

Effect of Teaching Integers Using Visual Materials on the Sixth Grade Students' Mathematics Achievement and Retention Levels

Sare Şengül¹ and Ezgi Körükcü²

¹ Marmara University, Atatürk Faculty of Education, Department of Elementary Mathematics Education, Turkey, ² Haznedar Abdi İpekçi Primary School, Turkey.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 29.06.2011

Received in revised form

15.12.2011

Accepted 14.12.2011

Available online

10.08.2012

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of teaching integers using visual materials on students' mathematics achievement and retention levels. The study was conducted on total of 60 students studying at the sixth grade classes of a primary education school located on the European side of the Istanbul province in the 2007-2008 school year. The semi-experimental research method was used in the study. The "Integers and Integer Operations" subject was taught using the conventional method in the control group, while visual materials developed specifically for the purpose were used in the experimental group. The test was also given as a retention test two months after completion of the pre-test/post-test and application. Data obtained were evaluated using the quantitative analysis method. As a result of the study, it was found that using visual materials in teaching is more effective in terms of mathematics achievement and retention levels of students compared to the conventional method of teaching.

© 2012 IOJES. All rights reserved

Keywords:

Mathematics, Integers, Visual Material Instruction, Sixth Grade

Extended Summary

Purpose

Accessing information is an adaptation process that organizes individual's life, and knowledge is created socially (Lerman, 1989; Kilpatrick, 1987; Matthews, 1992, citation, Demirel, 2010). Learning takes place in a social environment (Vygotsky, 1978; Thompson and Thompson, 1994), and with the Constructivist approach, not only teachers and textbooks, but also students, teaching materials and activities started to gain importance in the learning environment (Alkan, 2005; Kazu and Yeşilyurt, 2008; Bohan and Shawaker, 1994; Clements and Mc Millen, 1996; Ross and Kurtz, 1993; Piaget, 1952). Defined as "different ways in which information can be delivered to learner", teaching materials have many other definitions (Heinich et al, 1993; Moyer, 2001; Moyer, Bolyard and Spikell, 2002).

Students experience difficulties in understanding the mathematical concepts in primary education (Bulut et al, 2001). Particularly the 'integers' subject is the one that is the most problematic (Dereli, 2008; Hayes and Stacey, 1990; Kilhamn, 2008; Körükcü, 2008). The fact that negative numbers cannot be observed in the physical world makes it difficult to learn the integers (Davidson, 1992; Mc Corkle, 2001).

¹ Corresponding author's address: Marmara University, Atatürk Faculty of Education, Department of Elementary Mathematics Education, Göztepe Campus, İstanbul, Turkey
Telephone: +90 2163459090/311
Fax: +90 2163388060
e-mail: zsenkul@marmara.edu.tr

Purpose of the Study

The purpose of this study is to investigate the effect of teaching integers using visual materials on students' mathematics achievement and retention levels.

Method

The semi-experimental design was used in this study (Cohen, Manion and Morrison, 2000). The study was conducted on total of 60 students studying at two sixth grade classes of a primary education school located in Gungoren town of the Istanbul province in the 2007-2008 school year. The experimental group consisted of 30 (6/C) and the control group 30 (6/I) students. The pre-test scores were taken into consideration in selection of the experimental and controls groups, and two classes with similar knowledge levels were selected.

Data Collection Tools

Integers achievement test. (Pre-test/post-test and retention test). An Integers Achievement Test (IAT) consisting of 22 questions was used as a pre-test and post-test, as well as a retention test to see the effects on the retention levels. The reliability coefficient of the test was calculated to be $r = 0.791$ using the KR-20 formula. The four acquisitions specified by the Ministry of National Education in the Sixth Grade Primary Education Mathematics Curriculum were taken into consideration in preparation of the questions included in the IAT (Ministry of National Education Head Council of Education and Morality, 2006): "Defines integers.", "Defines the meaning of the absolute value.", "Compares and sorts the integers." and "Performs addition and subtraction operations using integers".

Application and Procedures

Subjects were taught to the students in the experimental group using visual material activities, while conventional teaching method was used in the control group. The application lasted three weeks, until completion of the integers unit. The Primary Education Sixth Grade Mathematics Textbook (Göğün, 2007b) and the Workbook (Göğün, 2007a) of the Ministry of National Education was used in the control group.

Materials Designed

A number of sources (Baykul, 2004; Göğün, 2007b; Mc Corkle, 2001; Linchevski and Williams, 1999) were utilized in the design of the visual materials. These materials were used by both teachers and student simultaneously during the application process. Availability of these materials to students created a rich learning environment and, at the same time, enabled students to interact with each other and the teacher. The materials used were (+, -) Labels and Board, Numerical Axis Model, Piston Thermometer Model.

Analysis of Data

An independent group t-test was applied to determine the differences between the arithmetic means in comparison of the scores obtained by experimental and control group students from the pre-tests, as well as of comparison of the post-test and retention test scores. Furthermore, it was established whether the hypotheses of the statistical model, also called the two-factor ANOVA, are met for repeated measures on a single factor (Büyüköztürk, 2003).

Results

This section provides findings obtained from the pre-/post- and retention tests given to experimental and control group students.

Comparison between the scores obtained by the experimental and control group students from the pre-test and those from the independent group t-test showed no significant difference between the two groups; score obtained by the control group was 19.97, and score of the experimental group was 25.57.

According to the findings obtained from the Anova for Repeated Measures performed for the purpose to determine whether there are significant differences among the results of the pre-, post- and retention tests given to experimental group students, there is significant difference among the scores obtained by the experimental group students from the pre-test (1), post-test (2) and retention test (3). The Bonferroni test was used to determine the tests in which there were differences among the arithmetic means. As can be seen in the results of the Bonferroni test, the differences between the pre-test and post-test, and pre-test and retention test scores of the experimental group students were significant. There are no significant differences between the scores obtained from the post-test and retention test. In this case, it can be said that the experimental group students learned the subject very well, and that the knowledge acquired was retained.

The arithmetic means of the scores obtained by the control group students from the pre-, post- and retention tests were 19.97, 37.83 and 36.50 respectively. According to the findings obtained from the Anova for Repeated Measures performed for the purpose to determine whether there are significant differences among the results of the tests, there is significant difference among the scores obtained by the control group students from the pre-test, post-test and retention test. The Bonferroni test showed differences between the scores obtained by students from the pre-test and post-test, but no differences between the post-test and retention tests. In this case, it can be said that students in the control group also learned the subject well and that the knowledge acquired was retained.

According to the findings obtained from the Anova for Repeated Measures performed for the purpose to determine the differences between the scores obtained by the experimental and control group students from the tests given, when the differences between the mean values were taken into consideration, it was seen that there was 24.90 point difference in the experimental group and 17.86 point difference in the control group. This can be interpreted as there were more differences in the experimental group students during the integers unit.

The results of the t-test given for the purpose of comparison of the differences between the scores obtained by the experimental and control group students from the post-test and retention tests were [$t(58) = 3.101$; $p = .003$] for the post- test and [$t(58) = 2.613$; $p = .011$] for the retention test. According to these results, there is significant difference in favor of the experimental group. Based on this finding, it can be said that the students in the experimental group acquired and retained more knowledge than those in the control group.

Discussion

In this study, the subject was taught using the conventional method in the control group, while visual materials developed specifically for the purpose were used in the experimental group. According to the findings obtained, there is a significant increase in the scores obtained by the students of both experimental and control groups from the post-test and retention test compared to the scores obtained from the pre-test. However, the increase in the scores of the experimental group students was more than that of the control group students. This situation can be interpreted as teaching with visual materials enables students to acquire and retain more knowledge. This finding of the study matches other studies in the literature that showed teaching with learning support materials has favorable effect on academic achievement and retention (Baki et al 2009; Çilenti, 1988; Gürbüz; 2007; Güngör, 2005; Hayes, 1996; Hayes and Stacey, 1990; Karaduman, 2005; Köroğlu and Yeşildere, 2004; Sarı, 2010; Şahin and Yıldırım, 1999; Şimşek, 2002; Tutak, Güder and Acar, 2010; Yıldız, 2002).

Furthermore, a number of studies showed that visual materials enabled students to develop their interest in and love for mathematics by offering student-centred rich learning opportunities (Kamina and Iyer; 2009); enhanced students' motivation (Kamina and Iyer, 2009; Mc Neil and Jarvin, 2007); provided permanent mathematics achievement by developing thinking ways of students (Brecht, 2000; Kamii and Lewis, 1990; Wearne and Hiebert, 1991; Williams and Kamii, 1986); positively affected the attitude towards mathematics (Castro, 1998; Mc Neil and Jarvin, 2007; Patricia, 2001; Sowell, 1989; Thompson, 1992); provided

the opportunity to discuss the concepts (Chin and Teou, 2009); served as a medium between the real world and the mathematics (Durmuş and Karakırık, 2006); enabled involvement of multiple sense organs (Nalçacı and Ercoşkun, 2005); enabled materialization (Patricia, 2001), and contributed to creativity and imagination (M.E. B, 2005). The findings of this study match the aforementioned literature.

Conclusion and Recommendations

Students' efforts aimed at creation of each concept on their own materials simultaneously with the teacher in the learning environment enabled them to be active, facilitated their understanding, increased their participation in lessons, and enhanced meaningful learning. It was observed that, having restructured the information meaningfully, students learned subjects with enjoyment, and that they imagined new materials different from those then used in order to materialize any new concepts. Therefore, it can be said that this process leads not only to cognitive development of students, but to development of their imagination as well. Particularly, use of visual materials in the learning environment increased students' interest in the course, enabling them to question the concepts more by increasing the interactions between teacher and students, and among students themselves. It is believed that designing easy materials and involving students in all stages of creation of such materials in learning environments would lead to significant results in making students enjoy the mathematics. It is known that there is positive relation between academic achievement and mathematics self-efficacy of students (Üredi and Üredi, 2005). Therefore, effects of teaching with visual materials on students' self-efficacy may be studied.

Tam Sayılar Konusunun Görsel Materyal İle Öğretiminin Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematik Başarıları ve Kalıcılık Düzeylerine Etkisi

Sare Şengül¹ ve Ezgi Körükcü²

¹ M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü, Türkiye, ² Haznedar Abdi İpekçi İlköğretim Okulu, Türkiye.

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihi:
Alındı 29.06.2011
Düzeltilmiş hali alındı
15.12.2011
Kabul edildi 14.12.2011
Çevrimiçi yayımlandı
10.08.2012

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, tam sayılar konusunun görsel materyallerle öğretiminin öğrencilerin matematik başarıları ve kalıcılık düzeylerine etkilerini incelemektir. Çalışma 2007-2008 eğitim-öğretim yılı İstanbul ili, Avrupa yakasındaki bir ilköğretim okulunun altıncı sınıflarında okuyan 60 öğrenci üzerinde yürütülmüştür. Araştırmada yarı-deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Kontrol grubunda "Tam Sayılar ve Tam Sayılarla İşlemler" konusu geleneksel yöntem ile işlenirken, deney grubunda öğretim geliştirilen görsel materyaller kullanılarak işlenmiştir. Veriler 22 sorudan oluşan "tamsayılar başarı testi" ile elde edilmiştir. Bu test, gruplara ön-son test ve uygulama bitiminden iki ay sonra da kalıcılık testi olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler nicel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda görsel materyal destekli öğretimin geleneksel öğretime göre öğrencilerin matematik başarıları ve kalıcılık düzeyleri bakımından daha etkili olduğu saptanmıştır.

© 2012 IOJES. Tüm hakları saklıdır

Anahtar Kelimeler:

Matematik, Tam Sayılar, Görsel Materyal Destekli Öğretim, Altıncı Sınıf

Giriş

"Düşünce olmadan öğrenmek emek kaybıdır."-Confucius

"Bir tecrübe, yansıtıcı oluncaya kadar gerçek bir tecrübe değildir." -John Dewey

Çağdaş eğitim sisteminde öğrenenin merkeze alındığı, zengin öğrenme ortamları önem kazanmaktadır. Bu durumda yapılandırmacılığın temel prensiplerinin öneminin ortaya çıkmasının büyük yeri vardır. Buna göre bilgi çevreden pasif bir biçimde alınmaz, algılayan birey tarafından etkin olarak yapılandırılır. Bilgiye ulaşmak bireyin yaşamını düzenleyen bir uyum sürecidir ve bilgi toplumsal olarak oluşturulur (Lerman, 1989; Kilpatrick, 1987; Matthews, 1992, alıntı, Demirel, 2010). Yapılandırmacılık yaklaşımı ile birlikte öğrenme ortamında sadece öğretmen ve kitap değil, öğrenci, öğretim materyalleri ve etkinlikleri de önemli bir yere sahip olmaya başlamıştır (Alkan, 2005). Özellikle öğretim materyalleri öğrenme ortamlarında hangi yöntem ve teknik kullanılırsa kullanılsın bulunması gereken unsurlardan biri haline almıştır (Kazu ve Yeşilyurt, 2008).

"Bilginin öğrenene ulaştırılabileceği farklı yollar" olarak tanımlanan materyaller (Heinich ve diğerleri, 1993) derslerde ihtiyaç duyulan nesnelere (Bohan ve Shawaker, 1994; Clements ve McMillen, 1996; Ross ve Kurtz, 1993). Öğretim materyali ya da etkinliği, soyut matematiksel ifadeleri görselleştiren ve açık bir şekilde sunan (Moyer, 2001), somut matematikten soyut matematiğe geçişi sağlayan (Moyer, Bolyard ve Spikell, 2002), öğrencilerin matematiksel ilişkileri ve uygulamaları görmelerine yardım eden ve öğretimin daha etkili gerçekleşmesini sağlayan araçlar olarak tanımlanmaktadır. Moyer'e (2001) göre matematikte kullanılan materyaller ise, soyut matematiksel kavramları temsil etmek için tasarlanmış öğrencilerin çeşitli duyularını harekete geçiren, görsel ve hareket ettirilebilen nesnelere dir.

² Sorumlu yazarın adresi: M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü, Göztepe-İstanbul, Türkiye.
Telefon: +90 2163459090/311
Faks : +90 02163388060
e-posta:zsengul@marmara.edu.tr

Materyaller sınıf içerisinde birçok amaç için kullanılabilir. Birincil amaç, materyallerin sosyal bir öğrenme ortamı sağlayarak yapılandırmacı öğrenime zemin hazırlamasıdır. Lev Vygotsky, sosyal gelişim kuramı çerçevesinde, bireylerin bilişsel gelişiminde sosyal çevrenin önemini savunmuş, bireyler arası iletişimin yaratacağı işbirliğinin karmaşık sorunların çözümünde etkili olduğunu ifade etmiştir (Vygotsky, 1978). Bu yönüyle öğretmenler matematik derslerinde zengin bir sosyal öğrenme ortamının oluşturulmasında materyallerden yararlanabilirler. Çünkü matematiksel anlam, sosyal içerikte oluşmaktadır (Thompson ve Thompson, 1994). Chin ve Teou (2009) görsel materyallerin öğretmene ve öğrencilerine matematik kavramlar üzerinde konuşmalarını sağlamalarının yanı sıra öğrencilerde daha önceden var olan kavram yanlışlarının fark edilerek anında geri dönüt verebilme fırsatı sunmakta olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrenciler böyle bir sosyal öğrenme ortamında hem kendi düşüncelerini rahat ifade edebilmekte hem de kendi yeteneklerinin farkına varmaktadırlar. Bunun neticesinde kendilerine güven duyarak soyut matematik kavramlarını daha somutlaştırarak öğrenebilmektedirler. Durmuş ve Karakırık'a (2006) göre de öğretim materyalleri gerçek dünya ile matematik dünyası arasındaki birer aracı rol görmektedirler.

Materyallerin derslerde kullanılmasındaki ikincil amaç, öğretimi çok boyutlu (görme, dokunma, işitme gibi) gerçekleştirebilmeyi sağlamasıdır. Öğrencilerin soyut düşünme kapasiteleri dünyadaki somut nesnelere algılamaları ile ilişkilidir. Bunun için de iyi tasarlanmış öğretim materyallerine ihtiyaç vardır. Öğrenme, insanın duyu organları aracılığıyla aldığı uyarıcıları algılaması, yorumlaması ve canlandırması olarak düşünülürse, öğrenme ortamı ne kadar çok duyu organına hitap ederse, öğrenmenin o kadar kalıcı ve verimli olacağı açıktır (Nalçacı ve Ercoşkun, 2005). Patricia'e (2001) göre öğretim materyalleri, öğretme ortamlarını düzenleyenlerin soyut kavramları somutlaştırmak ve öğretimi daha etkili bir şekilde gerçekleştirmek için kullandıkları araçlardır.

Öğrenme ortamlarında kullanılan materyallerin öğrencilerin bilişsel becerilerinin yanı sıra duyuşsal becerileri üzerinde de olumlu etkileri söz konusudur. Öğrencilerin yaratıcı düşünmelerine ve hayal dünyalarının gelişmesine yardım ederler. Öğrenme sürecinde bilişsel yapıların oluşmasını kolaylaştırıp, öğrencilerin gerekli matematiksel bilgi ve becerilerini gerçek hayat problemlerine uygulayabilme davranışını kazanmalarını hızlandırır (M.E.B, 2005).

Ayrıca yapılan bazı çalışmalar görsel materyallerin; öğrenci merkezli, zengin öğrenme fırsatları sunarak matematik yapmayı ve sevmeyi sağladığı (Kamina ve Iyer; 2009); matematik öğretimini eğlenceli hale getirerek öğrencilerin motivasyonlarını artırdığı (Kamina ve Iyer, 2009; Mc Neil ve Jarvin, 2007); öğrencilerin düşünme yollarını geliştirerek kalıcı matematik başarısı sağladığı (Brecht, 2000; Kamii ve Lewis, 1990; Wearne ve Hiebert, 1991; Williams ve Kamii, 1986); matematik tutumunu olumlu etkilediği (Castro, 1998; Mc Neil ve Jarvin, 2007; Patricia, 2001; Sowell, 1989; Thompson, 1992) yönünde sonuçlar ortaya koymuşlardır.

İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin büyük bir çoğunluğunun matematik başarılarının düşük olduğu (Tutak, Güder ve Acar, 2010); kavramlar arasındaki ilişkileri anlamakta ve sözel problemleri çözmekte zorlandıkları bilinmektedir (Bulut ve diğerleri, 2002). Bu durumdaki en büyük etkenlerden biri öğrencilerin somut dönemden soyut döneme geçiş evresinde bulunmalarıdır. Zihinsel olgunluğa erişmemiş öğrencilere matematiksel kavramlar, sadece sözel ifadelerle veya sembollerle anlatıldığı zaman, kendilerine soyut gelen bu kavramları anlayamamaktadırlar (Gürbüz, 2007). Böyle bir durumda bilgiyi somutlaştırabilmeleri ve bunun sonucunda anlamlı ve kalıcı öğrenme gerçekleştirebilmeleri onlar için çok önemlidir (Tutak, Güder ve Acar, 2010). Piaget (1952) matematiksel kavramların ilköğretim düzeyindeki çocuklar tarafından kavranması için birçok tecrübeler yaşayabilecekleri materyallere ve çizimlere ihtiyaç olduğunu ifade etmektedir.

Matematikte öğrencilerin somutlaştırarak anlamlandırmada problem yaşadığı bilinen konulardan biri de tam sayı kavramı ve tam sayılarla yapılan işlemlerdir (Kilhamn, 2008; Hayes ve Stacey, 1990). Linchevski ve Williams'a (1999) göre sayı kavramını genişletme gereği hissi çocuklara zor gelmektedir. Pozitif sayıların öğrenilmesinde öğrencilerin zihninde daha önce var olan doğal sayılar yapısı yardımcı unsur olabilmektedir. Fakat negatif sayılarla ilgili durumlarda pozitif olmayan nesne veya nesne grupları olmadığı için, fiziksel dünyayı gözlemleyerek informal bilgiye ulaşmak mümkün olamamaktadır (Davidson, 1992; Mc Corkle, 2001). Bu aşamada sayma sayıları gerçek nesnelere ifade ederek zihinde somutlaştırabilirken negatif

sayılarla yapılan işlemler ancak matematiğin mantığıyla anlam kazanabilmekte, üstelik negatif sayılara ait bazı özellikler sayma sayılarını algılama biçimiyle çelişmektedir (Linchevski ve Williams, 1999).

Ülkemizde de tam sayılarla ilgili benzer sıkıntılar yaşanmaktadır (Dereli, 2008). 2006-2007 eğitim öğretim döneminden itibaren uygulamaya konan ilköğretim matematik programı değişikliğinden önce tam sayılar ve tam sayılarla işlemler konusu ilk olarak ilköğretim yedinci sınıfta öğrenim gören öğrencilere soyut düzeyde öğretilmekteydi. Piaget'e (1952) göre ise öğrenciler somut işlemler döneminden soyut işlemler dönemine ilköğretimin ikinci kademesine denk gelen yıllarda girmektedirler. Buna göre öğrencilerin bilişsel dönemlerinde somut işlemlerden soyut işlemlere geçiş sürecinde olmaları ve tam sayıların soyut bir konu olması sebebiyle yedinci sınıf düzeyinde tam sayılarla ilgili kavram ve işlemlerde problem yaşanmaktaydı (Dereli, 2008). 2006 yılı itibariyle geçilen yapılandırmacı yaklaşımın benimsendiği öğretim programı içeriğine göre tam sayılar kavramı ikiye bölünerek tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemleri altıncı sınıfta, tam sayılarda çarpma ve bölme işlemleri ise yedinci sınıf düzeyinde işlenmesi uygun görülmüştür. Böylelikle, öğrencilerin yedinci sınıfa gelirken en azından tam sayı kavramının anlamlı yapılandırılabilmesinin sağlanması hedeflenmiştir. Bu hedefe de ulaşmak için özellikle yeni öğretim programı kapsamında mümkün olabildiğince konuların etkinlik temelli işlenmesi öngörüldü, buna uygun yeni matematik kitapları hazırlanmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından onaylanan matematik ders kitaplarında daha fazla görselleştirme ön plana çıkarılarak bu durum çoğu kez resimlerle sağlanmaya çalışılmıştır. Tam sayılar konusunun da öğrenilmesinde, yeni ders kitaplarında termometre, sayı pulları ve sayı doğrusu gibi yardımcı görseller bulunmaktadır. Ancak Yapılandırmacı eğitimin özellikle üzerinde durduğu yaparak yaşayarak öğrenmenin gerçekleştirilmesi için sadece resimler yeterli olmayabilmektedir. Çünkü öğrenciler resimleri görebilmekte fakat onlarla etkileşimde bulunamamakta, resimlere dokunamamakta veya onları hareket ettirememektedirler. Körükcü'ye (2008) göre, öğrenciler resimlerle sadece görme duyusuna yönelik etkileşime girmektedirler.

Öğretmen tarafından tam sayıları temsil eden pul modellerinin tahtaya çizilerek "kabul edelim ki artı sayı pulları ve eksi sayı pulları birbirini götürürsün" ifadesi öğrencilerin zihninde bu bilgiyi "kabuller bilgisi" yapısından pek öteye götürememektedir. Diğer yandan, öğretim programında tam sayılar için görsel materyal olarak tam sayı pullarının kullanımı da önerilmektedir. Ancak kırmızı (+), mavi (-) gibi renkli pullar ile yapılan işlemlerde öğrencilerin anlamlandırma zorluğu yaşadıkları gözlemlenmektedir (Körükcü, 2008). Öğretmen (+) ve (-) renkli pulları üst üste koyup "Bu ikisi birbirini götürüyor." şeklinde ifade kullandıktan sonra iki pulu ortamdan çıkarması sırasında bazı durumlarda (+) sayı pulu, bazı durumlarda ise (-) sayı pulu üstte kalmaktadır. Bu durumda öğrenciler "artı ve eksi pulların neye bağlı sıfır olduğunu (işaretlerin alt-üst durumuna mı bağlı yoksa renklere mi bağlı) anlamakta zorlandıkları gibi somut olarak nötrleşmeyi (artı ve eksi sıfır ettiğini) görememektedirler.

Tam sayı pulları, termometre ve sayı doğrusu resimlerinin ve materyallerinin kullanımının tam sayılar konusunda önerildiği görülmektedir. Ancak resimlerle istenilen verimin alınamayacağı düşüncesi ve mevcut materyallerin eksik yanlarının da giderilmesi açısından tam sayıları ve işlemleri daha etkili kavratacak görsel materyallerin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer yandan, tam sayılar konusundaki kavramların öğrenciler tarafından daha iyi yapılandırılmasının ve öğretmen ile birlikte öğrencilerin de aynı materyalleri eş zamanlı olarak kullanıyor olabilmemesinin, tam sayılar konusunun öğrenilmesinde daha etkili olabileceği düşünülmektedir.

Bu bağlamda bu çalışmanın amacı "Tam sayılar konusunun özel tasarlanan görsel materyallerle öğretimin öğrencilerin matematik başarıları ve kalıcılık düzeylerine etkisini incelemektir. Ayrıca, görsel materyallerin matematik öğretimindeki etkilerini göz önünde bulundurarak bu materyallerin nasıl tasarlanması gerektiği ve hangi durumlarda ve nasıl doğru kullanılması gerektiğine de açıklık getirilmesi hedeflenmiştir.

Bu düşüncelerden hareketle de bu çalışmanın problem cümlesi "Tam sayılar konusunun görsel materyal kullanımı ile öğretimin altıncı sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ve kalıcılık düzeyleri üzerine anlamlı etkisi var mıdır?" şeklinde oluşturulmuştur.

Yöntem

Bu çalışmada, yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır (Cohen, Manion ve Morrison, 2000). Bu yöntem gereğince deney ve kontrol grupları rastgele atanmamış grupların eşitliği üzerinde durulmuştur. Bu yöntemi gerçek deneysel yöntemden ayıran tek fark örneklemin rastgele atama ile oluşturulmamasıdır (Cohen ve diğerleri, 2000). Çalışma "Tam Sayılar" konusu üzerine yürütülmüştür. Bu çalışma 2007-2008 eğitim öğretim yılında, İstanbul ilinde Güngören ilçesinde bir ilköğretim okulunun iki farklı şubesinde öğrenim gören toplam 60 altıncı sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Deney grubunda 30 (6/C) ve kontrol grubunda 30 (6/İ) öğrenci bulunmaktadır. Deney ve kontrol gruplarının belirlenmesinde ön test puanları dikkate alınarak bilgi seviyeleri birbirine yakın iki sınıf seçilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerle, görsel materyal etkinlikleri ile ders işlenirken, kontrol grubu öğrencileriyle geleneksel olarak işlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Tam sayılar başarı testi. (Ön test-son test ve kalıcılık testi). Çalışmada altıncı sınıf öğrencilerine görsel materyal kullanımı ile tam sayı kavramı ve tam sayılarla işlemler konusunun öğretilmesinin öğrenci başarısına etkisini görmek için geliştirilen Tam Sayılar Başarı Testi (TBT) gruplara, ön-test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. TBT soruları Tam sayılar konusu için Milli Eğitim Bakanlığının İlköğretim Matematik Programında altıncı sınıflar için dört kazanım göz önüne alınmıştır (M.E.B. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2006). "Tam sayıları açıklar.", "Mutlak değer anlamını açıklar.", "Tam sayıları karşılaştırır ve sıralar." ve "Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar." kazanımlarını kapsamaktadır. Çalışma gruplarının uygulama öncesi "tam sayılar" konusu ile ilgili ön bilişsel bilgi seviyelerinin birbirine yakın olup olmadığının belirlenmesinde kullanılan TBT çoktan seçmeli 22 sorudan oluşmaktadır. Öncelikle belirtilen konu ile ilgili Milli Eğitim Bakanlığı (2007) tarafından belirlenen kazanımlar göz önüne alınarak ilköğretim yedinci sınıf matematik ders kitapları ve önceki yıllarda Milli Eğitim Bakanlığının yapmış olduğu sınavlarında çıkmış sorulardan ve benzer yapıda olanlardan 30 soruluk bir soru havuzu oluşturulmuştur. Alan uzmanı ve çalışma yapılan okuldaki matematik öğretmenlerinin de görüşleri alınarak bu sorulardan 26 tanesi seçilerek pilot çalışmada kullanılmıştır. Pilot uygulama sonucunda test maddeleri için madde toplam (item-total), madde kalan (item-remainder) ve madde ayırt edicilik indeksleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu inceleme sonucunda 1., 3., 10., 17. soruların istatistiksel olarak 0.05 düzeyinde ayırt edici özelliğe sahip olmadıkları görülmüştür. Bu dört madde atılarak soru sayısı 22' ye düşürülmüştür. Yapılan uygulamada KR-20 formülüyle hesaplanan testin güvenilirliği 0.773 olarak bulunmuştur. Ön test, uygulamadan hemen sonra deney ve kontrol grubu öğrencilerine son test olarak uygulanmıştır. Testin güvenilirlik katsayısı $\alpha = 0.824$ olarak bulunmuştur. Son test, uygulama bitiminden sekiz hafta sonra deney ve kontrol grubu öğrencilerine kalıcılık testi olarak tekrar uygulanmıştır. Testin güvenilirlik katsayısı $\alpha = 0.791$ olarak bulunmuştur.

Uygulama ve Süreç

Çalışmada, öncelikle belirlenen ilköğretim okulunun 6-C, 6-E, 6-İ ve 6-J sınıflarında öğrenim görmekte olan öğrencilerine ön test uygulanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda matematiksel başarıları birbirine denk olan 6-C ve 6-İ sınıfları çalışma grubu olarak seçilmiştir. Bu iki gruptan rastgele seçimle, 6-C sınıfı "deney grubu" ve 6-İ sınıfı "kontrol grubu" olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada dersler kontrol grubunda geleneksel öğretim, deney grubunda ise ders kitabı beraberinde görsel materyal ile işlenmiştir. Uygulama üç hafta boyunca sürmüştür. Bu süreye öğrencilerin materyaller hakkında bilgilendirildiği ve ön test-son testlerin uygulandığı süreler dâhil edilmemiştir.

Deney ve Kontrol grubunda dersler aşağıdaki plan çerçevesinde uygulanmıştır. Kontrol grubunda MEB İlköğretim Matematik Altı Ders Kitabı (Göğün, 2007b) ve Çalışma Kitabı (Göğün, 2007a) kullanılmıştır.

Tablo 1: Kazanımlarla bağlantılı etkinlikler, kullanılan materyaller ve süre

Kazanımlar	Ders ve Çalışma Kitabı Etkinlikleri	Kullanılan Materyaller (Deney Grubunda)	Süre
Tam sayıları açıklar.	Tam Sayılar	Sayı Doğrusu Modeli, Termometre Modeli	1 ders saati
Mutlak değer anlamını açıklar.	Tam Sayılar ve Mutlak Değer	Sayı Doğrusu Modeli, Termometre Modeli	1 ders saati
Tam sayıları karşılaştırır ve sıralar.	Tam Sayıları Karşılaştırma ve Sıralama	Sayı Doğrusu Modeli, Termometre Modeli	2 ders saati
Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar.	Tam Sayılarla Toplama ve Çıkarma İşlemleri	Sayı Doğrusu Modeli, (+,-) Pullar	8 ders saati

Çalışmada kullanılması düşünülen materyallerin tasarlanmasında, öncelikle “yapılandırmacı programa göre yeniden hazırlanan ders kitaplarına göre ders işlenmesine rağmen neden öğrenciler tamsayıları yapılandırmada hala zorluklar yaşamaktadır?” sorusu göz önüne alınmıştır. Bu noktada çalışmada, araştırmacı öğretmenin ders işlenmesi esnasındaki gözlemlendiği mevcut öğrenci deneyimleri yol gösterici olmuştur. Ders kitaplarında tamsayılar konusunun öğretilmesinde renkli sayı pulları ve termometre modeli önerilmektedir. Ancak öğretmenin bu önerilen sayı pullarını derste kullanırken mavi pulları (+), kırmızı renkli pulları (-) olarak kabul ettiği örneklerde, “Bir (+) ile bir (-) pul yan yana gelirse bunlar birbirini nötrleştirir sonuç sıfır olmaktadır” şeklindeki yaptığı açıklamayı öğrencilerin tam anlamlandırmakta zorlandıkları görülmüştür. Çünkü ortada hala hem renkler aynı kalmakta hem de işaretler durmaktadır. “Nötrleştirme nasıl olmaktadır?” sorusu öğrenciler için yine devam etmektedir. Diğer önerilen termometre modeli ise, öğretmen tarafından özellikle günlük yaşantımızdaki soğuk havalardaki sıcaklık değişiminin negatif sayılarla temsil edildiğinin gösterilmesinde veya ani sıcaklık değişimlerinin pozitiften negatife geçiş yönü ile beraber sayıların yön ve büyüklükleri hakkında bilgi vermek amaçlı kullanılmaktadır. Burada da şöyle bir sıkıntılı durumla karşılaşılmaktadır. Kabul edelim ki öğretmen sınıf ortamına gerçek bir termometre getirsin. Sınıf ortamında ani sıcaklık farklarını istenilen zamanda oluşturamadığı için öğrenciler termometre üzerinde bu değişimleri gözleyememektedirler. Bunların yanı sıra öğretmen sayı pulları ve termometre modelini sınıf ortamına getirerek kullansa bile ancak konuların geçtiği ilk durumlar için bunu yapmakta geri kalan kısımda tahtaya şekilleri çizerek şekiller üzerinden açıklama yapmaktadır. Yani materyal ile öğrenciler arasında istenilen etkileşim sağlanamamaktadır.

Bu noktada çalışmada kullanılması planlanan materyallerin bu sıkıntılı durumları ortadan kaldıracak şekilde tasarlanması ve öğretmenle beraber bütün öğrencilerin de aynı materyalleri eş zamanlı olarak kullanması gerekmektedir.

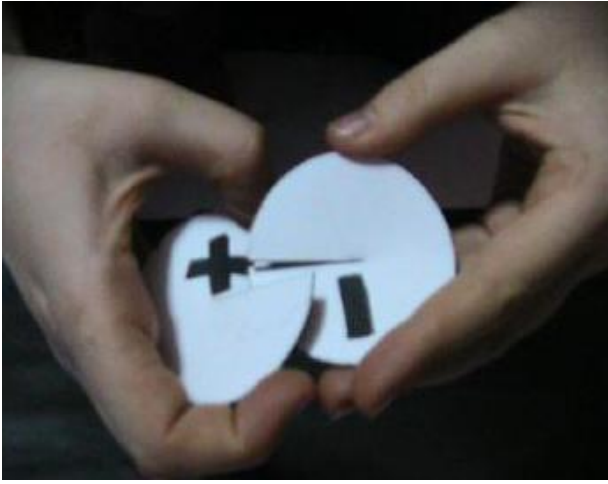
Belirtilen düşünceler ile beraber görsel materyallerin tasarlanmasında çeşitli kaynaklardan (Baykul, 2004; Göğün, 2007b; Mc Corkle, 2001; Linchevski ve Williams, 1999) yararlanılmıştır. Görsel materyalin olumlu etkilerinin ortaya çıkmasında görsel materyalin tasarımı ve kullanımı konusunda dikkat edilmesi gereken unsurlar bulunmaktadır. Bu çalışmada materyalin tasarımı ve kullanımı konusu üzerine özen gösterilmiştir. Öncelikle, çalışma sırasında kullanılan materyallerin öğrenciler tarafından yapılabilecek sadelikte olmasına, öğrencilerin yaş düzeyine uygun, işlemleri açık şekilde anlatacak sade materyaller olmasına ve birden fazla kazanıma hitap etmesine dikkat edilmiştir.

Uygulama sürecine geçmeden önce bir veli toplantısı yapılarak çalışma hakkında veliler bilgilendirilmiştir. Kendilerine uygulamada kullanılacak olan materyaller tanıtılmış bu materyaller için gerekli olacak malzemelerin neler olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, veli ve öğrencilere malzemelerin bulunması konusunda gerekli rehberlik sağlanmıştır. Örneğin, tahta sayı doğrusu için marangoza aynı boyutlarda kesilmiş tahta siparişi verilmiştir vb. Örnek olarak tasarlanan materyaller öğrencilere gösterilerek kendi materyallerini yaklaşık 2 ders saati boyunca okulda kendileri yapmışlardır. Fakat yapımı yetiştirilemeyen materyallerin evde tamamlanması istenerek derse hazırlıklı gelmeleri sağlanmıştır.

Tasarlanan Materyaller

Tasarlanan bu materyaller uygulama sürecinde hem öğretmen hem de öğrenci tarafından eş zamanlı kullanılmıştır. Öğrencilerin de elinde materyallerin bulunması zengin öğrenme ortamı oluşmasını aynı zamanda öğrencilerin birbiriyle ve öğretmen ile etkileşime geçmesini sağlamıştır. Bunun yanı sıra görsel materyal kullanımında materyalin hangi kavramı anlattığı, matematiksel olarak hangi işlemi modellediği öğrencilere çok iyi bir şekilde öğretmen tarafından açıklanmıştır. Çünkü öğrenciler görsel materyal ile matematik konusu arasındaki ilişkiyi doğrudan fark edememektedir. Bu anlamda görsel materyal kullanırken özellikle materyalin neyi temsil ettiği üzerine yoğunlaşıp konu ile ilişki kurulması için açık bir anlatıma başvurulmuştur.

(+,-) Pullar ve pano. Bu materyalde, öğrencilerin + ve - işaretlerinin birbirini nasıl nötrleştirdiği ve hangi rengin hangi işareti temsil ettiği noktasında yaşadıkları sıkıntıları ortadan kaldıracak şekilde olması gerektiği göz önüne alınmıştır. İlk önce işlem esnasında + ve - sembolünün ortadan kalkabileceği ve her iki işaretinde aynı renkle temsil edilmesi üzerinde durulmuştur. Böylece pulların dairesel yapıda birbirinin içine geçirilmesinin uygun olacağı düşüncesiyle aşağıdaki şekilde + ve - işaretli pullar oluşturulmuştur.

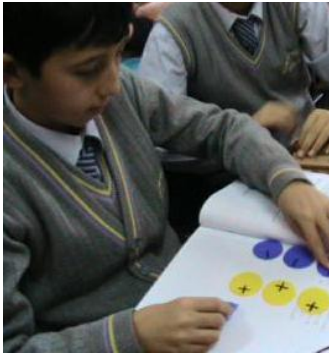


Şekil 1. Öğretmenin kullandığı pullar.

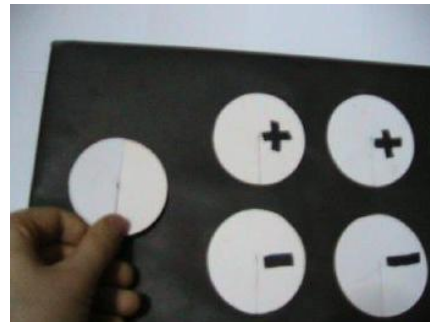


Şekil 2. Pulların kesik bölümlerden geçirilmesi.

Pullar öğretmen ve öğrenciler için iki farklı şekilde tasarlanmıştır. Öğretmenin kullandığı materyal bütün öğrencilerin yapılan işlemleri rahatlıkla görebilmelerini sağlamak için mıknatıslı pullar ve sac levhadan oluşmaktadır. Öğrenci materyallerin de ise renkli fon kâğıtları kullanılmıştır. Önce mıknatıslı levhadan dairesel yapıda pullar kesilerek dairelerin üzerine + ve - işaretler yazılmıştır. Dairelerin birbirinin içine geçmesini sağlamak için daireler merkez noktalarına kadar kesilmiştir. Bu sayede öğrenciler + ve - pulları birbirinin içine geçirerek işaretlerin ortadan kalktığını gözlemleyebilmişlerdir. Artı ile artı işaretin veya eksi ile eksi işaretin nötrleşmeyeceği özellikle belirtilmiştir.



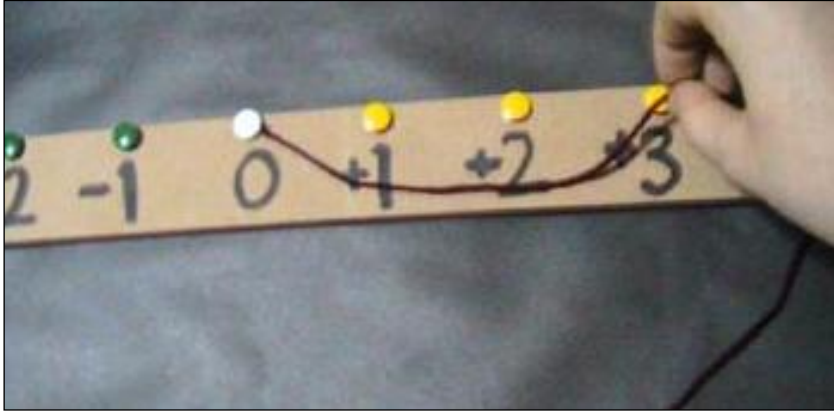
Şekil 3. Öğrencilerin pulları kullanımı



Şekil 4. Artı ve eksi işaretlerinin nötrleştirilmesi sonucu işaretli tek pulun oluşturulması.

İpli sayı doğrusu modeli. Bu model tasarlanırken öğrencilerin sayı doğrusu üzerinde pozitif ve negatif yönde kaç sayı aralığı ilerlendiğini daha iyi fark etmeleri göz önüne alınmıştır. Bu nedenle ilk önce sayı doğrusunu temsil eden tahtaların üzerine sayılar yazılmıştır. Her sayının olduğu noktaya raptiyeler çakılarak öğrencilerin sayı aralıklarını hissetmeleri sağlanmıştır. Sıfır işlemlerde başlangıç noktasını gösterdiği için ilk önce bu noktaya ip bağlanmıştır. Böylelikle öğrenciler ip istenilen yönde ve miktarda ilerletip vardıkları noktadaki sayıyı gösterebilmektedirler. Bu durum öğrencilere sayılar arasındaki farkı ve gitmeleri gereken adımları raptiyeler arasındaki boşlukları sayarak görmelerine yardım etmiştir.

Bu materyal marangoza özel ölçü verilerek tahtadan hazırlanmıştır. Hazırlanan bu tahta model üzerinde (-6)'dan (+6)'ya kadar sayılar yer almaktadır. Ayrıca, bu sayı doğrusunun daha da uzayabileceği öğrencilere belirtilmiştir. Öğretmenin kullandığı sayı doğrusu öğrencilerin görmesi açısından daha büyük boyutlarda yapılmıştır.



Şekil 5. İpli sayı doğrusu modeli.

Hareketli termometre modeli. Bu materyal için asetat kâğıdı silindir şeklinde sarılarak aynı ölçülerde şeffaf borular oluşturulmuştur. Borunun boyuna kâğıt bant yapıştırılarak, bantın üzerine dereceler yazılmıştır. Boruda hareket edecek silindir sütun için tahta pullar üstü üste yapıştırılmıştır. Pulların borunun içinde hareket ettirilmesi sağlanarak sayı geçişleri gösterilmiştir.



Şekil 6. Hareketli termometre modeli.

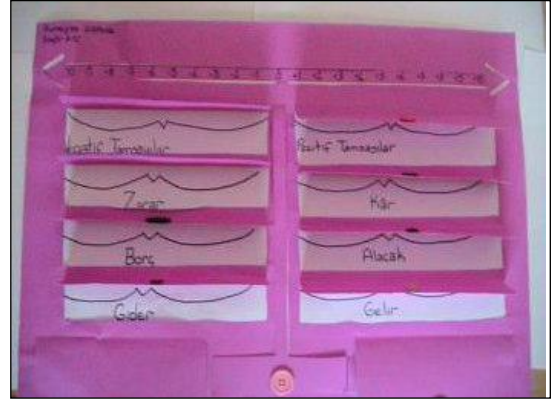


Şekil 7. Hareketli termometre modeli.

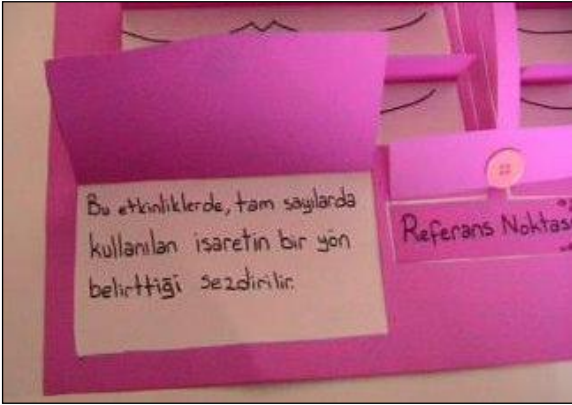
Öğrencilerin tasarladığı materyaller. Çalışma bitiminden sonra öğrencilerden konu ile ilgili çeşitli materyaller tasarlamaları ve bunları derste sunmaları istenmiştir. Öğrencilerin hazırladıkları materyaller aşağıda örneklendirilmiştir.



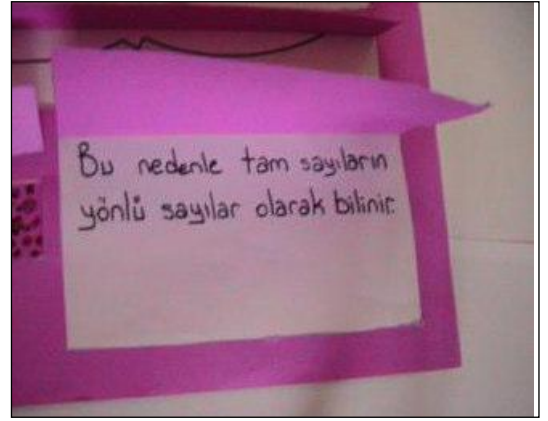
(a)



(b)



(c)



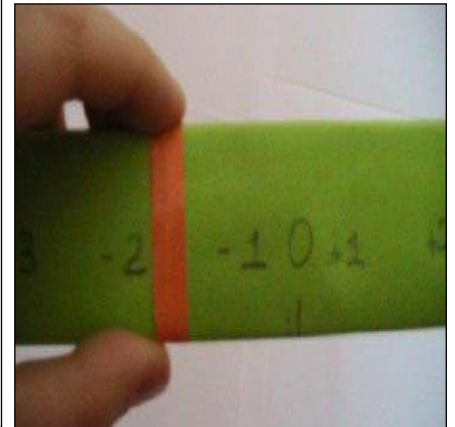
(d)



(e)



(f)



(g)

Şekil 8. Tam sayı kavramını anlatan öğrenci tasarımları.

Verilerin Analizi

Çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntestlerden aldıkları puanların ayrıca son test ve kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılmasında aritmetik ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla bağımsız grup t testi yapılmıştır. Ayrıca karışık desenlerde tekrarlı ölçümler için iki yönlü 2x3 faktörlü ANOVA kullanılmıştır. Birinci faktör iki ayrı deneysel işlemi (1. Görsel Materyal Destekli Öğretim Yöntemini, 2. Ders Kitabına Bağlı Geleneksel Öğretim Yöntemini), ikinci faktör ise deney öncesi ile deney sonrası ölçümleri (ön test- son test ve kalıcılık testi) ifade etmektedir. Çalışma hipotezinde öğrencilerin başarıları bağımlı değişken, uygulanan öğretim yöntemleri ise bağımsız değişkendir. Bağımsız değişkenin yukarıda da ifade edildiği gibi iki düzeyi vardır. Analizden önce tek faktör üzerinde tekrarlı ölçümler için iki

faktörlü ANOVA olarak da isimlendirilen istatistiksel modelin varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığına bakılmıştır (Büyüköztürk, 2003).

Bulgular

Bu bölümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test-son test ve kalıcılık testlerinden elde edilen bulgular verilmektedir.

Tablo 2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanlarının bağımsız grup t-testi ile karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
Deney Grubu	30	25.57	19.968			
				58	1.364	0.179
Kontrol Grubu	30	19.97	11.360			

Tablo 2'ye göre [$t_{(58)} = 1.364, p > .05$] olduğu için deney ve kontrol gruplarının ön-test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığına söylenebilir.

Tablo 3. Matematik başarı testi öntest-son test ve kalıcılık puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön Test			Son Test			Kalıcılık Testi		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	30	25.57	19.97	30	54.03	22.37	30	50.47	22.35
Kontrol	30	19.97	11.36	30	37.83	17.83	30	36.50	17.67

Tablo 3'e göre deney grubu öğrencilerinin ön testten aldıkları puanların ortalaması 25.57; son testten aldıkları puanların ortalaması 54.03; kalıcılık testinden aldıkları puanların ortalaması ise 50.47'dir. Bu testler arasında anlamlı farkın olup olmadığını saptamak için yapılan Tekrarlayan Ölçümler İçin Anova istatistiğine ilişkin bulgular Tablo 4'te aşağıda verilmektedir.

Tablo 4. Deney grubu öğrencilerinin öntest-son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin anova tablosu

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Testteki Fark**
Deneklerarası	36135.289	29	1246.044			
Ölçüm	14430.822	2	7215.411	72.75	.000*	2-1,
Hata	5752.511	58	99.181			3-1
Toplam	56318.622	89				

* $p < .05$ düzeyinde anlamlıdır. ** Bonferroni testi sonucu farklılık görülen ölçümler

Tablo 4'e göre deney grubu öğrencilerinin öntest (1), son test (2) ve kalıcılık testinden (3) aldıkları puanlar arasında anlamlı fark vardır. Aritmetik ortalamalar arasındaki farkın hangi testlerde olduğu, yapılan Bonferroni testiyle belirlenmiştir.

Bonferroni testinin sonuçlarından da görüleceği gibi deney grubu öğrencilerinin öntest ve sontest, öntest ve kalıcılık testi arasındaki fark anlamlıdır. Sontest ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı fark yoktur. Bu durumda deney grubundaki öğrencilerin, konuyu iyi öğrendikleri ve öğrenilen bilgilerin kalıcı olduğu söylenebilir.

Kontrol grubu öğrencilerinin öntestten aldıkları puanların aritmetik ortalaması 19.97; sontestten aldıkları puanların aritmetik ortalaması 37.83; kalıcılık testinden aldıkları puanların aritmetik ortalaması ise 36.50'dir. Test puanları arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Tekrarlayan Ölçümler için Anova istatistiğine ilişkin bulgular Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5. Kontrol grubu öğrencilerinin öntest-sontest ve kalıcılık testinden aldıkları puanlarına ilişkin anova tablosu

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Testteki Fark**
Deneklerarası	13172.900	29	454.210			
Ölçüm	5943.467	2	2971.733	19.492	.000*	2-1,
Hata	8842.533	58	152.457			3-1
Toplam	27958.9	89				

* $p < .05$ düzeyinde anlamlıdır. ** Bonferroni testi sonucu farklılık görülen ölçümler.

Tablo 5'te görüldüğü gibi kontrol grubu öğrencilerinin öntest, sontest ve kalıcılık testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı fark vardır. Yapılan Bonferroni testinde öğrencilerin öntest, sontest puanları arasında fark görülmekte ancak sontest ve kalıcılık testinden aldıkları puanlar arasında ise fark gözlenmemektedir.

Bu durumda kontrol grubundaki öğrencilerin de konuyu iyi öğrendikleri ve öğrenilen bilgilerin unutulmadığı söylenebilir. Kontrol grubunda geleneksel yöntemle ders işlenmiş olsa da ünite hedeflerine ulaşıldığı ve öğrenilen bilgilerin kalıcı olduğu gözlenmektedir. Burada öğretim yöntemi öğretmen merkezli olsa bile derslerde kullanılan ders kitaplarının yeni matematik programına göre yazılmış olması konunun işlenmesinde ders kitaplarındaki etkinliklerle öğrenme ortamının zenginleştirilmesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yapılan testlerden aldıkları puanlar arasındaki farklılığı ortaya koymak için Tekrarlayan Ölçümler için Anova istatistiği uygulanmıştır. Bulgulara ilişkin değerler Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntest, sontest ve kalıcılık testinden aldıkları puanlara ilişkin ANOVA tablosu

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası	55703.668	59			
Gurup (Deney/Kontrol)	6396.272	1	6396.272	7.524	0.008
Hata	49307.396	58	850.127		
Denekler İçi	34969.332	120			
Ölçüm (Öntest-Sontest -Kalıcılık)	19437.544	2	9718.772	77.244	0.000
Gurup*Ölçüm	936.744	2	468.372	3.723	0.027
Hata	14595.044	116	125.819		
Toplam	20734.336	179			

* $p < .05$ düzeyinde anlamlıdır.

Ortalamalar arasındaki farklar dikkate alındığında da deney grubunda 24.90 puanlık fark, kontrol grubunda 17.86 puanlık fark olduğu görülmektedir. Bu da tam sayılar konusu süresince deney grubundaki öğrencilerde daha fazla değişiklik gerçekleştiği şeklinde yorumlanabilmektedir. Bunun, deney grubunun konu süresince başlangıçta sahip olduğu önbilgilerin üzerine daha fazla hedef davranış kazandığını gösterdiği düşünülmektedir.

Tablo 7. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi puanlarının bağımsız grup t testi ile karşılaştırılması

Grup	Son test						Kalıcılık Testi					
	N	\bar{x}	ss	sd	t	p	\bar{x}	ss	sd	t	p	
Deney Grubu	30	54.03	22.37				50.47	23.347				
Kontrol Grubu	30	37.83	17.83	58	3.101	.003	36.50	17.667	58	2.613	.011	

Tablo 7’de görüldüğü gibi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testleri arasındaki farklılıkların karşılaştırılması amacıyla yapılan t testi sonuçlarına göre son test için [$t_{(58)} = 3.101; p = .003$] ve kalıcılık testi için [$t_{(58)} = 2.613; p = .011$] elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre deney grubu lehine anlamlı fark görülmektedir. Bu bulguya göre görsel materyallerle ders işlenen deney grubundaki öğrencilerin geleneksel öğretim yöntemi ile ders işlenen kontrol grubundaki öğrencilere göre ünite boyunca daha fazla öğrendikleri ve üniteye ilişkin daha çok bilgiyi hatırladıkları söylenebilir.

Tartışma

Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecine aktif olarak katılmaları gerektiğinden öğrenme sürecinde öğrencileri derse katabilecek, tartışma ortamları yaratarak onların daha anlamlı öğrenmelerini sağlayabilecek öğretim materyallerinin kullanımı önem taşımaktadır. Moyer’e (2001) göre öğretim materyalleri, sınıf ortamında öğretmenlerin soyut kavramları somutlaştırmak ve öğretimi daha etkili bir şekilde gerçekleştirmek için kullandıkları araçlardır. Matematik dünyası ile günlük hayatı ilişkilendirilmede aracı bir rol üstlenen bu materyallerin sınıf ortamında kullanılması öğrencilerin bilgiyi somutlaştırabilmeleri ve bunun sonucunda anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamaları açısından önemlidir.

Bu nedenle bu çalışmada “Tam sayılar” konusunun öğretilmesinde deney grubunda konuya özgü tasarlanılan görsel materyaller kullanılmıştır. Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7’deki bulgular hem deney ve hem de kontrol grubundaki öğrencilerin ön test puanlarına göre son test ve kalıcılık testi puanlarında artış olduğunu göstermektedir. Ancak konunun görsel materyallerle öğretimin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin puanlarındaki artışın, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum görsel materyallerle gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretime göre öğrencilerin daha iyi ve daha kalıcı öğrenmelerini sağladığı şeklinde yorumlanabilir. Tam sayılar konusunun materyal destekli öğretimin akademik başarı ve kalıcılık üzerine olumlu etkisinin olduğu Köroğlu ve Yeşildere (2004), Hayes ve Stacey (1990), Mc Corkle (2001), Hayes (1996) tarafından yapılan araştırmalar da desteklenmektedir.

Deney grubundaki öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinin daha iyi ve daha kalıcı olmasında öğrencilerin kendi materyallerini hazırlarken ve öğretmenle birlikte işlemleri gerçekleştirirken hem arkadaşları hem de öğretmenle işbirliği içinde bulunarak aktif bir öğrenme ortamı içinde bulunmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Çalışma bulguları, Baki ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan “Tamsayılarda Dört İşlem” konusunun öğretimi için Çoklu Zekâ Kuramına göre tasarlanan etkinliklerle gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretime göre öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini daha çok artırdığını ve daha kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdiğinin ortaya konulduğu araştırma çalışma bulgularını

destekler niteliktedir. Sarı'nın (2010) "somut materyallerle öğretimin dördüncü sınıf öğrencilerinin geometri başarısına etkisi" isimli yüksek lisans çalışmasında somut materyallerle öğretim gören öğrencilerin geometri başarılarında olumlu değişimler olduğu vurgulanmaktadır. Benzer şekilde, Tutak, Güder ve Acar'ın (2010) "geometri öğretiminde somut nesne kullanımının öğrenci başarısına etkisi" isimli çalışmalarında geometri öğretiminde somut nesne kullanımının öğrenci başarısını artırdığı belirtilmektedir. Ayrıca Gürbüz (2007), Güngör (2005) ve Karaduman (2005)'in yapmış olduğu araştırmalarda materyalin başarıya ve kalıcılığa olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

Farklı alanlarda yapılan araştırmalarda görsel materyallerin; öğrenci merkezli, zengin öğrenme fırsatları sunarak matematik yapmayı ve sevmeyi sağladığı (Kamina ve Iyer; 2009); matematik öğretimini eğlenceli hale getirerek öğrencilerin motivasyonlarını artırdığı (Kamina ve Iyer, 2009; Mc Neil ve Jarvin, 2007); öğrencilerin düşünme yollarını geliştirerek kalıcı matematik başarısı sağladığı (Brecht, 2000; Kamii ve Lewis, 1990; Wearne ve Hiebert, 1991; Williams ve Kamii, 1986); matematik tutumunu olumlu etkilediği (Castro, 1998; Mc Neil ve Jarvin, 2007; Patricia, 2001; Sowell, 1989; Thompson, 1992) yönünde sonuçlar ortaya konmuştur. Bu araştırmaların sonuçlarına paralel olarak, çalışmanın bulguları da "Tam sayılar" konusunun öğretiminde görsel materyallerle gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretime göre öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini daha çok artırdığını ve daha kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdiğini ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra özellikle günlük hayatta modellenilmesinde zorluk yaşanan negatif tam sayılar ve negatif tamsayılarla işlemler sürecinin keşfedilmesinde, matematiğin doğasını anlamada, matematiğin soyut düşünce kalıpları ile kendine özgü sembolik dili kullanmada, matematik problemlerini çözmeye ve matematiği kavramsal boyutta anlamada geleneksel yöntemle kıyasla çok daha etkili olduğu söylenebilir.

Yapılandırmacı öğrenme ortamının oluşturulmasında etkin rolü üstlenen görsel materyaller ile öğrenciler kavramları derinlemesine sorgulama ve tartışma fırsatı bulmuşlardır. Çünkü çalışmada kullanılan materyallerin tasarlanması ve kullanılması konusu üzerinde özenle durulmuştur. Özellikle öğrencilerin yaş düzeylerine uygun, kavramı ve işlemleri açık şekilde anlatacak sade materyaller tasarlanmasına dikkat edilmiştir. Bunun yanı sıra görsel materyal kullanımında "öğrencilerin görsel materyal ile matematik konusu arasındaki ilişkiyi doğrudan fark edememeleri" durumu göz önünde bulundurularak materyalin hangi kavramı anlattığı, matematiksel olarak hangi işlemi modellediği öğrencilere anlaşılır bir şekilde öğretmen tarafından açıklanmıştır. Bu bağlamda öğretmenlerin görsel materyalleri kullanırken özellikle materyallerin neyi temsil ettiği üzerinde yoğunlaşarak konu ile ilişki kurulması için açık bir anlatıma başvurularının gerekli olduğu söylenebilir. Belirtilenler ışığında, çalışmada görsel materyallerin eldeki malzemelerle öğrencilere yaptırılması, öğretmen ile eş zamanlı materyali kullanmaları görsel materyalin etkisini arttırdığı düşünülmektedir.

Böylece, görsel materyallerin kullanıldığı öğretim sürecince yapılan gözlemlerde öğrencilerin bilgileri yorumlama ve derse istekle katılma eğilimlerinde artma, özellikle de görsel materyallerin öğrencilerin kendileri tarafından yapılması aşamasında konunun kavramsal boyutunun daha fazla farkına vardıkları ve arkadaşları ile tartışarak problemleri çözdükleri gözlenmiştir. Bu kapsamda yapılan araştırmalarda öğretim ortamlarında materyaller kullanılması öğrencilerin dikkatlerini canlı tutma, bilgiyi zihinde kodlamayı kolaylaştırma, öğrenmeyi kalıcı hale getirme, soyut kavramları somutlaştırıp öğrenmeyi güçlendirme, düşünmenin sürekliliğini sağlama ve öğretim sürecini etkin kılma yönünde etkili olduğu belirtilmektedir (Çilenti, 1988; Şahin ve Yıldırım, 1999; Şimşek, 2002; Yıldız, 2002). Bu araştırma bulguları da ulaşılan sonuçları destekler niteliktedir.

Sonuç ve Öneriler

"Tam sayılar" konusunun görsel materyallerle öğretimi ile geleneksel yöntemle öğretiminin öğrencilerin matematik başarıları ve öğrenmelerinin kalıcılığına etkisini karşılaştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada, her iki öğretimde istatistiksel olarak anlamlı bir değişime sebep olduğu bulunmuştur. Ancak öğretim yöntemleri karşılaştırıldığında, görsel materyallerle gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretime göre öğrencilerin matematik başarıları ve öğrenmelerinin kalıcılığına etkisini arttırmada daha etkili olduğu ve bu etkinin anlamlı olduğu belirlenmiştir.

İlköğretimin ikinci kademesinde ilk defa öğretilen “tamsayılar” konusu soyut yapısı gereği öğrenilmesinde zorluk yaşanan konulardan biridir. Bu nedenle konuya özgü tasarlanan materyallerin yapımının her aşamasında öğrencilerin sürece dâhil edilmeleri onların kavramları daha kolay yapılandırabilmelerini sağlamıştır. Öğrencilerin öğrenme ortamında öğretmenle eş zamanlı olarak her bir kavramı kendi materyalleri üzerinde oluşturmaya çalışmaları onları aktif bir konuma getirerek anlamalarını kolaylaştırmış, derse katılımlarını ve anlamlı öğrenmelerini sağlamıştır. Bilgiyi anlamlı yapılandıran öğrencilerin dersleri eğlenerek öğrendikleri ve farklı bir kavramla karşılaştıkları zaman kendilerinin bu kavramı somutlaştırmak için öğretim esnasında kullanılan materyallerden farklı olarak yeni materyalleri hayal ettikleri görülmüştür. Bu süreç öğrencilerin bilişsel gelişimlerinin yanı sıra hayal dünyalarının da zenginleşmesine sebep olduğu söylenebilir. Özellikle öğrenme ortamında görsel materyallerin kullanılması öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci iletişimini artırması sebebiyle öğrencilerin kavramları daha fazla sorgulamalarını sağlayarak derse karşı ilgilerini artırmıştır. Öğrenme ortamlarında öğrencilerinde yapım aşamalarında bulunacakları kolay materyaller tasarlanarak sürece dâhil edilmelerinin matematik dersini sevdirmede önemli sonuçlar oluşturabileceği düşünülmektedir.

Materyallerle kavramların somutlaştırılması ve doğru yapılandırılması aşamasında öğrencilerle birebir ilgilenilmesi gerektiğinden uygulama sürecinde daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle görsel materyal ile öğretimin yapılabilmesi için kalabalık sınıfların öğrenci sayılarının azaltılmasında yarar görülmektedir. Çevre koşullarının uygun olmadığı durumlarda, öğretmenlerin tek düze ders anlatmak yerine farklı görsel materyallerle ve ellerini, bedenlerini, jest, mimik ve ses tonlarını kullanarak öğrencilere pek çok boyuttan hitap edebilmeleri; özellikle kaynaştırma çocuklarının bulunduğu sınıflarda bu öğrenciler için okullardaki rehberlik öğretmenlerinin, branş öğretmenleriyle işbirliği ile çalışarak öğrencilerin farklı özelliklerine uygun materyaller hazırlamalarının sağlanması oldukça önem taşımaktadır.

Öğrencilerin akademik başarıları ile matematik öz-yeterlikleri arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu bilinmektedir (Üredi ve Üredi, 2005). Bu nedenle görsel materyallerle öğretimin öğrencilerin matematik öz-yeterliklerine etkisine bakılabilir. Ayrıca öğretmenler görsel materyallerle kavramları daha derinlemesine sorgulama şansı yakalayabilmeleri nedeniyle bu yöntemin öğrencilerin eleştirel düşünme ve mantıksal düşünme yetenekleri üzerinde etkili olacağı öngörülmektedir.

Bu çalışma sonunda öğrencilerin tam sayılarla ilgili materyaller geliştirebilmeleri durumu göz önüne alındığında araştırmacıların materyal ile öğretimin öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri, problem çözme süreçleri, yaratıcılıkları, görsel-uzamsal yetenekleri ve üstbiliş düzeyleri üzerine etkilerini incelemeleri önerilebilir. Bunun yanı sıra görsel materyal ile öğrenmeye ilişkin araştırma sonuçlarının geçerliliğini arttırmak ve daha kesin genellemeler yapabilmek için bu yöntemin farklı yöntemlerle de karşılaştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Alkan, C. (2005). *Eğitim teknolojisi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Baki, A., Gürbüz, R., Ünal, S. ve Atasoy, E. (2009). Çoklu zekâ kuramına dayalı etkinliklerin kavramsal öğrenmeye etkisi: Tam sayılarda dört işlem örneği. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 237-259.
- Baykul, Y. (2004). *İlköğretimde matematik öğretimi (6.-8. Sınıflar)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Bohan, H. J. & Shawaker, P. B. (1994). Using manipulatives effectively: A drive down rounding road. *Arithmetic Teacher*, 41(5), 246-248.
- Brecht, L. J. (2000). *The Relative effects of cooperative learning, manipulatives, and the combination of cooperative learning and manipulatives on fourth graders' conceptual knowledge, computation knowledge, and problem solving skills in multiplication*. Dissertation Abstracts International (UMI No. 9985585)
- Bulut, S., Çömlekoğlu, G., Seçil Ö. S., Yıldırım H. ve Yıldız, T. B. *Matematik öğretiminde somut materyallerin kullanılması*. 16.03.2004 tarihinde <http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/ozetler/d188.pdf> adresinden alınmıştır.

- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Castro, C. S. (1998). Teaching probability for conceptual change. *Educational Studies in Mathematics*, 35: 233-254.
- Chin, C. & Teou, L. Y. (2009). Using concept cartoons in formative assessment: Scaffolding students' argumentation. *International Journal of Science Education*, 31 (10), 1307 - 1332.
- Clements, D. H. & McMillen, S. (1996). Rethinking "concrete" manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2 (5) 270-279.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2000). *Research method in education (fifth edition)*. New York: Routledge.
- Çilenti, K. (1988). *Eğitim teknolojisi ve öğretim*. Ankara: Kadioğlu Matbaa.
- Davidson, P.M. (1992). Precursors of non positive integer concepts: *Report-Research*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED356146).
- Demirel, Ö. (2010). *Eğitimde yeni yönelimler*. Ankara: Pegem A yayıncılık.
- Dereli, M. (2008). *Tam sayılar konusunun karikatürle öğretiminin öğrencilerin matematik başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Durmuş, S., Karakırık, E. (2006). Virtual manipulatives in mathematics education: a theoretical framework [Electronic version]. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 117-123.
- Göğün, Y. (2007a). *İlköğretim matematik 6 öğrenci çalışma kitabı*. Ankara: Güneş Yayınları.
- Göğün, Y. (2007b). *İlköğretim matematik 6 ders kitabı*. Ankara: Güneş Yayınları.
- Güngör, S. (2005). *Ortaöğretim geometri dersi üçgenler konusunda oluşturmacı yaklaşıma dayalı elle yapılan materyaller ve portfolyo hazırlamanın öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelenmesi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Gürbüz, R. (2007). Olasılık konusunda geliştirilen materyallere dayalı öğretime ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 259-270.
- Hayes, B. (1996). *Teaching for understanding of negative number concepts and operations*. University of Melbourne. www.aare.edu.au/96pap/hayeb96054.txt web sitesinden 8 Nisan 2008 tarihinde edinilmiştir.
- Hayes, B. ve Stacey, K. (1990). Teaching negative number using integer tiles. *Unpublished Report of Doctoral Thesis, University of Melbourne Department of Science and Mathematics Education*. <http://staff.edfac.unimelb.edu.au/~kayecs/publications/1990to96/HayesStacey-TeachingNeg.pdf> web sitesinden 29 Mart 2011 tarihinde edinilmiştir.
- Heinich, R., Molenda, M. ve Russell, J.D, (1993). *Instructional media and the new technologies of instruction*, 4th. Ed, NY: Macmillan Publishing Company, England.
- Hiebert, J., Wearne D., & Taber, S. (1991). "Fourth graders' gradual construction of decimal fractions during instruction using different physical representations." *The Elementary School Journal*, 91(4), 321-341.
- Kamii, C., & Lewis, B.A. (1990). Constructivism and first grade arithmetic. *Arithmetic Teacher*, 38(1), 34-35.
- Kamina, P. ve Iyer, N. N. (2009). From concrete to abstract: Teaching for transfer of learning when using manipulatives. *NERA Conference Proceedings 2009 Northeastern Educational Research Association (NERA) Annual Conference,10-23-2009*.
- Karaduman, H. (2005). *Sosyal bilgiler dersinde yapılandırmacı öğrenme ilkelerine göre hazırlanan öğretim materyallerinin öğrencilerin derse ilişkin tutumlarına, başarılarına ve hatırlama düzeylerine etkisi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kazu, H. ve Yeşilyurt, E. (2008). Öğretmenlerin öğretim araç-gereçlerini kullanım amaçları. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, cilt 18, sayı:2 sayfa:175-188.

- Kilhamn, C. (2008). *Making sense of negative numbers through metaphorical reasoning*. Göteborgs University. www.mai.liu.se/SMDF/madif6/Kilhamn.pdf web sitesinden 21 Haziran 2008 tarihinde edinilmiştir.
- Köroğlu, H. ve Yeşildere, S. (2004). İlköğretim 7. sınıf matematik dersi tamsayılar ünitesinde çoklu zekâ teorisi tabanlı öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 25–41.
- Körükcü, E. (2008). *Tam sayılar konusunun görsel materyal ile öğreniminin 6. sınıf öğrencilerinin matematik başarılarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Linchevski, L., & Williams, J. (1999). Using intuition from everyday life in “filling” the gap in children’s extension of their number concept to include the negative numbers: *Journal Articles. Reports - Research* (ERIC Documented Reproduction Service No. EJ602430).
- Mc Corkle, K. (2001). Relational and instrumental learning when teaching the addition and subtraction of positive and negative integers: *Master thesis, Faculty of California State University Domingues Hills*. (Digital Dissertation veri tabanı)
- Mc Neil, N.M. & Jarvin, L. (2007). When theories don’t add up: Disentangling the manipulatives debate. *Theory into Practice*, 46(4), 309-316.
- MEB. “İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı”. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara, (2005).
- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Moyer, P.S., Bolyard, J.J., Spikell, M. M. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8, 372-377.
- Nalçacı, A. ve Ercoşkun, M.H. (2005). İlköğretim sosyal bilgiler derslerinde kullanılan materyaller. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, sayı 11.
- Patricia, S. M. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematic*, 47, 175-197.
- Piaget, J. (1952). *The child’s conception of number*, Humanities press, New York.
- Ross, R. & Kurtz, R. (1993). Making manipulatives work: A Strategy for success. *Arithmetic Teacher*, 40(5), 254–257.
- Sarı, S. (2010). *The effect of instruction with concrete materials on fourth grade students’ geometry achievement*. Unpublished master's thesis. Middle East Technical University, Ankara.
- Sowell, E. J. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal of Research in Mathematics Education*, 20(5), 498–505.
- Şahin, T. ve S. Yıldırım (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayınevi.
- Şimşek, N. (2002). *Derste eğitim teknolojisi ve öğretim*. Ankara: Kadioğlu Matbaa.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2006). *İlköğretim matematik dersi öğretim programı ve kılavuzu 6.sınıf*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Thompson, P. W. (1992). Notations, conventions and constraints: Contributions to effective uses of concrete materials in elementary mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(2): 123-147.
- Thompson, P. W. and Thompson, A. G. (1994). “Talking about rates conceptually, Part I: A teacher’s struggle.” *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(3): 279-303.
- Tutak, T., Güder, Y. ve Acar, M. (2010). Geometri öğretiminde somut nesne kullanımının öğrenci başarısına etkisi, *9. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu (20- 22 Mayıs 2010)*, Elazığ, 2010, s. 229-234.

Üredi, I. ve Üredi, L. (2005). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin öz-düzenleme stratejileri ve motivasyonel inançlarının matematik başarısını yordama gücü. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 1, sayı: 2, s. 250-260.*

Vygotsky, Lev. (1978). *Mind in society*. Massachusetts: Harvard University Press.

Williams, C. K., & Kamii, C. (1986). How do children learn by handling objects? *Young Children, 42(1), 23-46.*

Yıldız, R. (Editör) (2002). *Öğretim teknolojisi ve materyal geliştirme*. Ankara: Mikro Yayınları.