

Sınıf Öğretmenlerinin Sanal Manipülatiflere İlişkin Görüşleri *

Kadriye UZUNDAĞ, Ersen YAZICI**

Sınıf Öğretmenlerinin Sanal Manipülatiflere İlişkin Görüşleri

The Opinions of Classroom Teachers about Virtual Manipulatives

Özet

Abstract

Sanal manipülatiflerin, ilkökul öğrencilerinin kavramları daha iyi anlamasına, kavramlar üzerinde yorum yapabilmelerine ve kavramları problem çözmeye kullanabilmelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Matematik öğretiminde sanal manipülatiflerin etkili olabilmesi için, öğretmenlerin uygun manipülatifleri seçebilmeleri ve bunları etkili bir şekilde kullanabilmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, araştırmanın amacı sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatiflere ilişkin görüşlerini incelemektir. Araştırma tarama modelinde olup, betimsel bir nitelik taşımaktadır. Sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatiflerden haberdar olma ve sanal manipülatifleri kullanma durumlarına ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen anket uygulanmıştır. Betimsel analizler yoluyla elde edilen bulguları desteklemek amacıyla, sanal manipülatifleri kullandığını ifade eden öğretmenlerden 3'ü ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırma verisinin analizinde betimsel istatistikler, değişkenler arasındaki ilişkilerin ölçülmesinde ki-kare analizi kullanılmıştır. Araştırmaya katılan 278 öğretmenden 254 tanesinin matematik öğretiminde sanal manipülatifleri kullanmadıkları tespit edilmiştir.

It is thought that virtual manipulatives help primary school students to better understand concepts, interpret concepts and use concepts to solve problems. In order for virtual manipulatives to be effective in mathematics teaching, teachers need to be able to select the appropriate manipulatives and use them effectively. In this context, the aim of this research is to examine the opinions of classroom teachers about virtual manipulatives. The research is in the screening model and has a descriptive character. A questionnaire developed by the researchers was used to determine the opinions of the class teachers about virtual manipulatives and their use of virtual manipulatives. In order to support the findings obtained through descriptive analysis, interviews were conducted with 3 of the teachers who stated that they used virtual manipulatives. In the analysis of research data, descriptive statistics were calculated and chi-square analysis was used to measure the relationships between variables. It was determined that 254 of 278 teachers who participated in the research did not use virtual manipulatives in mathematics teaching.

Anahtar Kelimeler: Sanal Manipülatif, Sınıf Öğretmenleri, Öğretmen Görüşü

Key Words: Virtual Manipulatives, Classroom Teachers, Teacher Opinions

1. Giriş

Günümüz dünyasında artık var olan ve alışlagelmiş yaklaşımların yerine oldukça farklı bir matematik öğretim ve öğrenimi perspektifi yankı bulmaktadır (National Council of Teachers of Mat-

* Bu çalışma birinci yazarın aynı isimli Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

** Kadriye UZUNDAĞ, Öğretmen., Milli Eğitim Bakanlığı, kadriyeuzundag@gmail.com, ORCID ID: orcid.org/0000-0002-5693-3526, Ersen YAZICI, Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ersenyazici@gmail.com, ORCID ID: orcid.org/0000-0002-1310-2247

hematics [NCTM], 1989, 1991, 2000). Bu bağlamda, diğer derslerden, günlük hayattan kopuk, durağan bilgi ve becerilerin öne çıktığı bir tablonun yerine öğrenciyi etrafındaki dünyayı araştırma ve varsayımlar yoluyla görmesini etkin kılacak; matematiğin problem çözme, nedensellik ve iletişim olarak algılandığı bir çerçeve sunulmaktadır. Öğretmen artık matematiksel bilginin sahibi ve aktarıcısı olarak değil, matematiksel düşünce ve iletişimi öne çıkaran sorular sorarak öğrencinin konu ile bütünleşmesini kolaylaştırıcı bir pozisyonda görülmektedir.

Artık matematikte başarılı olmak için şekillerin tahtaya ya da kâğıda çizilmesi yeterli değildir. Yaygın düşünce geleneksel metotlarla eğitilen öğrencilerin istenen düzeyde başarılı olamadıkları, anlamlı öğrenmeler gerçekleştiremedikleri yönündedir. Bundan ziyade öğrencinin aktif olduğu, anlamlı öğrenmelerin gerçekleştiği bir eğitim sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Zaten matematiğin doğası yüksek seviyede zihinsel süreçler gerektirmektedir. Yaratıcı düşünme, yansıtıcı düşünme, hayal etme bu süreçlerden bazılarıdır. Yine geleneksel metotların bu tür zihinsel becerileri geliştirmekten ziyade, körelttiği açıktır (Doğan ve İçel, 2011).

Günümüzde yapılandırmacı yaklaşımla beraber eğitim sistemi öğrenci odaklı bir sisteme dönüşmüştür. Bu sistemde özellikle matematik dersleri monoton olmaktan çok, daha eğlenceli, anlamlı ve etkinliklerle dolu bir derse dönüştürülmeye çalışılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda teknolojik gelişmelere paralel olarak yapılandırmacı yaklaşımın en büyük destekçileri bilgisayar ve bilgisayar yazılımlarıdır. Özellikle matematik gibi soyut kavram ve ilişkilerinin ele alındığı derslerde bu kavram ve ilişkilerin somutlaştırılmasında, incelenen kavram ve ilişkiye özel "sanal manipülatif" olarak adlandırılan bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi önem kazanmaktadır (Karakırık, 2008). Öğrenci seviyesine uygun ders işlenişlerinin kurgulanmasında ve uygulanmasında; derslerin açık bir şekilde işlenebilmesi ve özellikle soyutlamaya geçişte sanal manipülatif kullanımının önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Buradan hareketle, öğrenme ortamlarında sanal manipülatiflerin kullanılması ve özellikle temel eğitim düzeyinde sınıf öğretmenlerin matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımına ilişkin düşünceleri önemlidir.

Manipülatif kelimesi herhangi bir nesneye dokunarak, nesneyi kullanarak ve fiziksel özelliklerini değiştirerek farkı bir şekle ve kalıba döndürme anlamına gelmektedir (Heddens, 2005). Sanal manipülatif kendi başına bir bütün veya o bütünü bir parçası olabilen üst verisi ile birlikte tanımlanan, yeniden kullanılabilen ve paylaşılmaya müsait olan öğrenme amaçlı bir varlıktır (Aşkar, 2004). Eğitimsel açıdan manipülatifler irdelenen nesnelerin ve kavramların özelliklerinin, farklı şekil ve kalıplarının somutlaştırılmasında kullanılmaktadır. Sanal manipülatifler ise bilgisayar ortamında bilhassa bazı soyut kavramların modellenerek somutlaştırılmasıyla, somut algılama düzeyinde olduğu varsayılan ilkökul öğrencilerinin; kavramları daha iyi anlama, kavramlar üzerinde yorum yapabilme ve kavramları problem çözmeye kullanabilme yeteneklerini geliştirmede yardımcı olduğu varsayılmaktadır (Durmuş ve Karakırık, 2006). Türkçede sanal manipülatif kelimesi ayrıca "öğrenme nesnelere", "soyut modeller" ve "bilgisayar etkinlikleri" olarak da kullanılmaktadır.

Sanal manipülatiflerin, sınıf ortamlarını matematiksel ilişkileri keşfetmek ve üretmek için sanal laboratuvarlara ve mikro dünyalara dönüştürebilecekleri birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Heid, 1997; Hölzl, 1996; Battista, 2001). Bununla birlikte, matematik eğitimcileri sezgisel olarak sanal öğrenme nesnelerinin güçlü öğrenme ürünleri ortaya koyabileceklerine inanmaktadırlar (Hannafin ve Scott, 1998). Öğretim materyali olarak sanal öğrenme nesnelere, diğer materyaller ile karşılaştırıldığında, öğretim ortamında öğrenci etkileşiminin en yüksek olduğu materyal türüdür. Sanal öğrenme nesnelere, etkili hazırlandığında bir öğretmenin öğretim ortamında gösterdiği bütün etkinlikleri yansıtabilir. Sanal öğrenme nesnelerinin materyal olarak bir diğer avantajı da öğrencilerin konuyu bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde öğrenebilmeleri ve gerektiğinde akranlarıyla birlikte grup çalışması yapabilmeleridir.

NCTM (2000) de matematik eğitimi alanında yayınladığı ilke ve standartlarında öğrencilerin matematik öğreniminde zihinsel sürecin yapılandırılmasında, destekleyici rol üstlenen fiziksel (somut) ve sanal (teknoloji destekli) manipülatiflerin kullanılmasının önemini ortaya koymuştur. Yukarıda da ifade edildiği gibi son yıllarda bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak sanal manipülatifler ya da interaktif, bilgisayar tabanlı elektronik materyaller gittikçe kolay elde edilir olmuş ve bunlar fiziksel manipülatiflerin yerini almaya veya onlarla birlikte kullanılmaya başlanılmıştır (Spicer, 2000; Çakıroğlu, Güven ve Akkan, 2008).

Ülkemizde yapılandırılan matematik programlarında (MEB, 2005; 2013) kullanımına vurgu yapılan fiziksel manipülatifler sınıf ortamlarında birçok yıldır kullanılmakla beraber, sanal manipülatiflerin sınıf ortamında kullanımları henüz çok yenidir. Moyer, Bolyard ve Spikell (2002) bu dinamik, interaktif sanal manipülatifleri geleceğin gözdesi olarak değerlendirmiş ve matematiksel bilgiyi yapılandırmak için fırsatlar sunan web destekli, interaktif ve dinamik nesnelere olarak tanımlamıştır. Kay ve Knaack (2007) ise sanal manipülatifleri, öğrencilerin bilişsel süreçlerini yönlendiren ve geliştiren, belirli kavramların öğrenmesine destek olan yeniden kullanılabilir, etkileşimli web tabanlı araçlar olarak tanımlamıştır.

Karakırık ve Aydın (2011)'nin "Bir eğitsel aracın, öğrenme sürecindeki yeri iyi belirlenmeden salt kullanılması öğrenme sürecinin kalitesini arttırmak için yeterli değildir." ifadelerinden yola çıkarak bu tarz etkinliklerin öğrenme-öğretme sürecinde nasıl kullanılabilmesi ile ilgili öğretmenlerin yeterli düzeyde bilgilendirilmemesinin bir takım sıkıntılara neden olduğu söylenebilir. Bu nedenle sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatiflere ilişkin görüşlerinin belirlenmesi önemlidir. Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin, hangi amaçlarla hangi tür manipülatifleri tercih ettiklerini ve farklı manipülatiflere bakış açılarını belirlemek gerek manipülatiflerin hazırlanmasında, gerekse kullanımları sırasında oluşacak öğrenme ortamlarının tasarımı açısından da önem kazanmaktadır (Akkan ve Çakıroğlu, 2011). Bu bilgiler ışığında araştırmamızın amacı; sınıf öğretmenlerinin matematik öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanımı hakkındaki görüşleri ile manipülatif kullanım durumlarının çeşitli değişkenler yönünden incelenmesi olarak belirlenmiştir.

2. Yöntem

Bu başlık altında araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları ve verinin analizine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

2.1. Araştırmanın modeli

Bu araştırma eğitim alanında ve sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatiflere ilişkin görüşlerine dönük bir çalışmadır. Bir grubun belirli özelliklerini belirlemek için verilerin toplanmasını amaçlayan çalışmalara tarama (survey) araştırması denir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün vd., 2012). Çalışma kapsamında çalışma grubunu oluşturan öğretmenlerin sanal manipülatiflere yönelik görüşlerine başvurulduğundan araştırma tarama modelinde olup, betimsel bir nitelik taşımaktadır. Öğretmenlerin anket aracılığıyla toplanan görüşlerini desteklemek ve zenginleştirmek amacıyla, öğrenme ortamında sanal manipülatif kullandığını ifade eden öğretmenlerden istekli olanlar arasından belirlenen üç öğretmenle yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Dolayısıyla genel olarak nicel bir paradigma-ya sahip araştırma, nitel araştırma veri toplama yöntemlerinden yarı yapılandırılmış görüşmeler ile desteklenmeye çalışılmıştır.

2.2. Çalışma grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2016-2017 öğretim yılında Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde bulunan bir il merkezinde görev yapan toplam 933 sınıf öğretmeni arasından basit seçkisiz örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiş sınıf öğretmenleri oluşturmaktadır. Çalışma grubuna dahil edilecek öğretmenlerin sayısının belirlenmesinde Cohen, Monion ve Morrison (2000) tarafından evreni temsil yeteneğine sahip en küçük örneklem büyüklüğünü gösteren tablodan yararlanılmıştır. Söz konusu kriterlere göre çalışma grubuna dâhil edilecek yeterli öğretmen sayısı en az 270 kişidir ve araştırma kapsamında 278 sınıf öğretmenine ulaşılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerin yapılması amacıyla öğretmenlerin belirlenmesinde; kendilerine uygulanan anket formunda sanal manipülatif kullandığını belirten 24 öğretmenden görüşme yapmaya istekli olanlar arasından üç öğretmen seçilmiştir.

2.3. Veri toplama araçları

Araştırmanın verisi genel olarak iki grupta ele alınabilir. Bunlardan ilki araştırmacılar tarafından geliştirilen ve öğretmenlerin sanal manipülatiflere ilişkin görüşlerinin belirlenmesinde kullanılan anket verisi; diğeri ise öğretmenlerin ankette yer alan sorulara verdikleri cevaplara göre sanal manipülatif kullandığını belirten öğretmenler arasından belirlenen üç öğretmen ile yapılan yüz yüze görüşmelerin verisidir. Görüşmelerde yine araştırmacılar tarafından geliştirilen bir görüşme formu kullanılmıştır.

Anketin geliştirilmesi sürecinde; ilk aşamada matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımına ilişkin kaynaklar taranmış ve daha önce uygulanmış ölçekler incelenmiştir. Başlangıçta 110 madde olarak hazırlanan veri toplama aracı, kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi amacıyla başvu-

ruhan biri eğitim bilimi alanından, ikisi matematik eğitimi alanından olmak üzere 3 uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Alınan uzman görüş ve önerileri doğrultusunda 9 maddenin düzeltilmesine ve 38 maddenin yerinin değiştirilmesine ve 4 maddenin anket taslağından çıkarılmasına karar verilmiştir. Anketin son hali Türkçe alanında bir öğretim üyesine inceletilmiş ve ölçeğin dil geçerliği hakkında görüşleri alınmıştır. Ayrıca hazırlanan sorular 20 sınıf öğretmenine uygulanarak, yargıların ve ifadelerin anlaşılabilirliğini arttırmak ve güvenilirlik düzeyini belirlemek amacıyla bir ön çalışmaya tabi tutulmuştur. Anketin son hali bir alan uzmanına sunulmuş ve yapılan değişiklikler sonucunda 106 maddelik son hali verilerek uygulanabilir görüşü alınmıştır. Sınıf öğretmenlerine uygulanmak üzere hazırlanan bu anket kişisel bilgiler, sanal manipülatif hakkındaki bilgi, düşünce ve sanal manipülatif kullanımına yönelik sorulardan oluşmaktadır.

Görüşme formunun hazırlanmasında araştırmannın çalışma grubuna uygulanan ve ilk sonuçları alınan anket formundan büyük ölçüde yararlanılmıştır. Ankette yer alan soruları destekleyici ve derinleştirici maddelerin yanında, öğretmenlerin Okulistik, MorpaKampüs, EBA ve Vitamin gibi, sanal manipülatifleri barındıran ve daha tanıdık oldukları düşünülen bazı portallara ilişkin detay sorulara yer verilmiştir. Böylelikle daha gerçekçi ve derinlemesine görüşlere ulaşılmaya çalışılmıştır. Hazırlanan görüşme formu, esas uygulama öncesi bir sınıf öğretmenine uygulanmıştır. Ayrıca görüşme formunda yer alan açık uçlu sorulara ilişkin bir alan uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Alan uzmanının görüşleri ve pilot uygulamadan elde edilen veri doğrultusunda düzenlenmeler yapılarak son hali verilmiştir.

Görüşmeler araştırmacı tarafından uygulamanın yapılacağı okullara ziyaretler yoluyla yapılmıştır. Öğretmenlere araştırmannın amacı hakkında ve yapılacak görüşme hakkında gerekli açıklamalar yapılmıştır. Görüşme formu, uygulamanın hemen öncesinde katılımcılara sunularak görüşme hakkında genel olarak bir fikir sahibi olmaları sağlanmaya çalışılmış ve görüşmeye hazır olduklarını beyan ettiklerinde görüşme başlatılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler bire bir yapılmış, sorular araştırmacı tarafından yöneltilmiş ve katılımcılardan derinlemesine cevap alınmaya çalışılmıştır.

2.4. Verinin analizi

Sınıf öğretmenlerinin ankette yer alan maddelere verdikleri cevapların analizinde, frekanslar ve yüzde gibi betimsel istatistiklerden yararlanılmıştır. Betimsel istatistiklerin yanında, değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde, değişkenlerin genel olarak kategorik (kesikli) olması sebebiyle çapraz tablolardan yararlanılmıştır. Aralarında ilişki aranan kategorik değişkenler çapraz tablonun satır ve sütunlarına yerleştirilerek frekanslar belirlenmiş ve tablolardaki frekans dağılımlarının manidarlığı Ki-kare testi aracılığıyla test edilmiştir. Ki kare testi, gözlenen frekanslar ile beklenen frekanslar arasındaki farkın istatistik olarak anlamlı olup olmadığı temeline dayanan ve iki ya da daha çok grup arasında farkın/bağın olup olmadığının belirlenmesinde kullanılabilen parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerden biridir (Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2014). Bu testin iki temel varsayımı vardır. Birincisi; aralarında ilişki aranan tüm değişkenler bağımsız gruplar şeklinde ifade edilmelidir. İkinci temel varsayım ise; beklenen değerlerden herhangi birinin 5'den küçük olmamasıdır. Bu varsayımın sağlanmaması durumunda örneklem büyüklüğüne bağlı olarak dört gözlü

düzende (2x2 düzeni) Yates süreklilik düzeltmesi veya Fisher ki-kare testi kullanılır; çok gözlü düzende (2xr düzeni gibi) hücrelerin %20'den fazlasında 5'den az ve herhangi bir hücrede 1'den az beklenen değerin olması durumunda, satır ya da sütun birleştirmesi yoluna gidilir (Güngör ve Bulut, 2008).

Öğretmenler ile yapılan görüşmeler, katılımcıların bilgisi dahilinde ve izinleri ile, ses kayıt cihazıyla kaydedilmiştir. Bu kayıtlar daha sonra eksiksiz bir şekilde bilgisayara aktarılmıştır. Aktarma sonrasında ses kayıtlarının dökümü yapılarak konuşma metinleri ortaya çıkarılmıştır. Metinlerin incelenmesinde içerik analizine başvurulmuştur. Bu metinler detaylı bir incelemeye tabii tutulmuş ve öğretmen görüşleri arasındaki ortak noktalar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Metinler içerisindeki incelemeler neticesinde kodlar ve kategoriler oluşturulmuştur. Elde edilen kodlara ilişkin frekansların belirtilmesinin yanında öğretmenlere ilişkin kodlar kullanılarak (A, B, C Öğretmeni gibi) öğretmen görüşleri raporlaştırılmıştır. Kodlardan ilgili olanlar bir araya getirilerek kategoriler oluşturulmuş ve bulgular kategoriler bazında sunulmuştur. Kodlara ilişkin öğretmen görüşleri doğrudan alıntılar yoluyla bulgular kısmında sunularak iç geçerlilik sağlanmaya çalışılmıştır.

3. Bulgular ve Yorum

Araştırmaya dahil olan sınıf öğretmenleri ile ilgili demografik bilgiler, sınıf öğretmenlerin matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanma durumları, matematik öğretiminde sanal manipülatiflerden yararlanma nedenleri, matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanmayı tercih etmeyen öğretmenlerin tercih etmeme sebepleri, matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımını öğretmenlere tavsiye etme durumu ve matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımına ilişkin görüşleri incelenmiş ve bulgular bu bölümde sunulmuştur.

3.1. Katılımcı öğretmenlere ilişkin demografik bilgiler

Araştırma kapsanan toplanan demografik verilere göre; katılımcı 278 öğretmenin %51,4'ü (n=143) kadın, %48,6'sı (n=135) erkek öğretmenlerden oluşmaktadır. Öğretmenlerin %6,8'i 22-29 yaşları arasında, %16,2'si 30-39 yaşları arasında, %52,3'ü 40-49 yaşları arasında, %24,1'i 50-59 yaşları arasında ve %0,4'ü 60 yaş üzerindedir. Öğretmenlerin meslekte görev yaptıkları yıl dağılımına göre %60,4'lük oranla "21 ve üzeri yıl" çalışma süresi büyük bir çoğunluğu kapsamaktadır. Bunu sırayla %16,2'lik oranla "16-20 yıl", %9,4'lik oranla "6-10 yıl", %9,0'luk oranla "11-15 yıl" ve %5,0'lik oranla "0-5 yıl" takip etmektedir. %29,9'u eğitim enstitüsü mezunu, %68,3'ü lisans mezunu, %1,4'ü yüksek lisans mezunu ve %0,4'ü doktora mezunudur. Buna göre; katılımcı öğretmenlerin cinsiyet dağılımlarının birbirine çok benzer olduğu, yaklaşık yarısının 40-49 yaş aralığında olduğu, 21 yılın üzerinde mesleki deneyime sahip olduğu ve büyük çoğunluğunun lisans düzeyinde eğitime sahip olduğu görülmektedir.

3.2. Sanal manipülatif kullanım durumuna ilişkin öğretmen görüşleri

Bu bölümde, katılımcı öğretmenlerin ankette sanal manipülatif kullanma ve kullanmama durumlarına ilişkin ve bunların sebeplerine yönelik sorulara verdikleri cevapların analizi yer almaktadır.

dır. Öğretmenlerin öğrenme ortamında sanal manipülatif kullanıp kullanmadıklarını belirlemeye yönelik soruya cevap olarak; öğretmenlerin 24'ü (%8,6'sı) matematik öğretiminde sanal manipülatif kullandığını ifade ederken, geriye kalan 254'ü (%91,4'sı) matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanmadığını belirtmiştir. Sanal manipülatif kullanmadığını belirten öğretmenlerin gerekçelerini belirlemek amacıyla ölçme aracı bir soru bulunmaktadır. Bu soru ile olası manipülatif kullanmama nedenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Katılımcı öğretmenlerden sanal manipülatif kullanmadığını belirten 254 öğretmenin söz konusu soruya verdikleri cevaplar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Öğretmenlerin Sanal Manipülatif Kullanmama Gerekçeleri

<i>Sanal Manipülatif Kullanmama Sebepleri</i>	<i>Kişi Sayısı</i>	<i>Yüzde</i>
Matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımı ile ilgili yeterince bilgiye sahip değilim.	45	17,7%
Sanal manipülatif kullanarak ders işlerken sınıfı kontrol edemeyeceğimi düşünüyorum.	14	5,5%
Sanal manipülatif kullanımının öğrencilerin kafasını karıştıracağını düşünüyorum.	25	9,8%
Öğrencilere, sanal manipülatifleri nasıl kullanacaklarını açıklamakta zorluk çekiyorum.	15	5,9%
Matematikte sanal manipülatif kullanımının zaman kaybı olduğunu düşünüyorum.	15	5,9%
Matematik öğretiminde somut manipülatif kullanımının yeterli olduğunu düşünüyorum.	18	7,1%
Sanal manipülatif internet sitelerine (Türkçe/İngilizce) erişim hakkında bilgi sahibi değilim.	85	33,5%
Okulumuzda sanal manipülatif sitelerine erişim için yeterli donanım bulunmuyor.	37	14,6%
Toplam	254	100%

Matematik öğretiminde sanal manipülatiflerden faydalanmadığını ifade eden 254 öğretmen-den, %33,5'i sanal manipülatif internet sitelerine (Türkçe/İngilizce) erişim hakkında bilgi sahibi olmadığını; %17,7'si matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımı ile ilgili yeterince bilgiye sahip olmadığını; %14,6'sı okullarında sanal manipülatif sitelerine erişim için yeterli donanım bulunmadığını belirtmiştir.

Bu kısımda, sanal manipülatif kullanmadığını belirten 254 öğretmene ilişkin bulguların sunulması ardından, matematik öğretiminde sanal manipülatif kullandığını belirten 24 öğretmenin görüşleri ve bu görüşlerin çeşitli değişkenler açısından nasıl değiştiğine ilişkin bulgulara yer verilmektedir. Bu aşamada öğretmenlerin sanal manipülatif kullanımına yönelik bir eğitim alıp almadıkları, sanal manipülatifleri ilk kez nereden duydukları, ne kadar süredir kullandıkları, hangi amaçla kullandıkları ve sağladığı kolaylıklar ile yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerine yer verilmiştir.

Sanal manipülatif kullandığını belirten 24 öğretmene yöneltilen sanal manipülatif kullanımına yönelik bir eğitim alıp almadıkları sorusuna, katılımcılardan yalnızca 1'i eğitim aldığını belirtirken; geri kalan 23'ü herhangi bir eğitim almadığını belirtmiştir. İlk kez sanal manipülatifleri nereden duyduklarına yönelik soruya ise; katılımcıların 10'unu (%41,7) internet kaynağına işaret ederken, 3'er kişi (%12,5) bilimsel makale ve sempozyumlardan ve 8'i de (%33,3) arkadaşlarından duyduğu-

nu belirtmiştir. Katılımcıların neredeyse yarısının kendi imkanları ile ve internet aracılığıyla manipülatiflere ilişkin ilk bilgilerini edindikleri görülmektedir. Kullanım sürelerine ilişkin cevaplar incelendiğinde; katılımcıların yaklaşık yarısının (%45,8) manipülatifleri 2-3 yıldır kullandığını belirtirken, %37,5'inin bir yıldan az süredir kullandığı tespit edilmiştir. Yalnızca 4 katılımcı (%16,7) üç yıldan daha fazla süredir sanal manipülatif kullandığını belirtmiştir.

Ölçme aracında, sanal manipülatiflere erişim kaynağı teşkil edebilecek örnek 24 yerli ve yabancı internet sitesi öğretmenlere sunulmuş ve öğretmenlerin bu manipülatif kaynaklarından herhangi birini kullanıp kullanmadıkları sorulmuştur. Öğretmenler kendilerine sunulan internet sitelerinden yalnızca iki tanesini (<http://www.ogrenmenesneleri.org>; <http://www.erolkarakirik.com/samap>) bilip kullandıklarını, bu nesne ambarlarının dışındaki siteleri daha önce duymadıklarını ve kullanmadıklarını belirtmişlerdir.

Sanal manipülatif kullandığını belirten öğretmenlerin manipülatif kullanma amaçlarına yönelik sorulara verdikleri cevapların dağılımı Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğretmenlerin Manipülatif Kullanma Amaçları

<i>Kullanım amaçları</i>	<i>Kişi Sayısı</i>	<i>Yüzde</i>
Yeni bir konuya ön hazırlık yapabilirim.	15	62,5%
Yeni bir konuya giriş yapabilirim.	9	37,5%
Yeni bir konuyu işleyebilirim.	10	41,7%
İşlenen bir konuyu pekiştirebilirim.	19	79,2%
Öğrencilerin ön bilgilerini kontrol edebilirim.	3	12,5%
Öğrencilerin konuyu öğrenme düzeylerini belirleyebilirim.	13	54,2%

Sanal manipülatifleri öğrenme ortamında kullanma amacına yönelik kendilerine sunulan ifadelerden; “sanal manipülatif kullanarak yeni bir konuya ön hazırlık yapabilirim” ifadesi öğretmenlerden 15’i tarafından; “yeni bir konuya giriş yapabilirim” ifadesi 9’u tarafından; “yeni bir konuyu işleyebilirim” ifadesi 10’u tarafından; “işlenen bir konuyu pekiştirebilirim” ifadesi 19’u tarafından; “öğrencilerin ön bilgilerini kontrol edebilirim” ifadesi 3’ü tarafından ve “öğrencilerin konuyu öğrenme düzeylerini belirleyebilirim” ifadesi 13’ü tarafından seçilmiştir. Bu durum, öğretmenlerin sanal manipülatif kullanımının daha çok konuyu pekiştirme (%79) ve konuya ön hazırlık yapma (%63) gibi durumlarda işe yaradığına inandıklarına işaret etmektedir.

Manipülatifleri kullanan öğretmenlerden, sanal manipülatifleri kullanma amaçları yanında manipülatifleri kullanırken karşılaştıkları zorluklara ve bu zorlukları da göz önünde bulundurarak sanal manipülatif kullanımını önerip önermediklerine ilişkin görüşlerine de başvurulmuştur. Sonuçlar Tablo 3’te özetlenmiştir.

Tablo 3. Sanal Manipülatifler Kullanılırken Yaşanan Zorluklar

Zorluklar	Kişi Sayısı	Yüzde
Sanal manipülasyon sitelerini açmakta zorlanıyorum.	7	29,2%
Bilgisayarı etkin olarak kullanmayan öğrenciler nedeniyle zorlanmaktayım.	8	33,3%
Yeterli bilgisayar olmamasından dolayı tüm öğrenciler aynı anda faydalanamamaktadırlar.	12	50,0%

Öğretmenlerin sanal manipülatif kullanımı esnasında yaşanan zorluklara ilişkin görüşleri incelendiğinde; genel olarak zorlukların teknolojik alt yapı eksikliği ve mevcut alt yapının etkin kullanımı ile ilgili olduğu görülmektedir. Yeterli bilgisayarın bulunmaması, öğrencilerin bilgisayarları etkin kullanamaması ve nesne ambarlarına erişim noktasında yaşanan zorluklar öğretmen görüşlerine yansımıştır. Yaşanan tüm zorluklara rağmen, katılımcı öğretmenlerin tümü öğrenme ortamında sanal manipülatif kullanımını önermektedir.

3.3. Sanal manipülatif kullanımının çeşitli değişkenler yönünden incelenmesi

Sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatif kullanım durumları ile demografik bilgiler çerçevesinde toplanan değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Öğretmenlerin sanal manipülatif kullanım durumları; *kullanma* ve *kullanmama* şeklinde yalnız iki kategoriden oluştuğundan kategorik (kesikli) bir yapı göstermektedir. Benzer şekilde kategorik olarak ifade edilen, öğretmenlerin cinsiyet, yaş, eğitim durumu ve meslekteki kıdemleri gibi bağımsız değişkenlere göre sanal manipülatif kullanım durumunun nasıl değiştiğinin belirlenmesi amacıyla çapraz tablolar oluşturulmuş ve ki-kare analizi-ne başvurulmuştur.

Araştırmaya katılan sınıf öğretmenlerinin öğrenme ortamında sanal manipülatif kullanım durumları ile cinsiyetleri arasında bir ilişkinin olup olmadığı; manipülatif kullanım durumlarının cinsiyetlerine göre değişip değişmediği oluşturulan çapraz tablo ve hesaplanan ki-kare değeri ile incelenmiştir. Çapraz tablo Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Sanal Manipülatif Kullanımının Cinsiyete Göre Dağılımı

			Kadın	Erkek	Toplam
Sanal Manipülatif Kullanımı	Evet	f_g	15	9	24
		f_b	(12,3)	(11,7)	
	Hayır	f_g	128	126	254
		f_b	(130,7)	(123,3)	
Toplam			143	135	278

f_g : Gözlenen frekans, f_b : Beklenen frekans

Tablo 4'e göre; 15 kadın katılımcı sanal manipülatif kullandığını belirtirken 128'i kullanmadığını; 9 erkek katılımcı manipülatif kullandığını ifade ederken 126'sı kullanmadığını belirtmiştir. Sanal manipülatif kullanımının cinsiyet yönünden farklılaşp farklılaşmadığını ortaya koymak için; yapılan Yates düzeltmesine göre hesaplanan ki kare değeri $\chi^2=0,848$ olarak bulunmuştur. Bu değer; $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde manidar değildir ($sd=1$; $p=0,36$). Dolayısıyla; öğretmenlerin manipülatif kullanım durumlarının cinsiyetlerine göre farklılaştığı söylenemez. Tablodaki farklılaşmanın cinsiyetten kaynaklanmadığı, başka bağımsız değişkenlerin bu duruma neden olmuş olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Sınıf öğretmenlerinin öğrenme ortamında sanal manipülatif kullanım durumlarının yaşlarına göre değişip değişmediğini belirlemek amacıyla öğretmenlerin sanal manipülatif kullanım durumları ile yaşlarına ilişkin çapraz tablo oluşturulmuştur. 4 hücrede (tüm hücrelerin %40'ı) beklenen değerlerin 5'den küçük olduğu gözlenmiştir. Varsayımın sağlanması amacıyla sütunların birleştirilmesi yoluna gidilmiş, buna göre; 22-29 ile 30-39 yaş grupları birleştirilerek 22-39 aralığı ve 50-59 ile 60 yaş üstü grupları birleştirilerek 50 yaş üstü grubu olarak alınmıştır.

Tablo 5. Sanal Manipülatif Kullanımının Yaşa Göre Dağılımı

			20-39 yaş	40-49 yaş	50 yaş ve üstü	Toplam
Sanal Manipülatif Kullanımı	Evet	f_g	12	7	5	24
		f_b	(5,5)	(12,6)	(5,9)	
	Hayır	f_g	52	139	63	254
		f_b	(58,5)	(133,4)	(62,1)	
Toplam			64	146	68	278

f_g : Gözlenen frekans, f_b : Beklenen frekans

Tablo 5'de katılımcı öğretmenler yaşlarına göre üç gruba ayrılmışlar ve bu gruplamaya göre sanal manipülatif kullanım durumları verilmiştir. Sanal manipülatif kullanımının yaş yönünden değişip değişmediğini belirlemek için hesaplanan ki-kare değeri $\chi^2=11,173$ tür. Hesaplanan bu değer; $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde manidar bulunmuştur ($sd=2$; $p<0,05$). Öğretmenlerin manipülatif kullanım durumlarının yaşlarına göre farklılaşmasının tesadüfi hatalarla açıklanamayacak kadar büyük olduğu, farklılaşmada yaş değişkeninin önemli bir faktör olduğu görülmektedir.

Yaş grupları manipülatif kullanımları yönünden incelendiğinde; özellikle 40-49 ile 50 yaş ve üstü gruplarındaki manipülatif kullanmadığını ifade eden katılımcıların çokluğu (sırasıyla $n=139$ ve $n=63$, tüm grubun yaklaşık %73'ü) dikkat çekicidir. Çapraz tablodaki farklılaşmanın kaynağını tespit etmek amacıyla her bir yaş grubuna ilişkin ki kare değeri ayrı ayrı hesaplanmış ve en büyük ki kare değerine sahip olan 22-39 yaş grubu tablodan çıkarılarak ileri analiz gerçekleştirilmiştir.

İleri analiz kapsamında, bahsi geçen 22-29 yaş grubu tablodan çıkarılarak ki kare analizi kalan gruplarla tekrar edilmiştir. Kalan grupların sanal manipülatif kullanım durumlarına göre dağılımlarına ilişkin Yates düzeltmesine göre hesaplanan ki kare değeri $\chi^2=0,192$ dir. Bu değer $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde manidar bulunmamıştır ($sd=1$; $p=0,66$). Dolayısıyla dağılımda farklılaşma bulunmamaktadır. Bu durum, esas tablodaki (Tablo 5), öğretmenlerin yaşlarına göre manipülatif kullanım durumları dağılımındaki farklılaşmanın kaynağının tablodan ileri analiz amacıyla çıkarılan 22-39 yaş grubundan kaynaklandığına işaret etmektedir. Bu grubun sanal manipülatif kullanımına ait frekans ve yüzde değerleri incelendiğinde; sanal manipülatif kullandığını ifade edenlerin sayısı beklenen değerden büyük iken, kullanmayanların sayısının beklenenden az olması bu grubun manipülatif kullanımı yönünde fark yarattığını göstermektedir. Dolayısıyla, görece genç sınıf öğretmenlerinin kendilerine göre daha yaşlı öğretmenlere nazaran matematik öğretiminde sanal manipülatiflere daha fazla başvurdukları söylenebilir.

Sınıf öğretmenlerinin öğrenme ortamında sanal manipülatif kullanım durumlarının eğitim durumlarına göre değişip değişmediği ki-kare analizi yöntemiyle test edilmiştir. Öğretmenlerin sanal manipülatif kullanım durumları ile eğitim durumlarına ilişkin çapraz tablo oluşturulduğunda 4 hücrede (tüm hücrelerin %50'si) beklenen değerlerin 5'den küçük olduğu gözlenmiştir. Varsayımın sağlanması amacıyla sütunların birleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Buna göre; eğitim enstitüsü mezunları aynen bırakılarak, lisans, yüksek lisans ve doktora mezunları, lisans ve üstü grubunda bir araya getirilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Sanal Manipülatif Kullanımının Eğitim Durumuna Göre Dağılımı

			Eğitim Enstitüsü	Lisans ve üstü	Toplam
Sanal Manipülatif Kullanımı	Evet	f_g	3	21	24
		f_b	(7,2)	(16,8)	
	Hayır	f_g	80	174	254
		f_b	(75,8)	(178,2)	
Toplam			83	195	278

f_g : Gözlenen frekans, f_b : Beklenen frekans

Katılımcı öğretmenler eğitim durumlarına göre; eğitim enstitüsü ile lisans ve üstü mezunu olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Dört gözlü (2x2) çapraz tablonun herhangi bir hücresinde 5'den küçük beklenen değer görülmemektedir. Sanal manipülatif kullanımının eğitim durumu yönünden farklılaşp farklılaşmadığını ortaya koymak için; yapılan Yates düzeltmesine göre hesaplanan ki kare değeri $\chi^2=2,926$ olarak bulunmuştur. Bu değer; $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde manidar değildir ($sd=1$; $p=0,09$). Bu durum, sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatif kullanımının eğitim durumlarına göre değişmediğine işaret etmektedir.

Sınıf öğretmenlerinin öğrenme ortamında sanal manipülatif kullanım durumlarının meslekteki kidede göre değişip değişmediği ki-kare analizi yöntemiyle test edilmiştir. Öğretmenlerin sanal

manipülatif kullanım durumları ile eğitim durumlarına ilişkin çapraz tablo oluşturulduğunda 4 hücrede (tüm hücrelerin %40'ı) beklenen değerlerin 5'den küçük olduğu gözlenmiştir. Varsayımın sağlanması amacıyla sütunların birleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Buna göre; 0-5 yıl ile 6-10 yıl grubu birleştirilerek 0-10 yıl; 11-15 yıl ile 16-20 yıl grubu birleştirilerek 11-20 yıl grupları oluşturulmuş; 21 yıl ve üstü mesleki kıdeme sahip olanlar aynen bırakılmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. Sanal Manipülatif Kullanımının Meslekteki Kıdeme Göre Dağılımı

			0-10 yıl	11-20 yıl	21 yıl ve üstü	Toplam
Sanal Manipülatif Kullanımı	Evet	f_g	10	6	8	24
		f_b	(3,5)	(6)	(14,5)	
	Hayır	f_g	30	64	160	254
		f_b	(36,5)	(64)	(153,5)	
Toplam			40	70	168	278

f_g : Gözlenen frekans, f_b : Beklenen frekans

Katılımcı öğretmenler meslekteki kıdemlerine göre üç gruba ayrılmışlardır. Meslekteki kıdeme ilişkin yeni yapılan gruplamaya göre; çapraz tablonun bir hücresinde 5'den küçük beklenen değer bulunmaktadır. 5'den küçük beklenen değer içeren hücre sayısı, tüm hücrelerin %16,7'si kadar olduğu (tüm hücrelerin %20'sinden az olduğu) için varsayım sağlanmış ve analize devam edilmiştir. Sanal manipülatif kullanımının kıdem yönünden değişip değişmediğini belirlemek için hesaplanan ki-kare değeri $\chi^2=16,777$ dir. Hesaplanan bu değer; $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde manidar bulunmuştur ($sd=2$; $p<0,05$). Bu sonuç, öğretmenlerin manipülatif kullanım durumlarının meslekteki kıdeme göre farklılaştığına işaret etmektedir. Farklılaşmanın tesadüfi hatalarla açıklanamayacak kadar büyük olduğu, meslekteki kıdem değişkeninin manipülatif kullanımını önemli düzeyde etkilediği şeklinde yorumlanabilir.

Özellikle 21 yıl ve üstü kıdeme sahip öğretmenlerden manipülatif kullanmadığını ifade edenlerin çok oluşu ($n=160$, tüm grubun yaklaşık %58'i) göze çarpmaktadır. Farklılaşmanın kaynağını tespit etmek amacıyla, her bir kıdem grubuna ait ki kare değeri hesaplanmıştır. En büyük ki kare değerine sahip olan 0-10 yıl kıdeme sahip olanlar tablodan çıkarılarak analiz tekrarlanmıştır.

0-10 yıl grubunun tablodan çıkarılmasıyla 11-20 ile 21 yıl ve üstü olmak üzere iki grup kalmıştır. Yates düzeltmesine göre hesaplanan ki kare değeri $\chi^2=1,762$ dir. Bu değer $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde manidar bulunmamıştır ($sd=1$; $p=0,18$). Dolayısıyla dağılımda farklılaşma bulunmamaktadır. Öğretmenlerin meslekteki kıdemlerine göre manipülatif kullanım durumları dağılımındaki farklılaşmanın kaynağının, ileri analiz amacıyla tablodan çıkarılan 0-10 yıl kıdeme sahip öğretmenler olduğu görülmektedir. Bu grubun sanal manipülatif kullanımına ait frekans ve yüzde değerleri incelendiğinde; sanal manipülatif kullandığını ifade edenlerin sayısı beklenen değerden büyük iken,

kullanmayanların sayısının beklenenden az olması bu grubun sanal manipülatif kullanımının genel dağılımı etkilediğine işaret etmektedir.

3.4. Sanal manipülatif kullanım durumuna ilişkin öğretmenlerle yapılan görüşmeler

Görüşme ile elde edilen verilerin analizinde öğretmenlerin görüşleri arasındaki farklar ve benzerlikler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu noktada, öğretmenlerle yürütülen görüşmelere ait ses kayıtlarının transkripsiyonu ile oluşturulmuş görüşme dökümleri incelenerek; görüşlere ilişkin ortak noktalar kodlanmıştır. Kodlardan, alt kategori başlıkları ve kategorilere ulaşılmıştır. Kategorilere ait yorumlamalar yapılmıştır. Araştırmada “Kullanma durumları”, “Avantaj ve Dezavantajları”, “İçerik boyutu”, “Öz Yeterlilik boyutu” şeklinde dört kategori oluşturulmuştur. Yorumlamada, verinin anlaşılabilirliğini sağlamak ve öğretmenlerin manipülatiflere ilişkin görüşlerini derinlemesine yansıtmak amacıyla diyaloglara ve doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Görüşmeler yoluyla toplanan verinin analizi sonucu oluşturulan ve öğretmen görüşlerine ilişkin genel resim Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Görüşmelere Yansıyan Öğretmen Görüşleri

Kategori	Alt Kategori	Kod	Öğretmen
Kullanma Durumları	Site	Okulistik	A,B,C
		Eba	C
	Tercih Sebebi	Görsel ve işitsel birçok etkinlik içermektedir.	A,B,C
		Cocukların sevgisine uygundur.	A
		Kalıcı öğrenmeyi sağlamaktadır.	B
	Öğrenme Kavnağı	Arkadaş	A,B
		Bilimsel vavın	B
		İnternet	B
		Üniversite	C
	Kullanım Amacı	Konuyu pekiştirmek için	A,B,C
		Sovut kavramları somutlastırmada	A,C
		Bireysel etkinliklerde	A,C
Grup etkinliklerinde		B,C	
Farklı öğrencilerin öğretiminde		C	
Kullanım Aşaması	Pekistirme aşaması	A,B,C	
	Genel	Farklı bakış açıları kazandırmaktadır.	A,C
Sovut konuları somutlastırmaktadır.		A,B,C	
Zamandan tasarruf sağlamaktadır.		B,C	
Anlamayı kolaylaştırmaktadır.		A	
Motivasyonu arttırmaktadır.		A,B,C	
Ulaşılabilirlik		Kolay ulaşılabilirlik.	A,B,C

	Teknik	Teknik yönden basarıdır.	A,B,C
		Kullanımı kolaydır.	A,B,C
		Bütçe uygundur.	C
		Yas gurubuna uygundur.	A,B,C
İçerik Boyutu	Dezavantaj	Okullardaki donanım yetersizdir.	C
	Uygunluk	Pedagojik açıdan öğrencilere uygundur.	A,B,C
	Anlamlılık	Sanal manipülatifler anlamlı etkinlikler sunmaktadır.	A,B,C
	Somutlaştırma	Konuları somutlaştırmaktadır.	A,B,C
	Motivasyon	Öğrenciler açısından motivasyon kaynağıdır.	A,B,C
	Pekistirme	Anlatılan konuları pekiştirmektedir.	A,B,C
	Cesitlilik	Konuları hikayeleştirmektedir.	B
		Çizgi-animasyon içermektedir.	B
	Eğlenceli	Eğlenceli öğretim ortamı sağlamaktadır.	A,B,C
	Dikkat çekicilik	Öğrencilerin dikkatini çekmektedir.	B,C
Yeterlilik Boyutu	Güncellik	Güncel bilgiler içermektedir.	C
	Kullanım öz yeterliliği	Kolay kullanabilirim.	A,B,C
		Yeterli bilgi ve beceriye sahibim.	A,B,C
	Alan öz yeterliliği	Kendimi geliştirmek için internetten yararlanıyorum.	B
		Lisans öğreniminde ders aldım.	C
		Bilgisayar kursuna gittim.	A,C
		Hizmet içi eğitimlere katıldım.	-
	Donanım öz yeterliliği	Kendimi geliştirmek için bilgisayar kursuna gittim.	A
		Lisans öğreniminde ders aldım.	C
		Hizmet içi eğitimlere katıldım.	-
Sanal manipülatif geliştirebilirim.		C	

Tablo 8’de görüldüğü üzere araştırmaya katılan öğretmenlerin tamamı Okulistik sitesini kullandığını, manipülatifleri kullanım amacı olarak konuyu pekiştirme amacıyla kullandıklarını, manipülatiflerin görsel ve işitsel birçok etkinlik içerdiği için tercih sebebi olduğunu ifade etmişlerdir. Bu görüşler sanal manipülatiflerin *kullanım durumları* kategorisi altında toplanmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı’nın ilgili birimlerince yönetilen EBA’nın görüşmeye katılan öğretmenlerden yalnızca C tarafından kullanılıyor olduğu göze çarpmaktadır. Kullanım amacına yönelik Öğretmen B’nin görüşlerine yansıyan ifadesi, “Çocukların daha kalıcı öğrenmesini sağlamak için hem görsel hem işitsel daha fazla etkinlik yapabiliyorum” şeklindedir.

Görüşmelere katılan öğretmenlerin tamamı manipülatiflerin soyut konuları somutlaştırdığını, çocukları motive ettiğini, kolay ulaşılabilir olduklarını, teknik yönden başarılı olduklarını, kullanımı-

nin kolay olduğunu ve yaş gurubuna uygun olduğunu ifade ederek sanal manipülatiflerin *avantajlarına* vurgu yapmışlardır. Farklı bakış açısı kazandırma, zamandan tasarruf sağlama ve anlamayı kolaylaştırma avantajlarına da değinilmektedir. Bunun yanında okullardaki donanımın yetersizliği görüşü Öğretmen C tarafından belirtilerek *dezavantajlarına* vurgu yapılmıştır. Manipülatiflerin avantajlarına ilişkin görüşler Öğretmen B'nin "*...ilk başta söylediğim gibi zamandan tasarruf sağlıyor bir de çocukların dikkatini çekiyor daha kalıcı öğrenme olduğuna inanıyorum*" ve Öğretmen C'nin "*Zaman yönünden çok avantajlı hem zaman yönünden hem fikir yönünden benim aklıma gelmeyen şeyleri olabiliyor bu sayede çocuklara gösterebiliyorum çeşitlilik oluyor farklı düşünmelerine yarıyor*" ifadelerinden çıkarılabilmektedir.

Uygunluk, anlamlılık, somutlaştırma, motivasyon, pekiştirme, eğlenceli alt kategorisinde öğretmenlerin tamamı manipülatiflerin pedagojik açıdan öğrencilere uygun olduğunu, anlamlı etkinlikler sunduğunu, konuları somutlaştırdığını, öğrencileri motive ettiğini, anlatılan konuları pekiştirdiğini ve eğlenceli öğrenme ortamı oluşturduğunu ifade etmişler ve sanal manipülatiflerin *içerik boyutuna* değinmişlerdir. Çeşitlilik, dikkat çekicilik ve güncellik alt kategorilerinde konuları hikayeleştirme, öğrencilerin dikkatini çekme ve güncel bilgiler içermeye, farklı öğretmenlerin görüşleri olarak yansımıştır. Manipülatiflerin, etkinlikleri eğlenceli kılması yönünden yaptığı katkı Öğretmen A'nın "*Evet düşünüyorum mesela matematik dersimizde saatler konumuz var. Saatler konumuzda bir oyunla anlatıyordu. Çocuklar fareyi kendi ellerine alıp hareket ettiriyorlardı. O şekilde oyun bu yüzden keyif aldılar ve anladılar konuyu*" ifadesinden anlaşılmaktadır.

Kullanım öz yeterliliği, alan öz yeterliliği ve donanım öz yeterliliği alt kategorisinde görüşmelere katılan öğretmenlerin tamamı manipülatifleri kolay kullanabildiklerini, yeterli bilgi ve beceriye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, sanal manipülatif kullanımı ile ilgili hiçbir hizmet içi eğitime katılmadıklarını ve bu konuda kendilerini geliştirmek için A ve C öğretmeni, bilgisayar kursuna gittiklerini; B öğretmeni ise, internette araştırma yaptığını ifade etmiştir. Yalnızca Öğretmen C'nin lisans öğreniminde ders aldığını ifade etmesi dikkat çekicidir. Bu durum Öğretmen C'nin, "*Evet enformatik eğitim uygulamaları adıyla eğitim yazılımları yaptık. Adobe Captivate programını kullanarak belli bir konuda, belli bir ders için bir program hazırlayabilirim*" ifadesine yansımaktadır. Söz konusu görüşler *yeterlik boyutu* kategorisinde ele alınmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmaya katılan sınıf öğretmenlerinin cinsiyet dağılımları benzerlik göstermektedir (%51,44 kadın, %48,56'sı erkek). Yaş aralıkları incelendiğinde; çalışmaya katılan sınıf öğretmenlerinin çoğunluğunun 40-49 (%52,5'ü) yaş aralığında olduğu, lisans mezunlarının (%68,3) çoğunluğu oluşturduğu ve hizmetteki kıdemler göz önüne alındığında, "21 ve üzeri yıl" grubunun büyük bir çoğunluğu (%60,4) oluşturduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan sınıf öğretmenlerinden yalnızca 24 tanesi sanal manipülatifleri kullandığını belirtirken; 278 öğretmenden 254'ünün matematik öğretiminde sanal manipülatifleri kullanmadıkları tespit edilmiştir. Araştırmada sanal manipülatif kullandığını ifade eden öğretmenlerin sayısının bu denli az olması, matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımının önemine işaret eden

araştırmalar (Clements ve McMillen, 1996; Durmuş ve Karakırık, 2006) düşünüldüğünde oldukça dikkat çekicidir ve araştırmanın en çarpıcı sonuçlarından biridir. Bu sonuç, bilgi iletişim teknolojilerinin öğretmenler tarafından kullanımı ile ilgili alanyazında yer alan bazı çalışma sonuçlarına paralellik göstermektedir. TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study) 2007 raporunda, BİT'in matematik derslerine dahil edilmesi faaliyetlerine ortaöğretimde %51 ve ilköğretimde %25 oranında öğretmen desteği olduğu açıklanmaktadır (TIMMS, 2007). Demiraslan ve Usluel (2005), öğretmenlerin çoğunluğunun bilgisayar kullanabilmesine karşın BİT'i öğrenme-öğretme sürecini zenginleştirme aşamasında kullanmadıklarını ve alışageldikleri yöntemleri kullanmayı tercih ettiklerini tespit etmiştir. Baki ve Güveli (2008), geleneksel kurallara bağlı öğretmenlerin bilgisayar destekli matematik eğitiminin gerektirdiği yeni rolleri benimsemekte güçlük çektiğini ve yarısının ise uygun bir yeterliliğe sahip olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın katılımcı öğretmenlerinin çoğunluğunun 21 yıl ve üzeri kıdeme sahip olması; katılımcı öğretmenlerin genel olarak geleneksel kurallara bağlı kalarak alışageldik yöntemlerin dışına çıkmaktan kaçınıyor olabildiklerini akla getirmektedir. Matematik öğretiminde sanal manipülatiflere bu denli az başvurmalarının olası nedeni bu durum olabilir.

Katılımcı öğretmenlerin sanal manipülatif internet sitelerine (Türkçe/İngilizce) erişim ve matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımı hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları, görüşlerine yansımıştır. Bu durum, öğretmenlerin sanal manipülatiflere erişim kaynakları ve manipülatiflerin matematik öğretiminde kullanımı noktasında kendilerini yeterince bilgililer görmediklerini göstermektedir. Katılımcıların, sanal manipülatiflerin öğrenme ortamında gerekliliği ya da faydasından öte, manipülatifler ya da manipülatiflere erişim hakkında bilgi sahibi olmamalarından dolayı kullanılmaları araştırmanın önemli sonuçlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Konuyla ilgili Akbay, Akkan ve Çakıroğlu (2011) yaptığı çalışmanın sonuçlarına göre; sınıf öğretmen adaylarının sanal öğrenme nesnelerini kullanma tercih nedeni olarak manipülatifleri kullanma becerilerine sahip olduklarını düşündükleri ifade edilmiştir. Yani, öğretmenlerin/öğretmen adaylarının manipülatifleri kullanma noktasında kendilerini yeterli görmeleri durumunda manipülatif kullanımına daha çok yöneldikleri söylenebilir. İfade edilen durumun, bu araştırma da katılımcı öğretmenlerin matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımına yönelimlerinin az olmasının temel nedeni olarak düşünülmektedir.

Öğretmenler, sanal manipülatifler ile ilgili bilgiye çoğunlukla internette ulaştığı ve matematik öğretiminde son 2-3 yıldır yeni yeni kullanmaya başladıklarını ifade etmiştir. Alanyazın incelendiğinde sanal manipülatifleri konu edinen bilimsel çalışmalara 2000'li yıllardan itibaren daha çok rastlanılmaktadır. Türkiye'de yaklaşık 20 yıllık bir geçmişe sahip olan konuya ilişkin katılımcı öğretmenlerin son 2-3 yıldır kullandıklarını ifade etmeleri düşündürücüdür. Az olmakla birlikte, son birkaç yılda yaşanan bu artışın muhtemel nedeninin Okulistik, MorpaKampüs, Vitamin ve en önemlisi EBA gibi portalların öğrenme ortamlarında daha fazlaca kullanılmasına yönelik Milli Eğitim Bakanlığının girişimlerinin olabileceği düşünülmektedir. Öğretmenlerin, çoğunlukla yerli manipülatif am-

barlarını tercih ettikleri (en çok SAMAP; %65,52), yabancı nesne ambarları hemen hemen hiç bilmedikleri tespit edilmiştir.

Öğretmenlerin sanal manipülatifleri kullanma amaçlarına ilişkin bulgulara göre; sanal manipülatif kullandığını ifade eden öğretmenlerin yarısından fazlası daha önce işlenen bir konuyu pekiştirirken, yeni bir konuya ön hazırlık yaparken ya da öğrencilerin konuyu öğrenme düzeylerini belirlerken manipülatif kullandığını ifade etmiştir. Öğrencilerin ön bilgilerini kontrol etme, yeni bir konuya giriş yapma ya da yeni bir konuyu işleme amaçlarına yönelik görüş daha azdır. Dolayısıyla öğretmenlerin sanal manipülatif kullanım eğilimlerinin derste yeni bir konunun öğretiminden çok yardımcı araç olarak kullanıma dönük olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin öğretimden öte daha çok yardımcı araç olarak manipülatif kullanımları (özellikle yeni konuya ön hazırlık ve pekiştirme aşamasındaki kullanımlar) çocukların derse karşı olumlu tutum geliştirmelerinde ve dolayısıyla akademik başarılarına da dolaylı katkı sağlama noktasında yardımcı olarak görülebilir. Alanyazında teknolojinin öğretimde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı ve tutumuna olan olumlu katkısına işaret eden çalışmalara (Yılmaz, 2005; Sevindik, 2006; Peker, 1985) rastlanmaktadır. Bu yönüyle araştırma ele alındığında öğretmenlerin sanal manipülatif kullanım amaçlarının öğrenci başarısına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Ancak, Baki ve Özpınar'ın (2007) çalışmalarında sanal öğrenme nesnelерinin kullanıldığı ortamda matematik dersine katılan öğrencilerin, başarılarındaki değişimin daha olumlu olduğu belirtilmiştir. Buna göre, sanal manipülatiflerin matematik öğretiminde yardımcı araç olmaktan öte kullanımının öğrenci başarılarına daha fazla katkı sağlayabileceği akla gelmektedir.

Sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatif kullanım durumlarının çeşitli demografik değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığına yönelik bulgulara göre; öğretmenlerin cinsiyet ve eğitim durumlarının, sanal manipülatif kullanımlarında fark yaratmadığı; yaş ve meslekteki kıdeme göre sanal manipülatif kullanımlarının fark gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Yaş değişkenine ilişkin farklılaşmanın 22-39 yaş aralığındaki öğretmenlerden ve kıdem değişkenine ilişkin farklılaşmanın da 0-10 yıl arasında kıdeme sahip öğretmenlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Yaş ve meslekteki kıdeme ilişkin sonuçlar benzerlik göstermektedir. Adıgüzel (2010) sınıf öğretmenlerinin, ilköğretim okullarındaki öğrenme teknolojilerini kullanma düzeylerinin çeşitli değişkenler yönünden farklılık gösterip göstermediğini incelediği çalışmasında; cinsiyet, meslekteki kıdem ve eğitim durumu değişkenlerinin öğretmenlerin öğretim teknolojilerini kullanmalarında etkili olmadığını rapor etmiştir. Elde edilen sonuçlar bu çalışmadaki cinsiyet ve eğitim durumuna ilişkin bulgularla örtüşürken, meslekteki kıdem değişkeni yönünden farklılık göze çarpmaktadır. Bu noktada yazar öğretmenlerin mesleki kıdemleri ne olursa olsun öğretim teknolojilerini kullanma düzeylerinin yetersizliğine işaret etmiştir (Adıgüzel, 2010). Geleneksel kurallara bağlı öğretmenlerin bilgisayar destekli matematik öğretimine entegrasyonunda zorluk yaşadıkları Baki ve Güveli (2008) tarafından rapor edilmiştir. Bu çalışmadaki özellikle genç sayılabilecek ve mesleki kıdemi 0-10 yıl arasında olan öğretmenlerin diğer öğretmenlere nazaran sanal manipülatif kullanımlarının daha çok olduğuna ilişkin bulgu ile uyumlu bir durumdur. Görece genç öğretmenlerin öğretimde teknoloji kullanımına daha yakın

oldukları, başka bir ifadeyle daha kolay entegre olmaları sanal manipülatif kullanımlarından daha fazla yararlanmalarının temel nedeni olabilir.

Matematik öğretiminde sanal manipülatif kullandığını belirten üç öğretmenle yapılan görüşme bulgularına göre; öğretmenler sanal manipülatif kullanımının matematiksel kavramların öğretimi için önemli olduğu, kalıcı öğrenmeyi sağladığı, öğrencilerin motivasyonunda olumlu etki yaptığı, zamandan tasarruf sağladığı, farklı problemler oluşturmada, çözüme ve öğrenmeyi kolaylaştırmada etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Akkan ve Çakıroğlu (2011) farklı branş öğretmenlerinin, matematik öğretiminde sanal ve somut manipülatif kullanımına ilişkin görüşlerini inceledikleri araştırmalarında; öğretmenlerin, sanal manipülatiflerin matematiksel akıl yürütmeye ve ilişkileri keşfetmeye imkan sağladığı, öğrenci motivasyonunda olumlu etki yaptığı, öğrenci başarılarını ve problem çözme becerilerini geliştirdiğine yönelik görüşlerini rapor etmişlerdir. Söz konusu sonuçlar bu araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Akbay, Akkan ve Çakıroğlu (2011), sınıf öğretmeni adaylarının sanal öğrenme nesnelerini somut materyallere kıyasla zamandan tasarruf sağlamada daha etkili gördüklerini belirtmiştir. Benzer sonuçlara bu çalışmada da ulaşılmıştır. Nitekim sanal manipülatiflerin avantaj ve dezavantajlarına ilişkin kategori altında sanal manipülatiflerin zamandan tasarruf sağladığına ilişkin öğretmen görüşlerine yer verilmiştir. Ayrıca, sanal manipülatiflerin öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırdığı sonucuna da ulaşılmıştır. Bu sonuç, Durmuş ve Karakırık'ın (2006), sanal öğrenme nesnelerinin öğrencilerin kavramları daha iyi anlama yeteneklerini geliştirmede yardımcı olduğunu ileri sürdükleri çalışma sonuçları ile uyumaktadır.

Katılımcı öğretmenlerin tamamı matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımı ile ilgili hiçbir hizmet içi eğitime katılmadıklarını ifade etmişlerdir. Elde edilen bu sonuç alanyazında konu ile ilgili yürütülen bazı çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Nitekim Pişkin Tunç, Durmuş ve Akkaya (2012) çalışmalarında matematik öğretiminde somut ve sanal öğrenme nesnelerinin etkili olabilmesi için öğretmenlerin uygun materyalleri ve öğrenme nesnelerini seçme ve etkili biçimde kullanma becerisine sahip olmaları gerektiğine ve bu noktada gerek hizmet içi gerekse hizmet öncesi eğitimlere olan ihtiyaca işaret etmişlerdir. Benzer şekilde Yaman ve Şahin'in (2014) çalışmasında, geometri öğretiminde teknoloji ve matematik yazılımlarının kullanılmasının etkili olduğu; matematik eğitimcileri için sanal manipülatif kullanımı ve geliştirilmesi ile ilgili hizmet içi eğitimlerin düzenlenmesi gerekliliğine vurgu yapılmaktadır. Ayrıca, BİT ve sanal ortam kullanımına ilişkin hizmet içi ve öncesi eğitim ihtiyacına işaret eden başka çalışmalar da (Yıldız ve Tüzün, 2011; Ural, 2015) mevcuttur.

5. Öneriler

Çalışmanın en çarpıcı sonuçlarından biri, katılımcı 278 sınıf öğretmenin 254'ünün matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanmadığını belirtmesidir. Bu noktada, matematik öğretiminin temelini atıldığı temel eğitim düzeyinde sınıf öğretmenlerince sanal manipülatif kullanımının artırılmasını sağlayacak önlemlerin alınması gerekir. Bu durum, öğretmenlerin sanal manipülatif

kullanmama sebebi olarak ifade ettikleri görüşlere ilişkin sonuçlar ile birlikte ele alındığında; öğretmenlerin sanal manipülatifler ve sanal manipülatiflere erişim kaynakları noktasında bilinçlendirilmeleri gerekir. Bu amaçla hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimler planlanabilir. Sınıf öğretmenlerinin çoğunlukla yerli nesne ambarları hakkında bilgi sahibi oldukları ve yabancı nesne ambarlarını bilmedikleri sonucuna ulaşılmıştır. EBA, Okulistik, Vitamin ve MorpaKampüs gibi sanal manipülatifleri bünyesinde barındıran portallar hakkında öğretmenlerin kullanım yönünden daha da geliştirilmeleri faydalıdır. Ancak bunun yanında sanal manipülatifleri nitelik ve nicelik yönünden daha zengin bir şekilde barındıran, yalnızca bu amaç için kurulmuş olan NLVM, ALI, Merlot, SKOOOL, NCTM Illuminations vb. daha birçok yabancı nesne ambarlarının öğretmenlerce kullanılmasına yönelik çalışmalar yürütülebilir.

Sanal manipülatiflerin matematik öğretiminde sınıf öğretmenlerince yalnızca yardımcı araç olarak kullanılmasının ötesine geçilerek yeni konuların öğretim sürecinde etkin kullanılabilmesi için çalışmalar yapılabilir. Bu noktada, sanal manipülatiflerin öğrenme ortamında etkili kullanımına yönelik uzmanlarca düzenlenecek uygulamalı eğitimlere öğretmenlerin katılımları özendirilebilir.

Çalışmanın sonuçları, görece genç ve daha az deneyimli sınıf öğretmenlerinin, nispeten daha yaşlı ve tecrübeli öğretmenlere nazaran matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımında daha etkin olduklarına işaret etmektedir. Dolayısıyla, görece genç ve az deneyimli öğretmenlerin sanal manipülatif kullanımlarının ödüllendirilmesi, tecrübeli öğretmenlerin ise gerek teknoloji yeterliliklerinin artırılmasına yönelik gerekse manipülatif kullanımlarının özendirilmesi yönünde çalışmalar yapılabilir.

Yapılan bu çalışmada sınıf öğretmenleriyle sınırlı kalmıştır. Yapılacak yeni çalışmalarda farklı branşlardaki öğretmen görüşlerine başvurulabilir. Ayrıca, öğretmenlerin sanal manipülatif kullanım yeterliliklerini belirlemeye yönelik bir ölçek geliştirme çalışması yürütülebilir ve matematik öğretiminde sanal manipülatif kullanımını geliştirmeye dönük ders imecesi vb. yöntemleri içeren deneysel nitelikte çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Kaynaklar

- Adıgüzel, A. (2010).** İlköğretim okullarında öğretim teknolojilerinin durumu ve sınıf öğretmenlerinin bu teknolojileri kullanma düzeyleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 1-17.
- Akbay, M., Akkan, Y. ve Çakıroğlu, Ü. (2011).** Matematik öğretiminde farklı manipülatiflerin kullanımı ile ilgili sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının görüşleri. *The Proceedings of 11th International Educational Technology Conference*, 11, 1749-1755.
- Akkan, Y. ve Çakıroğlu, Ü. (2011).** Farklı branşlardaki öğretmen ve öğretmen adaylarının matematik öğretiminde sanal-fiziksel manipülatiflere bakış açılarının karşılaştırılması, *5th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, 5, 353-359.
- Aşkar, P. (2004).** Eğitim teknolojisi için yeni bir kavram: Öğrenme nesneleri. *12. Eğitim Bilimleri Kongresi Bildiriler*, 2, 1148-1155.

- Baki, A. ve Güveli, E. (2008).** Evaluation of a web based mathematics teaching material on the subject of functions. *Computers & Education*, 51 (2), 854-863.
- Baki, A. ve Özpınar, İ. (2007).** "Geometri öğretiminde logo programının öğrencilerin tutum ve akademik başarılarına etkileri", The Proceedings of 7th International Educational Technology Conference, 2, 43-49.
- Battista, M. T. (2001).** "Shapemakers: A computer environment that engenders students' construction of geometric ideas and reasoning", Took, J. , ve Handerson N. (Eds.) Using Information Technology in Mathematics Education, 105-120.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2012).** "Nicel araştırmalar". *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Pegem A Yayıncılık: Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2014).** *Sosyal bilimler için istatistik* (14.baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Clements, D.H. & McMillen, S. (1996).** Rethinking concrete manipulatives. Teaching children mathematics, 2(5), 270-279. Computing Technology for Math Excellence (2005). Math manipulatives. http://www.ct4me.net/math_manipulatives.htm 12.06.2015 tarihinde ulaşılmıştır.
- Cohen, L., Monion, L. & Morrison, K., (2000).** *Research methods in education*, 5th edition, London and New York: Routledge Falmer.
- Çakıroğlu, Ü, Güven, B. ve Akkan, A. (2008).** *Matematik öğretmenlerinin matematik eğitiminde bilgisayar kullanımına yönelik inançlarının incelenmesi*, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education) 35, 38-52.
- Demiraslan, Y. ve Koçak Usluel, Y. (2005).** Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğrenme öğretme sürecine entegrasyonunda öğretmenlerin durumu. *The Turkish Online Journal of Educational Technology* – TOJET, 4 (3):109-113.
- Doğan, M. ve İçel, R. (2011).** *The role of dynamic geometry software in the process of learning: Geogebra: Example about triangles*. International Journal of Human Sciences, 8 (1), 1441-1458.
- Durmuş, S. ve Karakırk, E. (2006).** "Virtual manipulatives in mathematics education: A theoretical frame work", *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5 (1), 117-123.
- Güngör, M. ve Bulut, Y. (2008).** Ki-kare testi üzerine, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 7(1), 84-89.
- Hannafin, R.D. & Scott, B.N. (1998).** *Identifying critical learner traits in a dynamic computer-based geometry program*. The Journal of Educational Research, 92(1), 3-12.

- Heddens, J.W. (2005).** *Improving mathematics teaching by using manipulatives*. Retrieved on August 11, 2015, from: <http://www.fed.cuhk.edu.hk/~flee/mathfor/edumath/9706/13hedden.html>
- Heid, M.K. (1997).** *The technological revolution and the reform of school mathematics*. American Journal of Education, 106, 5-61.
- Hözl, R. (1996).** *How does "Dragging" affect the learning of geometry?* International Journal of Computers for Mathematical Learning, 1, 169-187.
- Karakırk, E. (2008).** "SAMAP: A Turkish math virtual manipulatives site. 8th International Educational Technology Conference, Anadolu Üniversitesi, 11 (1), 1-16.
- Karakırk, E. ve Aydın, E. (2011).** *Matematik nesnelere*, 16. ATCM Matematik Eğitiminde Teknoloji Çalıştayı, 19-33.
- Kay, R. & Knaack, H. (2007).** *Evaluating the learning in learning objects*, Open Learning, 22 (1), 5-28.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005).** İlköğretim Matematik Dersi 1-5.Sınıflar Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013).** İlköğretim Matematik Dersi 1-5.Sınıflar Öğretim Programı. Ankara: MEB Yayınları.
- Moyer, P.S., Bolyard, J.J. & Spikell, M.A. (2002).** What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 372-377.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1989).** *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*, Reston, VA.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1991).** *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000).** *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Peker, Ö. (1985).** *Ortaöğretim kurumlarında matematik öğretimi ve sorunları*, Ankara : TED Yayınları, 52.
- Pişkin-Tunç, M., Durmuş, S. ve Akkaya, R. (2012b).** İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelere kullanma yeterlilikleri, *MAT-DER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(0), 13-20.
- Sevindik, T. (2006).** *Akıllı sınıfların yükseköğretim öğrencilerinin akademik başarı ve tutumlarına etkisi*, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Elazığ
- Spicer, J. (2000).** *Virtual manipulatives: A new tool for hands-on math*. ENC Focus, 7(4), 14-15.

- Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]. (2007).** *Ulusal matematik raporu*, Ankara: EARGED Yayınları.
- Ural, A. (2015).** Ortaokul matematik öğretmenlerinin bilgi iletişim teknolojisi ve psikomotor beceri kullanımının incelenmesi, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 6(1), 93-116.
- Yaman, H. ve Şahin, T. (2014).** Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5.sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisi, *Abant izzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 202-220.
- Yıldız, B. ve Tüzün, H. (2011).** Üç boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 498-508.
- Yılmaz, M. (2005).** *İlköğretim 7. sınıflarda simetri konusunun öğretimde eğitim teknolojilerinin başarı ve tutuma etkisi*, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.