

SOMUT VE SANAL MANİPÜLATİF DESTEKLİ GEOMETRİ ÖĞRETİMİNİN 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN GEOMETRİK YAPILARI İNŞA ETME VE ÇİZMEDEKİ BAŞARILARINA ETKİSİ*

Hakan YAMAN**
Tarık ŞAHİN***

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, somut ve sanal manipülatif destekli eğitimin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarılarını nasıl etkilediğini ortaya koymaktır. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın uygulaması, 2012-2013 eğitim-öğretim yılında İstanbul-Pendik ilçesindeki sosyo-ekonomik düzeyi orta seviyede olan bir ilköğretim okulundaki 56 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma verilerinin toplanması için araştırmacılar tarafından 21 soruluk "Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Testi" geliştirilmiştir. Geliştirilen "Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Testi"nin güvenilirlik katsayısı 0.75 olarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan gruptaki öğrenciler ile ilköğretim matematik dersi öğretim programının öngördüğü şekilde eğitim alan gruptaki öğrencilerin geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarı testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur. Her iki gruptaki öğrencilerin de başarılarının arttığı, fakat somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan öğrencilerin performanslarının daha iyi olduğu görülmüştür. Özetle bu bulgular öğrencilerin geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusundaki başarılarının somut ve sanal manipülatif destekli eğitim ile artırılabilirliğini ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar sözcükler: Somut manipülatifler, sanal manipülatifler, geometrik yapıları inşa etme, geometrik yapıları çizme.

CONCRETE AND VIRTUAL MANIPULATIVE -ASSISTED TEACHING OF GEOMETRY'S IMPACT ON THE SUCCESS OF BUILDING AND DRAWING GEOMETRIC STRUCTURES OF 5TH GRADE STUDENTS

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine how concrete and virtual manipulative-assisted education affects 5th grade students' success of building and drawing geometric structures or not. A quasi-experimental design was used in the experimental part of the study. The research application was carried out in 2012-2013 academic year in a primary school in Pendik, Istanbul, on 56 students whose socio-economic condition was average level. For the collection of research data, 21-item "Building and drawing geometric structures achievement test" was developed by the researcher. "Building and drawing geometric structures achievement test" reliability coefficient was found to be .75. As a result of research, building and drawing geometric structures

* Bu makale Tarık ŞAHİN (2013) tarafından Yrd. Doç. Dr. Hakan YAMAN danışmanlığında hazırlanan "Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisi" isimli yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümünden oluşturulmuştur.

** Yrd. Doç. Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Bolu, e-mail: hakanyaman@ibu.edu.tr

*** Öğretmen, Pendik Necip Fazıl Kısakürek Ortaokulu, İstanbul, e-mail: tarikshahin374@gmail.com

achievement test scores of the students who took concrete and virtual manipulative-assisted education were found to be statistically significant different from building and drawing geometric structures achievement test scores of the students who took primary school mathematics curriculum. The students who were educated in both ways increased their achievements but the students who took concrete and virtual manipulative-supported education were more successful. In summary, this results point out that the achievements of students on building and drawing geometric structures are associated with concrete and virtual manipulative-supported education.

Key words: Concrete manipulatives, virtual manipulatives, building geometric structures, drawing geometric structures.

1. GİRİŞ

Düşünce sistemimizi geliştiren matematiğin, doğrudan akıl yürütme süreçlerini kullanmayı gerektiren en önemli alanlarından birisi de geometridir. Geometri, matematiğin; nokta, doğru, düzlemsel şekil, uzay, uzaysal şekil ve bunlar arasındaki ilişkilerle geometrik şekillerin uzunluk, açı, alan, hacim gibi ölçülerini konu alan dalıdır (Baykul, 1997). “Geo” ve “metri” sözcüklerinden oluşan ve “yeryüzü ölçüsü” anlamına gelen geometri, şekillerin özelliklerini inceleyen matematik dalı, “hendese” olarak tanımlanmaktadır (Matematik Terimleri Sözlüğü, 2000). Geometri kısaca; dünyanın ölçümü anlamına gelmektedir. Bir başka deyişle geometriyi anlamak dünyayı anlamaktır.

Yapılan araştırmalar, matematikte olduğu gibi geometride de öğrencilerin, kavram yanılgılarına ve farklı algılama düzeylerine sahip olduklarını göstermektedir (Baki, 2006, s. 245; Küçük ve Demir, 2009; Ubuz, 1999; Yenilmez ve Yaşa, 2008). Öğrencilerin geometri konularını anlamlandırmada sıkıntı yaşamalarının en önemli sebebi geometri gibi görselliğe dayalı bir dersin gerçeklikten uzak sadece sınıf ortamına hapsedilmesidir. Hayatla iç içe olması gereken geometri bu ortamdan soyutlandıkça geometrik düşünülemediği için geometri başarısı da istenilen düzeye gelememektedir. Geometrik bilgi ve becerilerin kazanım sürecinde öğrencileri ezberciliğe itmek yerine, geometriyi ilişkiler ağı olarak göstermek ve öğretmek daha doğrudur (Olkun ve Aydoğdu, 2003).

1.1. Üç Boyutlu Yapılar

Geometriyi matematiksel düşünmenin bir parçası olarak gördüğümüzde, geometrinin üç boyutlu düşünme gibi alt dallarından da bahsetmek gerekmektedir. Hem geometri hem de matematik doğrudan üç boyutlu düşünmeyle ilişkilidir. Öğrencilerde üç boyutlu yapıların gelişimi erken yaşlarda oynanan oyunlarla oluşmaya başlar. Okul öncesi dönemde ahşap bloklarla oynanan oyunlar sistematik alt yapının oluşmasında katkı sağlar. Birinci sınıftan itibaren üç boyutlu yapıların incelenmesi, inşa edilmesi, açınımlarının yapılıp yapıştirilmesi, boyutlarının keşfedilmesi, kesit yüzeylerinin tahmin edilmesi ve bununla ilgili etkinlik düzenlenmesi çocuklarda bu konunun gelişimine katkıda bulunacaktır. Dolayısıyla farklı türde çok sayıda cismin çocuklar tarafından oynanması onların geometrik kavramları öğrenmesi için önemlidir (Greabell, 1978’den akt. Clements, 1999).

Karaman (2000) yaptığı araştırmada öğrencilerin geometri konularında yaşadıkları sıkıntıları matematik öğretmenlerine sormuştur. Yirmi beş matematik öğretmeni ile yapılan görüşmeler sonunda öğretmenler, öğrencilerinin “iki ve üç boyutlu şekillerin özelliklerini tanıyamadıklarını”, “tahtadaki şekilleri defterlerine geçirirken zorlandıklarını”, “nesneleri beceriyle kullanamadıkları ve onların farklı yönlerden görünümelerini gözlerinde canlandıramadıklarını”, “soyut düzlem geometrisi konularıyla ilgili sorular yerine, sayısal örnekleri tercih ettiklerini” belirtmişlerdir (Karaman, 2000). Bu bilgiler ışığında üç boyutlu yapılar konusunda öğrencilerin sorun yaşadıkları görülmektedir. Yapılan bir başka araştırmada ise (Mitchelmore, 1982’den akt. Roger, 1986) öğrencilerin aralarında farklılıklar olmakla birlikte üçüncü boyutu yeterince doğru algılayabilmelerinin 9 – 10 yaş civarında geliştiği ifade edilmektedir. Ayrıca bu farklılıkların biyolojik ve çevresel faktörlere bağlı olduğu ve üç boyutlu yapıların iki boyutlu yapılardan elde edilen bilgi ve tecrübelerle daha kolay öğrenilebildiği söylenmektedir.

1.2. Somut ve Sanal Manipülatif Kullanımı

Manipülatifler, çocukların matematiksel bir kavramı gösterebilmek için etrafında gezinebildikleri, hareket ettirebildikleri her türlü gerçek hayat materyali ya da nesnesi olarak tanımlanmaktadır (Heddens, 1997). Manipülatifler nesnelerin ve kavramların özelliklerinin somutlaştırılmasında kullanılmaktadır. Sınıfta somut nesnelerin kullanımıyla ilgili, öğrencilerin gerçek nesne ve modellerle çalışmalarının motivasyonlarını arttırdığı gibi öğrenmeyi de eğlenceli hâle getirdiği belirtilmiştir (Clements, 1999). Bununla beraber öğretimde sadece somut modellerin kullanımının tam bir başarı sağlamadığı ifade edilmektedir. Materyal kullanımında esas amacın anlayarak öğrenmeyi sağlamak olduğu vurgulanmaktadır. Bunun aksine bazen öğrenciler ezberci yaklaşımla sadece bu araç-gereçleri kullanmayı öğrenerek çok az bilgi öğrenebilmektedirler (Clements, 1999).

Somit nesnelere arasındaki ilişkileri, birbirine göre pozisyonlarını görebilme ve söyleyebilme küçük sınıflarda kazanılması beklenen davranışlar arasındadır. 4 ve 5. sınıflardan itibaren öğrencilerin dikkati geometrik yapıları ve şekilleri bir araya getirerek veya ayırarak ortaya çıkacak sonuçlar üzerine çekilmelidir. Böylece geometriyi oluşturan temel şekil ve bu şekillerin özelliklerinin birbirlerinden bağımsız olmadığı onlara hissettirilmelidir. Ayrıştırma veya bir araya getirme etkinlikleri yapılırken de öğrencilerin somut modeller ve materyaller üzerinde çalışmaları sağlanmalıdır (MEB, 2009). Araştırmalar, çocukların uzamsal yetenek ve geometrik düşüncelerini geliştirebilmek için somut model kullanmanın öneminden bahsetmektedirler (Clements ve McMillen, 1996; Doruk, Kıymaz ve Horzum, 2012; Yolcu ve Kurtuluş, 2010).

Somit nesne yani somut manipülatif kullanımıyla beraber, sanal manipülatifler de bilgisayar ortamında özellikle bazı soyut kavramların modellenerek somutlaştırılmasıyla, somut algılayma düzeyinde olduğu düşünülen öğrencilerin; kavramları daha iyi anlama, kavramlar hakkında yorum yapabilme ve kavramları problem çözmede kullanabilme yeteneklerini geliştirmelerinde yardımcı olduğu varsayılmaktadır (Durmuş ve Karakırık, 2006).

21. yüzyıl nesli teknoloji ile çoktan ayrılmaz bir bütün hâline gelmiştir. Nitekim artık tüm nesil bilgisayarlara ve tablet bilgisayarlara aşina ve bunların iyi birer

kullanıcılarıdır. Bu bağlamda 21. yüzyıl nesline teknoloji destekli ders içeriklerinin sunulması bir gerekliliktir ve aynı zamanda bu gereklilik hızla kaçınılmaz bir gerçeklik olmaya başlamıştır. Hızla artan teknoloji kullanımını geometri öğreniminde kullanmayı başarabilen 21. yüzyıl nesli anlamlandırma süreçlerinde ve de matematiksel düşünme yeteneklerinde yaşlılarına göre daha avantajlı olabileceklerdir. Soyut kalan geometri konularının somut manipülatif desteğinin yanında sanal manipülatif destekli anlatıldığı takdirde daha anlamlı öğrenmelerin oluşacağı düşünülmektedir. Gündüz, Emlek ve Bozkurt (2008) da buna paralel olarak, dinamik yazılım ve bilgisayar destekli eğitim uygulamalarının bir konunun öğrenilmesi, hatırlanması ve kavranılmasına çok uygun öğretim durumları yarattığı görüşünü savunmaktadır.

1.3. İlköğretim 1-5 ve 6-8. Sınıflar Matematik Dersi Öğretim Programında Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme

Ülkemizde, NCTM'nin çalışmaları da dikkate alınarak, 2005 yılında İlköğretim Matematik Dersi (1-5. Sınıflar ve 6-8. Sınıflar) Öğretim Programı¹ yenilenmiştir. Bu program incelendiğinde her sınıf seviyesinde geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili kazanımların yer almadığı görülmektedir. Yenilenen İlköğretim Matematik Dersi (1-5. Sınıflar ve 6-8. Sınıflar) Öğretim Programı'nda (2009) geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili kazanımlar, ilk defa 4. sınıf seviyesinde yer almaktadır. Bununla ilgili 4. sınıfta "İzometrik kâğıttaki çizimleri eş küplerle oluşturur." kazanımı yer almaktadır. Beşinci sınıf seviyesinde ilköğretim matematik dersi öğretim programında geometrik cisimler ile ilgili "İzometrik kâğıttaki çizimleri eş küplerle oluşturur.", "Eş küplerle oluşturulmuş bir yapıyı izometrik kâğıda çizer." kazanımları yer almaktadır. Altıncı sınıf seviyesinde geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusu ile ilgili kazanımlar İlköğretim Matematik Dersi (1-5. Sınıflar) Öğretim Programı'nda "Eş küplerle oluşturulmuş yapıların farklı yönlerden görünümünü çizer." şeklinde yer almaktadır. Yedinci sınıf seviyesinde öğrencilere sadece farklı yönlerden çizimi verilen birim küplerle oluşturulmuş yapıların çiziminin izometrik kâğıda aktarılması ve bu şekillerin yeniden inşası ile ilgili kazanımlara yer verilmektedir. Geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili kazanımlar 8. sınıf seviyesinde "Çizimleri verilen yapıları çok küplülerle oluşturur, çok küplülerle oluşturulan yapıların görünümünü çizer." kazanımıyla yer almaktadır.

Geometrik düşüncenin gelişimi, geometri başarısının önemi ve gerekliliğinden dolayı, bu çalışmada, 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili başarılarının, ilköğretim matematik öğretim programında yer alan kazanımlar doğrultusunda somut ve sanal manipülatifler kullanılarak hangi oranda geliştirilebileceğinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.4. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın amacı, somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisinin incelenmesidir. İlköğretim çağında öğrencilerin, somut modellerle temsil edilen bilgileri daha anlamlı öğrendikleri belirtilmektedir (Clements ve McMillen, 1996). Özellikle

¹ Bu araştırma 2012-2013 eğitim öğretim yılında gerçekleştirildiği için dersler 2005 yılında yenilenen İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı'na göre işlenmiştir. Bu nedenle araştırmada adı geçen İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programları incelenmiştir.

matematik öğretiminde somut materyallerin kullanımı çok yararlıdır. Somut materyaller, soyut matematik kavramları somutlaştıran nesnelere, resimler gibi özel olarak bu amaç için oluşturulmuş matematik araç-gereçlerini ve gerçek hayattan nesnelere içerir (Van de Walle, 2004).

Sanal manipülatif kullanımının doğrudan bilgisayar ortamında teknoloji desteğiyle oluşturulduğu bilinmektedir. Özellikle matematik gibi soyut kavram ve ilişkilerin ele alındığı derslerde bu kavram ve ilişkilerin somutlaştırılmasında “sanal öğrenme nesnesi” ya da “sanal manipülatif” olarak adlandırılan bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi önem kazanmaktadır (Karakırık, 2008). Öğrencilerin teknoloji kullanımına göre geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Teknoloji kullanan öğrencilerin geometrik düşünme düzey ortalamaları, teknoloji kullanmayan öğrencilerin geometrik düşünme düzey ortalamalarına göre daha yüksektir (Breen, 2000; Clements, Battista ve Sarama, 2002; Larew, 1999; Olkun ve Altun, 2003). Sanal manipülatif kullanımının öğrencilerin muhakeme yeteneklerini arttırdığı, başka bir deyişle geometrik düşünme seviyelerine olumlu katkı sağladığı söylenebilir. Bu bağlamda geometrinin alt öğrenme alanında yer alan geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda somut ve sanal manipülatif destekli eğitimin anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığının araştırılması önemli görülmektedir.

Yenilenen ilköğretim matematik dersi öğretim programı “her çocuk matematik öğrenebilir” varsayımına dayanarak yeniden inşa edilmiştir (MEB, 2009). Bununla beraber her çocuk geometriyi öğrenebilir ve geometrik düşünme yeteneklerini de geliştirebilir. Öğrenciler geometrik şekilleri; inşa ederek, çizim yaparak, ölçerek, görselleştirerek, karşılaştırarak, şeklini değiştirerek ve sınıflandırarak aralarındaki ilişkileri keşfeder ve uzamsal yeteneklerini geliştirirler (NCTM, 2000).

1.5. Problem ve Alt Problemler

Bu araştırmanın problemi “Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarılarına etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu problem ışığında aşağıdaki sorulara da yanıt aranacaktır.

1. Somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan grupla, ilköğretim matematik dersi öğretim programına göre eğitim alan grubun geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan grubun ön ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. İlköğretim matematik dersi öğretim programına göre eğitim alan grubun ön ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, araştırmanın katılımcıları, veri toplama araçları, uygulamanın nasıl yapıldığı, verilerin nasıl toplandığı ve kullanılan istatistiksel yöntem ve teknikler açıklanmıştır.

2.1. Araştırmanın Deseni

Araştırma problemini test etmek amacıyla öğrencilerin geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarısı ile ilgili bilgilerini ortaya çıkarmak için araştırmacılar tarafından hazırlanan Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Testi (GYİÇT) ile nicel veriler toplanmıştır. GYİÇT ile toplanan bu nicel veriler üzerinden istatistiksel analizler yapılmıştır.

Bu araştırma, somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusundaki başarılarına etkisinin incelenmesini amaçladığı için kontrol gruplu ön test-son test yarı deneysel desene göre planlanmıştır. Bu desenin aşamaları Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1.
Araştırmanın Deseni

Grup	Öntest	İşlem	Sontest
G1	GYİÇT	E1	GYİÇT
G2	GYİÇT	E2	GYİÇT

G1: Deney Grubu

G2: Kontrol grubu

E1: Somut ve sanal manipülatif destekli uygulanan eğitim

E2: İlköğretim matematik dersi öğretim programının öngördüğü biçimde uygulanan eğitim

GYİÇT: Geometrik yapıları inşa etme ve çizme testi

Tablo 1’den de görüleceği üzere araştırmada iki tane 5. sınıf şubesi seçilmiştir. Bu şubelere ön test olarak GYİÇT uygulanmıştır. Daha sonra eğitim verilmiş ve eğitim sonunda GYİÇT tekrar uygulanmıştır.

2.2. Katılımcılar

Araştırma yarı deneysel bir çalışma olduğundan evren ve örneklem tayinine gidilmemiştir. Araştırma İstanbul ili Pendik ilçesindeki sosyo-ekonomik düzeyi orta seviyede olan bir devlet okulunda uygulanmıştır. Araştırmanın katılımcılarını 2012-2013 eğitim öğretim yılı bahar yarıyılında adı geçen devlet okulunda eğitimine devam eden 2 adet 5. sınıf şubesi oluşturmuştur. Deney ve kontrol gruplarının hazır bulunuşlukları açısından denk olup olmadıklarını belirlemek için grupların ön test puanları arasında Mann Whitney U-testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.
Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Puanları Arasında Yapılan Mannwhitney U-Testi Sonuçları

	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
5-A	28	30.63	857.50	332.500	.327
5-B	28	26.38	738.50		

Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde 5-A şubesinin ön test puanlarının sıra ortalamasının 30.63, 5-B şubesinin ön test puanlarının sıra ortalamasının ise 26.38 olduğu görülmektedir. Grupların ön test sıra ortalamaları arasında fark olup olmadığı ilişkisiz örneklem için Mann Whitney U-testi ile incelenmiş ve gruplar arasında ön test puanları açısından anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur ($U=332.500$, $p>.05$). Ön test uygulanan şubelerden rastgele seçim yapılmış ve B şubesi deney grubu (G1), diğer şube de kontrol grubu (G2) olarak belirlenmiştir.

2.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmada, zaman ve uygulamanın yapılacağı sınıfların 5 ders saati boyunca işleyeceği öğrenme/alt öğrenme alanları için kazanımlar dikkate alınarak araştırmacılar tarafından “Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Testi” adı altında bir başarı testi geliştirilmiştir. Geometrik yapıları inşa etme ve çizme testinin geliştirilmesi sırasında öncelikle beş ders boyunca işlenecek olan öğrenme/alt öğrenme alanlarına ait kazanımlar incelenmiş ve bu kazanımlar doğrultusunda geometrik yapıların inşası ve çizimi ile ilgili 21 soru hazırlanmıştır. Soruların bir kısmı alanyazından, bir kısmı ise etkinliklerde kullanılacak bilgisayar yazılımından yararlanarak araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Testin kapsam geçerliliği için hazırlanan 21 soruluk test 2 alan uzmanına, 2 matematik öğretmenine ve 1 ölçme ve değerlendirme uzmanına gösterilmiştir. Uzmanlardan alınan görüş ve öneriler doğrultusunda sorular üzerinde değişikliğe gidilmiştir. Böylece her maddenin seçilen kazanımlara uygun olduğu, test maddelerinin açık ve anlaşılır olduğu sonucuna varılmıştır. Bu şekilde testin kapsam geçerliği sağlanarak “Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Testi”ne son hâli verilmiştir. Testin oluşturulan son hâlinin pilot uygulaması araştırmanın uygulanacağı okula sosyo-kültürel, sosyo-ekonomik ve başarı yönünden denk olan başka bir devlet okulunda yapılmıştır. Pilot uygulama sonucunda elde edilen verilerden yararlanarak testin güvenilirliği için KR-20 katsayısına bakılmış ve bu katsayı 0.75 olarak bulunmuştur. Bu nedenle testin güvenilir olduğundan bahsedebiliriz.

Bu testte 15 soru çoktan seçmeli, 6 soru da çizim yapma sorusu olmak üzere toplam 21 soru bulunmaktadır. Öğrencilere her bir doğru cevabı için 1 puan, yanlış cevabı için de 0 puan verilmiştir. Bu durumda alınabilecek en yüksek puan 21, en düşük puan ise 0'dır.

2.4. Uygulama

Araştırmada 5. sınıf geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda seçilen kazanımlar doğrultusunda bir eğitim uygulanmıştır. Bu eğitim için deney gruplarında uygulanmak üzere, ilköğretim matematik programından ve yapılan araştırmalardan faydalanılarak sınıf içi etkinlikler tasarlanmıştır. Bu etkinlikler, deney grubunda hafta içi 5 ders saati boyunca uygulamalı olarak yapılmıştır. Bu etkinlikler, öğrencilerin daha aktif katılımlarını sağlamak için hazırlanmıştır. Araştırmacı sınıfta öğrencilere sadece rehberlik ederek çalışmalarını destekleyici rol üstlenmiştir.

Etkinlikler uygulanırken her bir öğrenciye o etkinlikle ilgili araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma yaprakları dağıtılmıştır. Etkinliklerde ilk olarak somut materyal kullanımı planlanmış ve öğrencilerin ilk etkinliklerini somut materyallerle yapmaları sağlanmıştır. Somut materyallerden sonra öğrencilerden, çalışma yapraklarında bulunan şekilleri bilgisayar ortamına aktarmaları ve böylece soyutlama yapmaları beklenmiştir.

Son olarak da araştırmacı, yapılan etkinlikle ilgili çalışma yaprağının sonundaki değerlendirme sorularının cevaplandırılmasına yardımcı olmuştur. Etkinliklerin amacı kısaca aşağıda belirtildiği gibidir:

1. Etkinlik I sayesinde öğrencilerin, verilen açınımlardan hangisinin küpe ait olduğunu bulabilmeleri, verilen açınımlardan küp oluşturamayacak olanları belirleyebilmeleri amaçlanmıştır. Ayrıca bu amaca yönelik etkinlik sıralamasında öğrencilerin önce tahmin etmeleri, sonra verilen çalışma kâğıdındaki açınımları keserek birleştirmeleri ve teknoloji yardımıyla bunu bilgisayarda görselleştirmeleri sonucunda küpün açınımları anlamlandırmaları amaçlanmıştır.
2. Etkinlik II sayesinde öğrencilerin, açınımları verilen cisimler kapatıldığında hangilerinin dikdörtgenler prizması olduğunu belirlemeleri, verilen şeklin dikdörtgenler prizmasının açınımları olabilmesi için yeter ve gerek şartların neler olduğunu fark edebilmeleri amaçlanmıştır.
3. Etkinlik III sayesinde öğrencilerin, belli sayıda verilen birim küplerle oluşturulmuş bir yapının inşasında kaç adet birim küp kullanıldığını fark edebilmeleri ve verilen yapıyı kendilerinin oluşturabilmeleri amaçlanmıştır.
4. Etkinlik IV sayesinde öğrencilerin, açınımları verilmiş şekillerden kapatıldığında küp olanları belirlemesi, verilen şeklin küpün açınımları olabilmesi için yeter ve gerek şartların neler olduğunu fark edebilmeleri amaçlanmıştır.
5. Etkinlik V sayesinde öğrencilerin, verilen şeklin hacminin kaç birim küpten oluştuğunu fark edebilmeleri amaçlanmıştır.

2.5. Örnek Bir Dersin İşlenişi

Etkinlik III'ü uygulayabilmek için sınıfa daha önceden oluşturulan gruplar için birer dizüstü bilgisayar, gruplara dağıtılmak üzere hazırlanan konuyla ilgili çalışma yaprağı ve birim küpler getirilmiştir. Öğretmen tarafından ders esnasında 4'er ve 5'er kişilik gruplar oluşturulmuştur. Hazırlanan çalışma yaprakları gruplara dağıtılmıştır.

Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen yapıların kaç adet birim küpten oluştuğunu şekillerin yanlarına yazmaları istenmiş ve gruplar bu sırada öğretmen tarafından izlenmiştir. Daha sonra öğretmen gruplara birim küpleri dağıtmış ve dağıtılan birim küplerle çalışma kâğıdındaki şekillerin gruplar tarafından oluşturulmaları istenmiştir. Çalışma kâğıdında başta belirttikleri birim küp sayısı ile bu yapıları verilen birim küplerle oluşturup oluşturamadıkları gruplara öğretmen tarafından sorulmuş ve gruplar tarafından yapılan yanlışlıklara grupların çok şaşırarak gözlemlenmiştir. Grupların ilk tahminleri ile birim küpleri kullanarak oluşturdukları yapılar arasında farklılıklar varsa nedenleri sorulmuş ve tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin oluşan bu dengesizlik durumunu anlamlandırmaları amaçlanmıştır. Sınıfta çalışma kâğıdında ve birim küplerle çalışma yapıldıktan sonra, öğrencilere bilgisayarlarındaki programda aynı yapıların oluşturulması istenmiştir. Öğrencilerin bilgisayarda bu şekilleri yapmak için sabırsızlandıkları, birbirlerini çok iyi motive ettikleri gözlemlenmiştir. Öğrenciler kullandıkları programda yapıların her yönden görünümünü görmüşler ve bazı gruplar birim küplerle yaptıkları hataları bu program sayesinde düzelttiklerini belirtmişlerdir.

Öğrenciler tarafından çok eğlenceli bulunan programda aynı zamanda oluşturdukları yapıları javascript sayesinde döndürebilmeleri, öğrencilerin geometrik yapıların arka yüzlerine de odaklanabilmelerini sağlamıştır. Bilgisayarda grupların şekilleri tamamlamalarından sonra gruplara birim küplerle tekrar bu yapıları oluşturmaları istendiğinde ilk defa yapmış oldukları hataları yapmadıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilere dağıtılan çalışma kâğıdındaki örnekler gibi aynı birim küp sayısını içeren farklı yapıların gruplar tarafından oluşturulup grup şeklinin oluşturulması istenmiştir. Bu etkinliğin sonunda öğrencilerden eş küplerle oluşturulan bir yapının kaç eş küpten oluştuğunu görebilmeleri, aynı yapıyı kendilerinin de oluşturabilmeleri beklenmiştir.

2.6. Verilerin Analizi

Geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarı testinde öğrencilerin her bir doğru yanıtları için birer puan verilmiştir. Veri toplama aracından elde edilen verilerin analizinde bir istatistik paket programı kullanılmıştır. Öncelikle çalışma grupları üzerinde gerçekleştirilen ölçümlerin normal dağılım gösterip göstermedikleri incelemek amacıyla normallik testi yapılmıştır. Araştırmadaki çalışma grubu olan deney ve kontrol gruplarındaki katılımcı sayısı elliden küçük olduğu için Shapiro-Wilk normallik analizleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, normal dağılım görülmediğinden istatistikî teknik olarak parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR ve YORUM

Araştırmanın bu bölümünde, elde edilen verilerin analizi sonucunda ortaya çıkan bulgular alt problemlerin sırasında sunulmuştur. Nicel araştırma desenine göre modellenen bu araştırmada ölçme araçları ile toplanan veriler, uygun istatistik teknikler kullanılarak analiz edilmiş ve bulgular tablo hâline getirilerek açıklanmıştır.

3.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi; “Somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan grupta, ilköğretim matematik dersi öğretim programına göre eğitim alan grubun geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarı testi ile ilgili son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeydi. Bu alt problemi test etmek için önce deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Gruplar açısından son test başarı puanlarının dağılımı normal dağılım göstermediği için deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasındaki fark, ilişkisiz örneklem için Mann Whitney U-testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test ile ilgili veriler deney ve kontrol grupları için Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3.

Geometrik Yapıları İnşa Etme ve Çizme Başarı Testi Son Test Puanlarına İlişkin Mann Whitney U-Testi Sonuçları

	N	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum_{sıra}$	U	p
Kontrol	28	23.93	670.00	264.000	.035*
Deney	28	33.07	926.00		

* p<.05

Tablo 3’ te görüldüğü gibi deney grubunun son test puanlarına ait sıra ortalaması ile kontrol grubunun son test puanlarına ait sıra ortalamaları arasındaki fark ilişkisiz ölçümler için Mann Whitney U-testiyle karşılaştırılmış ve bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($U = 264.000$; $p < .05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan grubun diğer gruba göre son test başarılarının daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Bu bulgu somut ve sanal manipülatif destekli eğitimin geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda ilköğretim matematik dersi öğretim programının öngördüğü şekilde verilen eğitimden daha başarılı olduğunu göstermektedir.

3.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi; “Somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan grubun ön ve son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeydi. Bu alt problemi test etmek için önce deney grubunun ön ve son test puanlarının ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Deney grubunun ön ve son test açısından başarı puanlarının dağılımı normal dağılım göstermediği için deney grubunun ön ve son test puanları arasındaki fark, ilişkili örneklem için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test ile ilgili veriler Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4.

Deney Grubunun Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son Test-Ön Test	N	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum_{sıra}$	z	p
Negatif Sıra	0	.00	.00		
Pozitif Sıra	26	13.50	351.00	-4.462*	.000
Eşit	2	-	-		

* Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4 incelendiğinde deney grubunun son test ve ön test puanları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($z = -4.462$; $p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanları lehine olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre verilen somut ve sanal manipülatif destekli eğitimin öğrencilerin geometrik yapıları inşa etme ve çizme ilgili başarılarında önemli bir etkisi olduğu söylenebilir.

3.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi; “İlköğretim matematik dersi öğretim programına göre eğitim alan grubun ön ve son test başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeydi. Bu alt problemi test etmek için önce kontrol grubunun ön ve son test puanlarının ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Kontrol grubunun ön ve son test açısından başarı puanlarının dağılımı normal dağılım göstermediği için kontrol grubunun ön ve son test puanları arasındaki fark, ilişkili örneklem için Wilcoxon

İşaretili Sıralar testi ile karşılaştırılmıştır. Bu test ile ilgili veriler Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5.
Kontrol Grubunun Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuçları

Son Test-Ön Test	N	$\bar{x}_{sıra}$	$\sum_{sıra}$	z	p
Negatif Sıra	2	13.75	27.50		
Pozitif Sıra	25	14.02	350.50	-3.913*	.000
Eşit	1	-	-		

* Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 5 incelendiğinde kontrol grubunun son test ve ön test puanları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($z = -3.913$; $p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanları lehine olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre ilköğretim matematik dersi öğretim programına göre yapılan eğitimin öğrencilerin geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili başarılarında bir etkisi olduğu söylenebilir.

4. TARTIŞMA

Araştırmanın bulguları, deney ve kontrol gruplarındaki 5. sınıf öğrencilerinin somut ve sanal manipülatif destekli eğitimi almadan önce, geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili başarı testinden hemen hemen aynı sonuçları aldıklarını ve aralarında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bir başka deyişle, 5. sınıf öğrencilerinin araştırmanın başında geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusundaki düzeylerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

21. yüzyılda nitelikli ve çağdaş eğitime olan ihtiyaç, teknolojinin eğitimde kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bilgisayar, içinde bulunduğumuz yüzyılın temel kültür öğelerinden biri olup, kullanımı hızla yaygınlaşan bir araç hâline gelmiştir (Odabaşı, 2006). Bu nedenle okullarda bilgisayar kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla son yıllarda bilgi teknolojileri sınıfları yaygınlaştırılmış ve tüm okullara MEB tarafından ücretsiz ADSL bağlantısı yapılmıştır. Ayrıca "Fatih Projesi" kapsamında da sınıfların akıllı tahta ile donatılması, her öğrenciye tablet dağıtılması ile teknolojinin öğretim ortamına taşınması sağlanmaya çalışılmaktadır. Yapılan tüm bu iyileştirme çalışmaları ile öğrencinin başarısının artırılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada da ilköğretim matematik dersi öğretim programının öngördüğü şekilde yapılan eğitime göre somut ve sanal manipülatif destekli yapılan matematik öğretiminin geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda daha etkili olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda, deney grubunun ön test ve son test başarıları arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Bir başka deyişle somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan 5. sınıf öğrencileri, eğitimden sonra geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili başarı testinden daha

yüksek bir başarı elde etmişlerdir. İlköğretim matematik dersi programının öngördüğü şekilde ders işlenen kontrol grubunda da belli bir artış görülmesine karşın somut ve sanal manipülatif desteğinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunun öğretilmesinde çok daha yararlı olduğu görülmektedir. Bu bulgu Assaf (1986), Bobango (1988), Breen (2000), Clements ve ark. (2002), Larew (1999), Olkun ve Altun (2003), Scally (1991)'in teknolojinin geometrik düşünme düzeyleri ve başarısı üzerine etkisiyle ilgili yaptıkları çalışmalarla da tutarlıdır.

Deney grubunun geometrik yapıları inşa etme ve çizme ile ilgili başarı testinden aldığı notlar ile kontrol grubunun geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarı testinden aldığı notlar karşılaştırılmış, her iki grubun da başarılarında artış görülmüştür. İstatistiki olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Deney grubundaki öğrenciler, somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alırken, kontrol grubunda ilköğretim matematik dersi programının öngördüğü bir eğitim izlenmiştir. Somut ve sanal manipülatif destekli eğitim için etkinlikler hazırlanmış, etkinliklerle beraber birim küplerden faydalanılmış ve etkinlikler öğrencilerin aktif katılımlarıyla bilgisayar ortamında da uygulanmıştır. Literatürde bilgisayar kullanımının öğrencilerin matematik ve geometri başarılarını arttırdığını gösteren çalışmalara rastlanılmaktadır (Önder, 2001; Sezer, 1989). Ayrıca öğrencilerin sınıf içerisindeki tartışmalara katılması, öğretmenin sadece bir rehber olarak bulunması ve öğrencilere yol göstermesi, öğrencilerin matematiksel kavramları daha kolay kavramasına yardımcı olmaktadır (Saenz-Ludlow ve Walgamuth, 1998; Carpenter, Levi ve Farnsworth, 2000). Bu araştırmada elde edilen bulgular da somut ve sanal manipülatif kullanılan ve sınıf içi tartışma ortamı oluşturulan eğitimin verildiği öğrencilerin ilköğretim matematik dersi programının öngördüğü eğitimin verildiği öğrencilere göre geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunun anlamını daha kolay oluşturabildiklerini göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Somut ve sanal manipülatif desteği verilmeden önce deney ve kontrol grubundaki öğrencilere geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarı testi ön test olarak uygulanmış ve öğrencilerin hemen hepsi üç boyutlu cisimler konusunda yanlışlıklar yapmışlardır. Hiçbir öğrenci ön testten tam puan alamamıştır.

Somut ve sanal manipülatif destekli eğitim verildikten sonra, bu eğitimi alan öğrencilerin son test başarılarının ön test başarılarından çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan öğrencilerin son test başarılarının, ilköğretim matematik dersi programının öngördüğü eğitimi alan öğrencilerin son test başarılarından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ders işleniş sırasında somut ve sanal manipülatif desteği alan öğrencilerin kullanılan program sayesinde geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda verilen yapıların üçüncü boyutlarını daha iyi görebildikleri, derinlik kavramını daha iyi algıladıkları ve grup çalışmalarında başlangıçta yaptıkları hataları düzelttikleri gözlemlenmiştir.

Bu bulgular ışığında somut ve sanal manipülatif destekli eğitimin öğrencilerin geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunu algılamalarını kolaylaştırdığı ve bu sayede öğrencilerin bu konu ile ilgili başarılarının uygulanan ilköğretim matematik dersi öğretim programının öngördüğü eğitimden daha iyi olduğu söylenebilir. Buradan

yola çıkarak da özellikle ilköğretim matematik dersi öğretim programına somut ve sanal manipülatif desteğinin entegre edilmesinin önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Özellikle somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin geometrik kavramların öğretiminde kullanılmasının öğrenci başarısını arttırabileceği söylenebilir. Eldeki bulgular göstermektedir ki bilgisayar ortamı keşif yoluyla öğrenmeye yardımcı olabilir.

21. yüzyılda, hızlı değişim ve gelişimler tüm sistemleri, aynı zamanda eğitim sistemini de derinden etkilemektedir. Öğrenme-öğretme süreçleri de bu teknolojik gelişmelerin etkisi altındadır. Günümüzde, eğitim aracı olarak teknoloji kullanımı, öğrenme-öğretme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sanal manipülatif kullanımı konusunda matematik eğitimcilerinin elinde yeterli sayıda Türkçe kaynak bulunmamaktadır. Bu çalışmada da araştırmacı tarafından yabancı bir web sitesi kullanılmıştır.

Sonuç olarak, geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda öğrencilerin hem deney hem de kontrol gruplarının başarılarında bir artış görüldüğü, fakat somut ve sanal manipülatif kullanımı ile yapılan eğitimin istatistikî olarak daha yüksek başarı sağladığı görülmektedir. Bu bulgular da özellikle geometri öğretiminde teknolojinin ve matematik yazılımlarının kullanılmasının etkili olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda, ilk ve orta öğretimde matematik eğitiminde teknoloji ve matematik yazılımlarının kullanılması yaygınlaştırılmalıdır. Özellikle matematik eğitimcileri için bilgisayar ortamında kullanılabilir sanal manipülatifler geliştirilmelidir. Bu amaçla, okullara ve öğretmenlere bu tür yazılımların kullanımı ile ilgili hizmet içi eğitimler verilmelidir. Ayrıca, öğretmen yetiştirme programlarında matematik yazılımlarının kullanımı ile ilgili dersler de yer almalıdır. Ancak, pek çok sorunla baş etmeye çalışan eğitim sistemimizde, bu konuya yer verilmesi ne kadar sağlanabilir sorusu önemli bir tartışma konusudur.

Eğitim fakültelerindeki öğretmen adayları, çocukların geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusunda kavram yanılgılarını somut ve sanal manipülatif destekli eğitimin minimuma indirebileceği hakkında bilgilendirilmelidir. Öğretmenler, geleneksel ders kitabını takip anlayışından uzaklaşmalı, öğretim materyallerini hazırlayan ve geliştiren kişiler olmalıdır. Ayrıca öğretmenler, somut ve sanal manipülatif kullanımının sınıf ortamında kullanılmasıyla ve sınıf içi tartışma ortamlarının oluşturulmasıyla etkili bir öğretimin sağlanabileceği konusunda bilinçlendirilmelidir.

TIMSS sınavında en çok geometri alt boyutunda; PISA'da ise sayısal alt boyutundan sonra en çok uzay ve şekil boyutunda başarısız olmamız ülkemizde geometri alanındaki başarısızlığımızın bir ispatı olabilir (MEB, 2003). Öğrencilerimize bilgi yüklemesi yapmakta, ama onları düşünmeye hiç sevk etmemekteyiz. Araştırmanın sonucunda geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusuna ait kazanımların bu sınıf seviyesine uygun olmadığı, öğrencilerin konuyu anlamlandırmakta zorlandıkları görülmüştür. Bu konuya ait kazanımların 5. sınıf kazanımlarından çıkarılıp daha üst sınıf kazanımlarına eklenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Yapılan eğitimin, ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizme başarısı etkisi üzerine yapılan bu çalışmanın bulgularına dayanarak yapılacak araştırmalara yönelik şu öneriler geliştirilmiştir:

1. Geometrik yapıları inşa etme ve çizme konusu dışında başka konuların öğretiminde de somut ve sanal manipülatif destekli öğretimin etkisi olabilir mi?
2. Bu araştırmada uygulanan çalışma yapraklarındaki yapıların bilgisayarda oluşturulması yöntemi yerine bilgisayarda görülen yapıların kâğıtta oluşturulması çalışmaları yapılabilir mi?
3. Arayüzü Türkçe olan sanal manipülatifler kullanılarak benzer çalışmalar gerçekleştirilebilir mi?
4. Benzer çalışmaların daha geniş örneklerle gerçekleştirilmesi ile genelleme yapılabilir mi? sorularına yanıt aranabilir.

KAYNAKLAR

- Assaf, S. A. (1986). *The effects of using logo turtle graphics in teaching geometry on eight grade students' level of thought, attitude toward geometry and knowledge of geometry*. *Dissertation Abstract Index*, 46 (10), 2925A.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi (3. Baskı)*. Derya Kitabevi, Trabzon.
- Baykul, Y. (1997). *İlköğretimde Matematik Öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Bobango, J. C. (1988). Van Hiele levels of geometric thought and student achievement in standard content and proof writing: The effect of phase-based instruction. *Dissertation Abstract Index*, 48 (10) 2566A.
- Breen, J. J. (2000). Achievement of van Hiele level two in geometry thinking by eight grade students through the use of geometry computer-based guided instruction. *Dissertation Abstract Index*, 60 (07) 2415A.
- Carpenter, T. P., Levi, L., ve Farnsworth, V. (2000). *Building a foundation for learning algebra in the elementary grades*. Madison, WI: National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics Education.
- Clements, D. H. ve McMillen, S. (1996). Rethinking Concrete Manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2 (5), 270-279.
- Clements, D. H. (1999). 'Concrete' Manipulatives, 'Concrete' Ideas, State University of New York, Buffalo, USA. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1 (1), 45-60.
- Clements, D. H., Battista, M. T. ve Sarama, J. (2002). Logo and geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*. Monograph Number 10.
- Doruk, B. K., Kıymaz, Y. ve Horzum, T. (2012). İspat yapma ve ispatta somut modelden yararlanma üzerine sınıf öğretmeni adaylarının görüşleri. *X. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde
- Durmuş, S. ve Karakırık, E. (2006). Virtual Manipulatives in Mathematics Education: A Theoretical Framework. *TOJET*, 5 (1).
- Gündüz, Ş., Emlek, B. ve Bozkurt, A. (2008). Computer Aided Teaching Trigonometry Using Dynamic Modelling In High School, *8th International Educational Technology Conference*, 6-7-8-9 May 2008, Anadolu University, Eskişehir, 1039-1043
- Heddens, J. W. (1997). *Improving Mathematics Teaching by Using Manipulatives*. Kent State University. http://www.hkame.org/hk/html/modules/tinyd2/content/Edumath/v4/v4_47to50.pdf adresinden alınmıştır

- Karakırık, E. (2008). SAMAP: A Turkish Math Virtual Manipulatives Site. 15.08.2013 tarihinde <http://www.ietc2008.anadolu.edu.tr/online.php> adresinden alınmıştır.
- Karaman, T. (2000). *The Relationship between gender, spatial visualization, spatial orientation, flexibility of closure abilities and the performances related to plane geometry subject of the sixth grade students*. Unpublished master's thesis, Boğaziçi University, Istanbul, Turkey.
- Küçük, A. ve Demir, B. (2009). İlköğretim 6-8. sınıflarda matematik öğretiminde karşılaşılan bazı kavram yanlışları üzerine bir çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 97-112
- Larew, L., W. (1999). *The effects of learning geometry using a computer-generated automatic draw tool in the levels of reasoning college developmental students*. Unpublished doctoral dissertation. College of Human Resources and Education. Morgantown, West Virginia.
- TDK (2000). *Matematik Terimleri Sözlüğü*, Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara
- MEB (2003). *TIMMS 1999 Üçüncü Uluslar Arası Matematik ve Fen Bilgisi Çalışması: Ulusal Rapor*. Millî Eğitim Bakanlığı Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- MEB (2009). *İlköğretim Matematik Dersi (1-5. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB (2009). *İlköğretim Matematik Dersi (6-8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- NCTM, (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teacher of Mathematics, Reston, VA.
- Odabaşı, F. (2006) *Bilgisayar Destekli Eğitim*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi: AçıkÖğretim Yayınları.
- Olkun, S. ve Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *TOJET*, 2 (4) Article 13.
- Olkun, S ve Aydoğdu, T. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMMS) nedir? Neyi sorgular? Örnek geometri soruları ve etkinlikler. *İlköğretim Online*, 2 (1), 28-35
- Önder, F. (2001). *Bilgisayar Destekli Geometri Öğretiminin İlköğretim Öğrencilerinin Başarısı Üzerine Etkilerinin Araştırılması*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Roger, D. B., 1986, Third Graders' Ability To Associate Foldout Shapes With Polyhedra Associate. *Education Resources Information Center, EJ749303*, 222-230.
- Saenz-Ludlow, A. & Walgamuth, C. (1998). Third graders' interpretations of equality and the equal symbol. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 153–187.
- Scally, S. P. (1991). The impact of experience in a logo learning environment on adolescent' understanding of angle: A van Hiele-based clinical assessment. *Dissertation Abstract Index*, 52 (03) 372A.
- Sezer, N. (1989). *Bilgisayarlı öğretimin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin matematik erişimine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü

- Ubuz, B. (1999). 10. ve 11. sınıf öğrencilerinin temel geometri konularındaki hataları ve kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Ankara, 16-17, 95-104.
- Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and Middle School Mathematics (5th ed.)*. Boston: Pearson Education
- Yenilmez, K. ve Yaşa, E. (2008). İlköğretim öğrencilerinin geometrideki kavram yanlışları, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, XXI (2), 461-483
- Yolcu, B. ve Kurtuluş, A. (2010). 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 9 (1), 256-274.

EXTENDED ABSTRACT

In our country, Primary Mathematics (1st-5th and 6th-8th grades) Curriculum was revised in 2005 by being taken the studies of NCTM into consideration. When the program is examined, it is seen that objectives related to constructing and drawing geometrical structures exist in each grade level. In the revised Primary Mathematics (1st-5th and 6th-8th grades) Curriculum (2009), the objectives related to constructing and drawing geometrical structures exist in 4th grade. In this grade level, the objective related to constructing and drawing geometrical structures is as “Students are able to construct drawings on isometric paper by congruent cubes”. In the 5th grade level, the objectives related to geometrical structures are as “Students are able to construct drawings on isometric paper by congruent cubes” and “Students are able to draw a structure constructed by congruent cubes on isometric paper”. In the 6th grade level, the objective related to constructing and drawing geometrical structures exists as “Students are able to draw views of the structures constructed by congruent cubes from different perspectives” in Primary Mathematics (1st-5th grades) Curriculum. In the 7th grade, the objectives exist related to transfer of drawings of structures constructed by cubes whose drawings from different perspectives are given to isometric paper and reconstruction of these structures. In the 8th grade, the objective related to constructing and drawing geometrical structures exists as “Students are able to construct structures whose drawings are given by multiple cubes, draw views of structures constructed by multiple cubes”.

The aim of this study is to investigate the effect of concrete and virtual manipulative supported geometry teaching on the achievement of constructing and drawing geometrical structures of 5th grade students. It is stated that students of primary school age can learn information represented by concrete models more meaningfully (Clements ve McMillen, 1996). Use of concrete materials is quite beneficial especially in teaching of mathematics. The concrete materials include objects concretizing abstract mathematics concepts, mathematics equipment being formed for this aim especially as pictures and real-life objects (Van de Walle, 2004).

It is known that use of virtual manipulatives is created in computer environment with the help of technology support. It is gotten importance that the development of computer software called as “virtual learning object” or “virtual manipulative” for the concretization of concepts and relationships in lessons especially as mathematics in

which abstract concepts and relationships exists (Karakırık, 2008). It is seen that there is significant relationship between geometrical thinking levels of students according to use of technology. The means of geometrical thinking level of students using technology are higher than the means of those not using technology (Breen, 2000; Clements, Battista ve Sarama, 2002; Larew, 1999; Olkun ve Altun, 2003). It can be said that use of ability virtual manipulatives improves reasoning of students, in other words it contributes geometrical thinking level of students positively. In this respect, it is thought important that the investigation of whether concrete and virtual manipulative supported education about constructing and drawing geometrical structures existing the sub-area of geometry constitute a significant difference or not.

The revised Primary Mathematics Curriculum was reconstructed on the basis of the assumption of “Every child can learn mathematics” (MEB, 2009). Together with this assumption, every child can learn geometry and develop also the ability of geometrical thinking. Students discover the relationships between geometrical figures by constructing, drawing, measuring, visualizing, comparing, reshaping and classifying and develop their spatial skills (NCTM, 2000).

The research question of this study is as “Is there an effect of concrete and virtual manipulative supported geometry teaching on the achievement of constructing and drawing geometrical structures of 5th grade students?”

For revealing the situation of the students related to the achievement of constructing and drawing geometrical structures, quantitative data was collected by the Constructing and Drawing Geometrical Structures Test (CDGST) developed by the researchers. Statistical analyses were carried out with data collected by CDGST.

This study was carried out according to pretest-posttest quasi-experimental design with control group because of the fact that it was aimed to investigate the effect of concrete and virtual manipulative supported geometry teaching on the achievement of constructing and drawing geometrical structures of 5th grade students.

Data was collected from a state school with middle-socio economic level in the county of Pendik, in İstanbul. The participants of the study were comprised of the 5th grade students of two classes of the state school, educating in fall semester in the academic year of 2012-2013. Mann Whitney U-Test was run in order to determine whether the control and experiment groups were equal in terms of their readiness or not. As a result of test, it was found that there was not a significant difference between the groups in terms of pretest scores ($U=332.500$, $p>.05$). The pretest groups were determined randomly and the class of B was assigned as control group (G1) and the other class was assigned as experiment group (G2).

An achievement test called as the “Constructing and Drawing Geometrical Structures Test” was developed by the researchers by being taken the objectives related to areas/sub-areas that the participants would learn throughout 5 lesson time into consideration. For the content validity, the test comprising of 21 questions, were examined by 2 field experts, 2 mathematics teachers and 1 measurement-evaluation expert. The pilot study of the last version of the test was applied to the students of another state school that was

similar to the state school, in which the study would be carried out, in terms of the aspects of socio-culture, socio-economic and achievement. As the result of pilot study, KR-20 was calculated 0,75 for the reliability of the test. Therefore, it can be said that the test is reliable.

The test of includes 21 questions comprising 15 multiple-choice questions and 6 drawing questions. The students are given 1 point for each correct answer and 0 point for each wrong answer. Therefore, the maximum score of the test is 21 and the minimum score of the test is 0.

Before concrete and virtual manipulative supported geometry teaching, CDGST was applied to the students in the control and experiment groups and it was found that nearly all of the students made mistakes about three-dimensional objects. None of the students could get full score.

It is seen that after concrete and virtual manipulative supported geometry teaching, the posttest scores of the control group were quite higher than their pretest scores. Moreover, it is found that the posttest scores of the students learned through concrete and virtual manipulatives supported education were higher than the posttest scores of the students learned through education required by Primary Mathematics Curriculum. It is observed that the students learned through concrete and virtual manipulatives supported education, could visualize the third dimension of given structures, perceive the concept of depth and fix their mistakes that they did in group studies at the beginning by means of the program used.

In the light of the findings, it can be said that concrete and virtual manipulative supported education facilitates the perception of constructing and drawing structures of the students and by means of this, the achievement of the students about this topic are better than the education required by Primary Mathematics Curriculum in practice. According to these findings, it is emerged that the integration of concrete and virtual manipulative support to Primary Mathematics Curriculum is important. It can be said that use of concrete and virtual manipulative supported geometry teaching in the teaching process of geometry concepts can increase students' achievement. The findings revealed that computer environment can aid learning through discovery.

As a conclusion, it is seen that achievement of both control and experiment groups increased in terms of constructing and drawing geometrical structures; however, concrete and virtual manipulative supported education also provided statistically higher achievement. These findings emerge that use of technology and mathematics software is efficient in especially geometry teaching. In this respect, use of technology and mathematics software in primary and elementary mathematics education should become prevalent. Especially for mathematics educators, virtual manipulatives that can be used in computer environments should be developed. With this aim, pre-service education should be given to schools and teachers about the use of this type of software. Moreover, there should be courses in teacher education programs about the use of mathematics software. However, it is an important discussion topic that how this issue can be achieved in our education system trying to cope with many questions.

Teacher candidates in education faculties should be informed about the fact that concrete and virtual manipulatives supported education can minimize misconceptions of students about constructing and drawing geometrical structures. Teachers should move away from the understanding of following course book and be individuals preparing and developing teaching materials. Moreover, teachers should be raised awareness about the fact that effective teaching can be provided by means of use of concrete and virtual manipulatives in classroom and creation of classroom discussion.

Being unsuccessful in geometry subtest mostly in TIMSS; in space and figure subtest mostly after numerical subtest in PISA can be an evidence of our country's failure in geometry (MEB, 2003). We overload more information to our students; however we never motivate them to think. As a result of this study, it is seen that the objectives about constructing and drawing geometrical structures are not appropriate for this grade level and students have difficulties in making sense of this topic. It is thought that extracting the objectives about this topic from the objectives of 5th grade and putting them into the objectives of upper grades can be more useful.