlayabilir. Aritmetikten cebire geçiş sürecinde öğrenci için tamamen soyut bir nesne olan değişken, modeller yardımıyla daha somut bir nesnenin (geometrik bir şekil, somut bir materyal vb.) yerine geçecek, böylece bilişsel boyutla birlikte duyuşsal boyutta da öğrenci için daha istendik durumlar söz konusu olabilecektir. Söz konusu ortamlarda yapılacak etkinlikler yoluyla öğrenciler bir nevi matematiği gerçek yaşamla ilişkilendirmiş ve bu yolla derse karşı olan motivasyonlarını da artırmış olacaktırlar (Sandalcı, 2013).

Matematiksel model bireylerin karşı karşıya kaldıkları durumları, problemleri matematiksel olarak yorumlayabilmelerine yardımcı olan kavramsal araçlar (Kertil, 2008); matematiksel model kullanma ise, istenilen hedefe ulaşabilmek için somut olmayan yapıyı taklit etme süreci (Türksever, 2019) olarak tanımlanabilir. Alan yazında öğretim amaçlı kullanılan model kullanma etkinlikleri ile ilgili çalışmalarda farklı temsil/gösterim biçimlerinden, somut/görsel manipülatiflerden veya öğretim materyallerinden yararlanıldığı görülmektedir. Tüm bu çalışmalarda ortak olan, çoğu zaman somut olmayan matematiksel kavram/nesne veya durumların öğrenciler tarafından daha kolay anlaşılmasını ve farklı kavramlarla ilişkilendirilmesini sağlamak amacıyla farklı matematiksel gösterimler yoluyla oluşturulmaya çalışılmasıdır. Onluk (taban) blokları gibi manipülatif malzemelerden diyagramlara veya bilgisayar simülasyonlarına kadar geniş öğeleri içeren temsillerin (Leinhardt, 2001) kullanımını Kaput (1987) en genel anlamıyla soyut kavram veya sembollerin gerçek dünya içindeki somut nesnelere dönüşecek şekilde modellenmesi olarak ifade etmektedir. Beyazıt, Aksoy ve Kırnep (2011) ise matematiksel modelleri, matematiksel düşünceleri açıklamak ve temsil etmek için kullanılan gösterimlerden oluşan yapılar ve bu yapıların anlaşılması ve yorumlanmasında sergilenen düşüncelerin bileşiminden oluşan bir sistem olarak kabul etmektedir. Dolayısıyla model kullanma süreçlerinin kuramsal zeminde burada sözü tüm etkinlikleri içine aldığı söylenebilir. Bu duruma bağlı olarak araştırmanın bu bölümünde, model kullanma süreçlerini içeren farklı tür çalışma sonuçları, birbiri ile ilişkili olarak ele alınarak incelenecektir.

Cebir öğrenme süreçlerinde model kullanma ile ilgili yapılmış ulusal çalışmalar incelendiğinde (Aktümen ve

Kaçar, 2003; Çıkla-Akkuş, 2004; Erdem ve Sarpkaya-Aktaş, 2018; Kaya, 2015; Kaya ve Keşan, 2018; Toprak, 2011; Türksever, 2019) bu çalışmadan elde edilen sonuçlara paralel olarak ilgili çalışmalarda model kullanma ile ilgili etkinliklerin öğrenme üzerindeki olumlu sonuçlarından bahsedildiği görülmektedir. Türksever (2019) altıncı sınıfta yer alan cebir öğrenme alanına ait kazanımların öğretiminde model kullanımının, öğrencilerin başarıları ve öğrenmelerinin kalıcılığı üzerinde anlamlı ve pozitif yönlü bir etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde Toprak (2011) yüksek lisans tezinde, aritmetikten cebire geçişi sağlayacak etkinlik temelli öğretim süreçleri planlayarak yürütmüştür. Bu etkinliklerde araştırmacı, öğrenmeyi kolaylaştıracak materyaller (eşit kollu terazi, ağırlık takımı, köpük pano, sayma pulları, ağırlıkları ölçülecek paket süt, çikolata vb. nesnelere) kullanmıştır. Bu materyal ve nesnelere yukarıdaki tanımlar dikkate alındığında birer matematiksel model olarak görülebilir. Zira Lesh, Cramer, Doerr, Post, & Zawojewski (2003) matematiksel modellerin özellikle ilkökul ve ortaokul seviyesinde genellikle somut materyal olarak anlaşıldığını ifade etmektedir. Dolayısıyla söz konusu araştırma sonucunda; matematiksel modellerden yararlanarak tasarlanan öğretim süreçlerinin, 7.sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme süreçlerinde, geleneksel öğretime nazaran daha etkili olduğu ifade edilmiştir. Akkuş-Çıkla (2004) yedinci sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmasında çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebir performansları üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Erdem ve Sarpkaya-Aktaş (2018) ise 7.sınıf öğrencilerinin cebirle ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde etkinlik temelli öğretimin, geleneksel öğretime nazaran daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Söz konusu etkinliklerde araştırmacılar somut materyal ve resimler kullanarak soyut kavramları somutlaştırmaya çalışmışlardır. Cebir öğrenme süreçlerinde teknoloji destekli modellerden yararlanan farklı çalışma raporları da benzer sonuçları ifade etmektedir. Bu çalışmalardan biri olan Kaya (2015) bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin cebir öğretiminde geleneksel öğretime göre; 7.sınıf öğrenci performansları üzerinde daha etkili olduğu sonucunu elde etmiştir. Bununla birlikte Kaya ve Keşan (2018) ise cebir öğretiminde bilgisayar yazılımı ile desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim etkinliklerinin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında anlamlı ölçüde bir artışa neden olduğunu ortaya koymuşlardır.

Uluslararası alan yazın incelendiğinde cebir öğretiminde model kullanma etkinliklerinin öğrenci performansı üzerindeki etkilerini inceleyen çalışma sonuçlarının, yukarıda ifade edilen çalışma sonuçları ile benzer olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan Moseley ve Brenner (1997) ile Mourad (2005) cebir öğretiminde farklı iki öğretim yönteminin öğrenci performansları üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında deney grubunda çoklu temsil becerilerini öne çıkaran bir müfredattan, kontrol grubunda ise geleneksel öğretimden yararlanmışlardır. Çalışma sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin cebir performanslarının diğer gruba

nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür. Moseley ve Brenner (1997) bu öğrencilerin değişkenler üzerinde daha rahat işlem yapabildiklerini, değişkenleri denklemlere entegre etmede ve bunları grafiksel temsil olarak göstermede daha başarılı olduklarını, Mourad (2005) ise söz konusu öğrencilerin cebir problemlerini çözme süreçlerinde birçok farklı stratejiden yararlanabildiklerini ifade etmişlerdir. Farklı bir çalışma olan Silva, Moses, Rivers ve Johnson (1990) tüm öğrenciler cebir öğrenebilir diyerek başlattıkları projede, öğrencilere cebir ile fiziksel dünya arasındaki ilişkileri göstermeyi ve bu yolla cebir öğretmeyi amaçlamışlardır. Bu süreçte öğrenciler fiziksel dünya ile matematik arasında bağlantı kurmak için çeşitli fiziksel ortamlarda bulunmuş ve bazı fiziksel olaylarla ilgilenmişlerdir. Bu deneyimler sonrasında öğrenciler deneyimlerini matematiksel olarak ifade etmeye çalışmış, gözlemedikleri yerlerin resimlerini veya olayların grafiklerini çizmişlerdir. Çalışma sonucunda bu öğrencilerin gerçek yaşamda yer alan farklı işlemleri matematiksel olarak ifade edebildikleri ve cebir öğrenme süreçlerinde başarılı oldukları gözlenmiştir. Hail (2000), temel cebirsel kavramların öğrenilmesinde çoklu temsillerin rolünü araştırdığı çalışma sonucunda, manipülatiflerin öğrencilere değişken içeren işlemlerde, denklemleri çözmede ve hatalardan kaçınmada yardımcı olduğunu göstermiştir. Hail'e göre farklı gösterimlerin ve manipülatiflerin öğrenci üzerindeki olumlu etkilerinin nedeni, matematiksel eylemlerin bu temsillerle öğretildiğinde daha az soyut hale gelmesiydi. Cooper ve Warren (2008) ise Cebirsel Düşüncenin Başlangıcı (Early Algebra Thinking Project) isimli projelerinde modellerin de içinde yer aldığı çoklu gösterimlerin kullanımının öğrencilere genellemenin erken yaştan itibaren öğretiminde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Radford (2008) modelden faydalanan öğrencilerin cebirsel genelleme yapmada başarılı olduğunu söylemiştir.

Buraya kadar ortaya konulan çalışma sonuçlarına dayanarak öğretim süreçlerinde matematiksel modellerin kullanımının, öğrencilerin cebir kavramlarını daha iyi anlamalarında etkili olduğu söylenebilir. Konu ile ilgili olarak alan yazında yer alan farklı çalışmalarda da, çoklu temsil ve modellerin öğrencilerin matematiğin dilini anlaması ve matematiksel kavramları birbiri ile ilişkilendirebilmesi açısından önemli olduğu, öğrencileri matematiksel düşünmeye sevk etmesi ve bu düşünceleri eleştirel bir gözle yorumlamaya olanak sağlaması açısından önemli olduğu, cebirsel düşünme ve muhakeme becerisinin gelişiminde katkısının büyük olduğu ifade edilmekte ve cebir öğretiminde farklı gösterim ve modeller ile somut materyallerden yararlanılması önerilmektedir (Akkaya ve Durmuş, 2006; Bekdemir ve Işık, 2007; Çıkla-Akkuş, 2004; Day ve Jones, 1997; İzgiol, Keşan ve Kaya, 2014; Kaya ve Keşan, 2018; McGowan ve Tall, 2001; NCTM, 2000). Bunların dışında Doruk (2010) matematik eğitiminde modelleme etkinliklerinin, öğrencilere matematiği yaşamlarının bir parçası olduğunu hissettirecek ve matematikten zevk almalarını sağlayacak yapıya sahip çok yönlü ve oldukça etkili araçlar olduğunu,

Akkan (2016) ise görsel nesne ve somut materyallerin, cebirsel düşünmenin başlangıcında öğrencilerin çeşitli duyularını harekete geçirerek onları öğrenmeye hazır hâle getirdiğini ifade etmektedir. MEB (2013) model kullanan öğrencilerin problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme, ilişkilendirme başta olmak üzere birçok becerisinin gelişimine katkı sağlandığını ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada ortaokul seviyesinde cebir öğrenmenin başlangıcı olarak kabul edilen altıncı sınıf öğrencileri ile çalışılmış ve çalışmanın amacına bağlı olarak özellikle belirli kazanımlara odaklanılmıştır. Bu nedenle çalışma süreci sadece 2 hafta ile sınırlıdır. Konu ile ilgili yapılacak farklı çalışmalarda model kullanma süreçlerinin geliştirilmesine yönelik önerilerin ortaya konulabileceği düşünülmektedir. Özellikle teknolojinin eğitim ortamlarına entegrasyonunun bu denli önemli olduğu günümüzde, aritmetikten cebire geçiş süreçlerini kolaylaştırmaya yönelik olarak matematiksel modellerin online ortamlarda hem öğrenci hem de öğretmen tarafından eş zamanlı olarak kullanılabilirdiği öğretim ortamları tasarlanabilir ve bu ortamların geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülebilir. Zira söz konusu ortamların öğrencilerin kavramsal öğrenmesine katkı sağlayacağı ve cebir öğrenme süreçlerinde muhtemel kavram yanlışlarının önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Bunun dışında aritmetikten cebire geçiş süreçlerinde öğrencilerin kavramlara ilişkin matematiksel modelleri kendilerinin oluşturması sağlanabilir ve yaşamla ilişkili materyal ve nesnelere bu amaçla kullanılabilir. Bu şekilde tasarlanan öğrenme ortamlarında öğrencilerin, cebirsel kavramları daha anlamlı öğrenecekleri ve farklı matematiksel kavramlarla daha kolay ilişkilendirebilecekleri düşünülmektedir.

Summary

Introduction

Mathematics consists of abstract concepts in terms of its structure, and this is accepted as one of the main reasons for the obstacles students experience in their mathematics learning process. Especially in the transition from primary school to secondary school, students face many difficulties. Students who learn mathematics with an arithmetic-oriented curriculum in primary school gradually encounter more abstract mathematical concepts in secondary school. While arithmetic includes numbers, relations between numbers, four operations in numbers and other calculations based on four operations, algebra, which students meet in secondary school, can be expressed as generalized arithmetic or a language necessary to generalize arithmetic.

According to the findings of the many research, it is evident that students struggle to make the transition from arithmetic to algebra and that they typically encounter various learning challenges during these procedures. Teaching methods to be used in overcoming the difficulties are of great importance. However, for young children, these two types of knowledge are not very independent of each other, and physical knowledge plays

an important role in understanding many abstract mathematics concepts. As a result, students' physical experience in comprehending more abstract knowledge can aid in the transition from arithmetic to algebra. So, the purpose of this study was to examine the effects of incorporating model use activities into learning environments on students who were transitioning from arithmetic to algebra. The purpose of this study was to investigate the effects of using models in the transition process from arithmetic to algebra of sixth-grade students on their level of learning and learning persistence.

Method

A mixed design was used in this study, which allows for the presentation of events within a framework by combining quantitative and qualitative research methods (Gökçek, 2019). One of the mixed pattern designs used in the scope of the study was sequential transformational design. The quantitative dimension of this research employed the experimental research method, while the qualitative dimension employed the case study method. As a result, the study can be said to have been conducted in two stages. The first stage quantitative study used a quasi-experimental design with a pretest-posttest unequalized control group. The case study method was used in the second stage of the study to identify and see the details that make up a situation, to develop possible explanations for a situation, and to evaluate a situation.

The study group in the quantitative part of this research consisted of a total of 29 students studying in two different 6th grade branches of a public school in Ordu in the 2nd term of the 2018-2019 academic year. 14 of these students were in the experimental group and 15 of them were in the control group. In the selection of these students, convenient (easily accessible) sampling method, which is one of the non-probability sampling methods, was used. In the qualitative part of the study, 14 students in the experimental group were studied. It can be said that criterion sampling, one of the purposive sampling methods, was used in the selection of the students here.

Achievement Test (AT) and Student Opinion Form (SOF) developed by the researchers were used as data collection tools. The researchers developed an achievement test with 42 questions altogether, 10 of which were mixed questions, and 32 questions about curriculum attainments. Reliability analysis was carried out with a pilot study and Kuder Richardson-20 reliability coefficient was calculated as .78. In the Student Opinion Form, there were 4 open-ended questions aiming to reveal students' views on model use activities.

Results

It was discovered in this study that model use activities had a positive effect on the experimental group students. The difference in post-test scores between the experimental and control groups revealed that these activities had a stronger and more positive effect on the students in the classroom where the model-using

activities were used. When compared to the other group, students in this group achieved the targeted gains at a higher rate. However, the analyses revealed that these students' learning was more permanent than the other group. According to the results of the student opinion form used in the study, the majority of the students in the experimental group found the model use activities useful. These students generally stated that the teaching processes using models facilitated the subject and provided a better understanding of the subject, and they expressed positive views on the use of mathematical models in the teaching of different subjects.

Discussion

When the literature is examined, it is discovered that students generally struggle with learning algebra. The transition processes from arithmetic to algebra, which can be described as the beginning of this process, can be seen as the starting point of learning difficulties experienced in algebra. Teaching methods are considered as one of the main reasons for these difficulties. So, different studies state that the different methods and strategies used are very important in the success of students in algebra. In our country, algebra subjects are introduced to students in the fifth grade of secondary school, and the teaching processes are based on a rule-based approach. Rule-based teaching, in particular, causes students to misunderstand variables, which are the language of algebra and can be considered the starting point, and as a result, they struggle to use different algebraic symbols with variables.

When studies on using models in algebra learning processes are examined, it is discovered that the positive outcomes of activities related to using models on learning are mentioned in the related studies. In different studies in the literature, it is stated that multiple representations and models were important for students to understand the language of mathematics and to associate mathematical concepts with one another, because they prompt students to think mathematically and enable them to interpret these thoughts critically. Furthermore, it is stated that these activities contribute significantly to the development of algebraic thinking and reasoning skills, and it is recommended that different representations, models, and concrete materials be used in algebra teaching.

Araştırmanın Etik Taahhüt Metni

Yapılan bu çalışmada bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulduğu; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifatın yapılmadığı, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde "Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi ve Editörünün" hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğu sorumlu yazar tarafından taahhüt edilmiştir.

Kaynaklar

- Akkan, Y. (2016). Cebirsel düşünme. E. Bingölbali, S. Arslan & İ., Ö. Zembat (Ed.), *Matematik eğitim teorileri* içinde (s.43-64), Ankara: Pegem.
- Akkan, Y., Baki, A., & Çakıroğlu, Ü. (2012). 5-8. sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin problem çözme bağlamında incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2012(43), 1-13.
- Akkaya, R., & Durmuş, S. (2006). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 1-12.
- Aktümen, M., & Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8. sınıflarda harfli ifadelerle işlemlerin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin rolü ve bilgisayar destekli öğretim üzerine öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2), 339-358.
- Baykul, Y. (2009). *İlköğretim matematik öğretimi* (6-8 sınıflar). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bekdemir, M., & Işık, A. (2007). İlköğretim öğrencilerinin cebir öğrenme alanında kavram ve işlem bilgilerinin değerlendirilmesi. *Eurasian Journal of Educational Research*, 28, 9-18.
- Beyazıt, İ., Aksoy, Y., & Kırnay, M. (2011). Öğretmenlerin matematiksel modelleri anlama ve model oluşturma yeterlilikleri. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 6(4), 2495-2516.
- Bukova-Güzel, E. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. (1.Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). *Veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Cooper, T. J., & Warren, E. (2008). The effect of different representations on years 3 to 5 students' ability to generalise. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 40(1), 23- 37. <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0066-8>.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çelik, D. (2019). *Cebir öğretimi*. G. Hacıömeroğlu ve K. Tarım (Ed.), *Matematik öğretiminin temelleri ortaokul* (119-168. ss.) içinde. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çıkkla-Akkuş, O. (2004). *Çoklu temsil temelli öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin cebir performansına, matematiğe karşı tutumuna ve temsil tercihlerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Day, R. and Jones, G. A. (1997). Building bridges to algebraic thinking. *Mathematics Teaching in the Middle Schools*, 2(4), 208-213. <https://doi.org/10.5951/MTMS.2.4.0208>.
- Dede, Y., Argün, Z., & Yalın, H. (Eylül, 2002). *İlköğretim 8 sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanlışları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Durmuş, S. (2004). Matematikte öğrenme güçlüklerinin saptanması üzerine bir çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 125-128.
- Erdem, Ö., ve Aktaş, G. S. (2018). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında yaşadıkları kavram yanlışlarının giderilmesinde etkinlik temelli öğretimin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(2), 312-338. <https://doi.org/10.16949/turkbilm.333612>.
- Evirgen, O. (2014). *İlköğretim 7. sınıf matematik öğretim programında zor olarak algılanan konular ve öğretmen, öğrenci görüşleri* (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. London: SAGE Publications.
- Gall, M. D., Gall, J. P., Borg, W. R., & Mendel, P. C. (2007). *Educational research: A guide for preparing a thesis or dissertation proposal in education*. New York: Longman Publishing.
- Gökçek, T. (2019). *Karma yöntem araştırması*. M. Metin (Ed.), *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (s. 375-410) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Graham, A. T., & Thomas, M. O. (2000). Building a versatile understanding of algebraic variables with a graphic calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41(3), 265-282. <https://doi.org/10.1023/A:1004094013054>.
- Gürefe, N. (2019). Cebirsel ifade ve değişken kavramının öğretimi. G. Sarpkaya Aktaş (Ed.), *Uygulama örnekleriyle cebirsel düşünme ve öğretimi* içinde (s. 103). Ankara: Pegem.
- Hail, C. J. (2000). *The effects of using multiple representations on students' knowledge and perspectives of basic algebraic concepts*. Published PhD Dissertation. UMI No. 9980796.
- İzgiol, D., Keşan, C., & Kaya, D. (2014). Teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretime örnek bir uygulama. İ. Şahin, A. Kıray, S. Alan (Ed.), *International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology (ICEMST2014)* (s. 710-714). Konya, Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Kalaycı, Ş. (2008). *Spss uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayıncılık.
- Kaput, J. J. (1987). Representation systems and mathematics. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp.19-26). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaya, D. (2015). *Çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi üzerine bir inceleme* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Kaya, D. (2017). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri ile becerilerinin incelenmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 657. <https://doi.org/10.14686/buefad.309000>.
- Kaya, D., ve Keşan, C. (2018). Çoklu temsil temelli cebir öğretimin matematiğe yönelik tutuma etkisi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(18), 1-22.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Kieran, C. (1992). *The learning and teaching of school algebra*. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning* (pp.390-419). New York: Macmillan Publishing Company.
- Kocakaya, S. (2012). Deneysel çalışmalar ne kadar güvenilir? *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1 (2), 225-231.
- Lee, L. (1996). *An initiation into algebraic culture through generalization activities*. In Approaches to algebra (pp. 87-106). Dordrecht: Springer.
- Leinhardt, G. (2001). Instructional explanations: A commonplace for teaching and location for contrast. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4th ed., pp. 333- 357). Washington, DC: American Educational Research Association.

- Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H. M., Post, T., & Zawojewski, J. S. (2003). Model development sequences. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 35-58). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- McGowan, M., & Tall, D. (2001). Flexible thinking, consistency, and stability of responses: A study of divergence. Erişim adresi <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/drafts/dot2001-mcgowen-tall-draft.pdf>
- MEB (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Erişim adresi <https://ttkb.meb.gov.tr>.
- 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 Reproduction Service: ED413184).
- Mourad, N. M. (2005). *Inductive reasoning in the algebra classroom*. Published Master Thesis. (UMI No: 1431298).
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- NCTM. (2008). *Algebraic thinking in school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Radford, L. (2008). Iconicity and contraction: A Semiotic investigation of forms of algebraic generalizations of patterns in different contexts. *ZDM Mathematics Education*, 40(1), 83-96. <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0061-0>.
- Ramani, P., & Patadia, H. (2012). Computer assisted instruction in teaching of mathematics. *IOSR Journal of Humanities and Social Science*, 2(1), 39-42. <https://doi.org/10.9790/0837-0213942>.
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- Sfard, A., & Linchevski, L. (1994). The gains and the pitfalls of reification—the case of algebra. In *Learning mathematics* (pp. 87-124). Dordrecht: Springer.
- Silva, C. M., Moses, R. P., Rivers, J., & Johnson, P. (1990). The Algebra Project: Making middle school mathematics count. *Journal of Negro Education*, 59(3), 375-391. <https://doi.org/10.2307/2295571>.
- Toprak, Z. (2011). *Aritmetikten cebire geçişi sağlayacak etkinliklerin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- Tunç, M. P., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2014). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 13-20.
- Türksever, F. (2019). *Öğretmen adaylarının sosyobilimsel konular hakkındaki görüş ve tutumları ile dünya vatandaşlığına dair değer yargılarının incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Usiskin, Z. (1997). Doing algebra in grades K-4. *Teaching Children Mathematics*, 3(6), 346-356.
- Van Amerom, B. A. (2002). *Reinvention of early algebra: Developmental research on the transition from arithmetic to algebra* (Unpublished doctoral dissertation). University of Utrecht, The Netherlands.
- Van Amerom, B. A. (2003). Focusing on informal strategies when linking arithmetic to early algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 54(1), 63-75. <https://doi.org/10.1023/B:EDUC.0000005237.72281.bf>.
- Van de Walle, J. A., Karp, K.S. & Bay-Williams, J.M. (2013). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*. (8th ed.). Boston: Pearson.
- Vance, J. (1998). Number operations from an algebraic perspective. *Teaching Children Mathematics*, 4 (5), 282-285. <https://doi.org/10.5951/TCM.4.5.0282>.
- Yıldırım, C. (2000). *Matematiksel düşünme*. İstanbul: Remzi Kitabevi.