



## ÜÇ-BOYUTLU SANAL ORTAM VE SOMUT MATERYAL KULLANIMININ UZAMSAL YETENEĞE ETKİLERİ\*

### EFFECTS OF USING THREE-DIMENSIONAL VIRTUAL ENVIRONMENTS AND CONCRETE MANIPULATIVES ON SPATIAL ABILITY

Bahadır YILDIZ\*\*, Hakan TÜZÜN\*\*\*

**ÖZET:** Bu çalışmanın amacı 3-Boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğin bileşenlerinden olan uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yeteneklerine olan etkisini incelemektir. Bu amaçla True Vision 3D oyun motoru kullanılarak 3-Boyutlu bir sanal birim küp simülasyonu hazırlanmıştır. Çalışma iki okuldaki 108 beşinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Her bir okulda yarı-deneysel desenlerden kontrol gruplu ön-test son-test deney modeli kullanılmıştır. Deney gruplarında sanal ortam ile, kontrol gruplarında ise somut birim küpler ile öğrenme etkinliği yapılmıştır. Uygulamalardan önce ve sonra Uzamsal Görselleştirme Testi ve Zihinsel Döndürme Testi uygulanmıştır. Kontrol grubunda hem Uzamsal Görselleştirme Testi hem de Zihinsel Döndürme Testi sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Deney grubunda Uzamsal Görselleştirme Testi için istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunurken Zihinsel Döndürme Testindeki artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Katılımcıların üç-boyutlu sanal ortam ile somut materyallerin kullanıldığı ortamdaki Uzamsal Görselleştirme Testi ve Zihinsel Döndürme Testi sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Uzamsal yetenek, uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme, 3-B sanal ortam

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to investigate the effects of using 3-D virtual environments and concrete manipulatives on spatial visualisation and mental rotation abilities. A 3-D virtual unit block simulation was designed with True Vision 3D game engine. The study was implemented at two schools with 108 students from fifth grade. A quasi-experimental pre-test post-test research design was followed at each school. The 3-D virtual environment was used in the experimental groups. Unit blocks were used as concrete manipulatives in the control groups. Spatial Visualisation and Mental Rotation Tests were administered before and after the implementations. Spatial Visualisation and Mental Rotation Test scores increased significantly in the control group. Spatial Visualisation Test score increased significantly in the experimental group, while the increase in Mental Rotation Test score was not statistically significant. There was no significant difference between the groups in terms of Spatial Visualisation and Mental Rotation Test results.

**Keywords:** Spatial ability, spatial visualisation, mental rotation, 3-D virtual environment

## 1. GİRİŞ

Uzamsal yetenek, uzaydaki nesnelerin zihinde canlandırılabilmesi, farklı açılardan tanınabilmesi, bütün olarak ya da parçalarının ayrı ayrı hareket ettirilebilmesi yeteneklerinin bütünü olarak tanımlanmaktadır. Uzamsal yetenek uzmanlık gerektiren mesleklerin yanında evdeki eşyaların yerini değiştirmekten güvenli araba kullanmaya, bulaşık makinesine tabakları yerleştirmekten bilardo oynamaya kadar gündelik hayatta karşımıza çıkmakta ve farkında olmadan kullanılmaktadır. Bannatyne'in (2003) belirttiğine göre mesleklerin yaklaşık olarak %80'i sözel yetenekten çok uzamsal yeteneğe bağlıdır. Alanyazına bakıldığında uzamsal yetenek için üzerinde anlaşılabilir bir tanımın ortaya konulmadığı; uzamsal yetenek, uzamsal beceri, uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişki gibi kavramların birbirlerinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Bu olgunun bir beceri mi yoksa yetenek mi olduğu halen tartışılmaktadır (Turgut, 2007).

Uzamsal yetenek konusundaki öncü çalışma Thurstone (1938) tarafından yapılmıştır. Thurstone zihinsel yetenek üzerine çalışmış ve "Uzay" (space) kavramını ortaya koymuştur (Akt. Kayhan, 2005). Uzamsal yeteneği; nesnelerin zihinde canlandırılması ve döndürülmesi olarak tanımlayarak birincil zihinsel yeteneklerden birisi olarak sınıflandırmıştır (Sternberg, 1990). French (1951) uzamsal yeteneği 3-Boyutlu (3-B) uzaydaki nesnelere zihinde canlandırma, kavrama ve hareket ettirme yeteneği olarak tanımlamıştır (Akt. McGee, 1979). Linn ve Petersen (1985) uzamsal yeteneği;

\* Bu çalışma Doç. Dr. Hakan Tüzün danışmanlığında yürütülen Bahadır YILDIZ'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

\*\* Araş. Gör., Hacettepe Üniversitesi, e-posta: bahadiry@hacettepe.edu.tr

\*\*\* Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, e-posta: htuzun@hacettepe.edu.tr

sembolik ve dilsel olmayan bilginin temsili, dönüştürülmesi, oluşturulması ve yeniden çağırılması yeteneği olarak tanımlamıştır. Olkun ve Altun (2003) tarafından uzamsal yeteneğin uzayın ve geometrik formun kullanımı ile ilgili becerileri içermekte olduğu belirtilmiştir. Kayhan (2005) uzamsal yeteneği ilişkilerin görsel olarak manipüle edilmesi, yeniden düzenlenmesi veya açıklanması olarak tanımlamıştır. Bu tanımlama çalışmalarına ek olarak uzamsal yeteneğin alt bileşenlerinin ortaya konulması ve bu alt bileşenlerin tanımlanması çalışmaları da bulunmaktadır. Bu alt bileşenler örneğin McGee (1979), Lohman (1979), Clements (1998) ve Kayhan'a (2005) göre uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim; Linn ve Petersen (1985) ile Okagaki ve Frensch'a (1996) göre uzamsal görselleştirme, uzamsal algı ve zihinsel döndürme; Olkun ve Altun (2003) ile Turgut'a (2007) göre uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler; Contero'ya (2005) göre uzamsal görselleştirme, uzamsal yönelim ve uzamsal ilişkilerdir.

Uzamsal yetenek ile ilgili çalışmalar 1900'lü yılların başlarına dayanmaktadır. Uzamsal testleri derledikleri rehber kitaplarında Eliot ve Smith (1983) uzamsal yeteneğin tarihi gelişimini kısaca 3 döneme ayırmıştır: 1. Dönem (1904-1938) "uzay" kavramı ve zeka ile ilişkilerinin ortaya konulduğu dönem, 2. Dönem (1938-1961) uzamsal yeteneğin tek yetenek olmadığının farkına varıldığı ve alt bileşenlerinin ortaya konulduğu dönem ve 3. Dönem (1961-1982) uzamsal yeteneğin diğer yeteneklerle ilişkilerinin ve onu etkileyen diğer faktörlerin araştırılmaya başlandığı dönemdir. İçerisinde bulunduğumuz dönemde uzamsal yeteneğin materyaller yardımıyla geliştirilmesine yönelik çalışmalar karşımıza çıkmaktadır (Ben-Chaim, Lapan, Houang, 1988; Clements, 1998; Olkun, 2003a). Bilgisayar erişimi ve kullanımının artmasıyla uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik kullanılan yöntemler ve materyaller bilgisayar teknolojileri desteğini arkasına almış ve bunların etkileri araştırılmaya başlanmıştır (McClurg ve diğerleri, 1997; Okagaki ve Frensch, 1996; Olkun, 2003a; Rafi ve diğerleri, 2008; Subrahmanyam ve Greenfield, 1996). Bu çalışmada da bilgisayar ile hazırlanmış, masaüstü sanal gerçeklik teknolojileri ile desteklenmiş 3-Boyutlu bir sanal ortam kullanılmış ve somut materyallerin kullanılması ile karşılaştırması yapılmıştır.

Materyal etkisinin yanında uzamsal yeteneğin cinsiyet ve yaşla ilişkisi ve uzamsal yeteneğin geliştirilmesi üzerine çalışmalar sürdürülmektedir. Cinsiyet farkı çalışmaları incelendiğinde çoğunlukla erkeklerin kızlara oranla daha yüksek performans sergilediği raporlanmasına rağmen kızlar ile erkekler arasında fark bulunamayan ya da kızların daha yüksek performans gösterdiği çalışmalara da rastlanmaktadır. McGee (1979), cinsiyet farkının olduğunu bildirirken Johnson ve Meade (1987) çocukların farklı gelişme düzeylerinde uzamsal yetenek testlerini uygulamışlar ve 10 yaşından itibaren cinsiyet farkının ortaya çıktığını bulmuşlardır (Akt. Kimura, 2000).

Mesleki ya da gündelik işlerinde uzamsal yeteneği kullanacak olan bireylerin bu gelişimi sağlayabilecekleri ve herkes için eşit fırsatlar tanınan tek ortam okul ortamıdır. Özellikle Matematik ve Fizik derslerindeki başarı ile uzamsal yetenek pozitif bir ilişki göstermektedir (Delialioğlu ve Aşkar, 1999; Olkun ve Altun, 2003). Bu durum da göz önünde bulundurularak, küçük yaştaki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesi Matematik ve Fizik derslerinde sağlanmaya çalışılmaktadır. NCTM'nin (The National Council of Teachers of Mathematics) 2000 yılında yayımladığı okul matematiği standartlarında 2-Boyutlu ve 3-Boyutlu uzamsal görselleştirme ve muhakemenin tüm öğrenciler için geliştirilmesi gerekli bir beceri olduğu bildirilmiştir. Ülkemizde öğretim programlarının değiştirilmesi ile eskiye nazaran daha çok önem verilmiş olan uzamsal yeteneğe ilişkin kazanımlara 2. ve 3. sınıf düzeylerinde örüntü ve süslemeler konularıyla değinilmeye başlanmıştır. Örüntü ve süslemeler konularında 2-Boyutlu şekiller ve resimlerin kullanımı söz konusudur. 3-Boyutlu düşünme ve muhakeme ile ilgili kazanımların ise 4. sınıf düzeyinde birim küplerin kullanımı ile başladığı görülmektedir.

### 1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; bilgisayar ortamında masaüstü sanal gerçeklik teknolojisi kullanılarak hazırlanmış olan 3-Boyutlu bir sanal ortam ile somut manipülatiflerin, 5. sınıf düzeyindeki öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerileri üzerine etkilerini araştırmaktır.

## 1.2. Problem Cümlesi

3-Boyutlu sanal ortam kullanımı ve somut materyal kullanımının Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme becerilerine etkileri nasıldır?

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Araştırma Yöntemi

Çalışmada araştırma yöntemi olarak yarı-deneysel desenlerden kontrol-gruplu ön-test son-test deney modeli kullanılmıştır (Fraenkel ve Wallen, 2003). Araştırma yapılan iki okulda sınıflar önceden oluşturulduğu için öğrencilerin deney ve kontrol grubuna rastgele atanması mümkün olmamıştır.

### 2.2. Çalışma Grubu

Araştırma, Ankara il merkezinde bulunan bir özel bir devlet okulu olmak üzere toplam iki okulda gerçekleştirilmiştir (Tablo 1). Sınıf öğretmenleri ile yapılan görüşmeler sonucunda okulların her birisinde seçilen 5. sınıflardan birisi deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

**Tablo 1. Çalışma grubu öğrencilerinin dağılımı**

Grup	Kız	Erkek	Toplam
Deney	26	32	58
Kontrol	30	20	50
Toplam	56	52	108

### 2.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmada veriler, Uzamsal Görselleştirme Testi (UGT), Zihinsel Döndürme Testi (ZDT) ve araştırmacılar tarafından hazırlanan Demografik Bilgiler Anketi ile toplanmıştır.

UGT; İlköğretim II. Kademe için A.B.D.'de gerçekleştirilen "Middle Grades Mathematics Project" adlı proje için hazırlanmış olan ve Winter, Lappan, Philips ve Fitzgerald (1989) tarafından yazılmış olan "Middle Grades Mathematics Project: Spatial Visualisation" adlı kitaptan alınmıştır. Test 15 sorudan oluşmaktadır. Her sorunun 5 cevap şıkkı bulunmaktadır. Test soruları genel olarak birim küplerden oluşturulmuş yapıların izometrik görünümüne ek olarak, sağdan, soldan, önden ve arkadan görünümüne dair sorular içermektedir. Bir de küplerden oluşturulan yapıların kuş bakışı görünümünün özel bir kodlaması olan MAT planı soruları yer almaktadır. Puanlama yapılırken her bir doğru cevaba 1 puan verilmiş olup testten alınabilecek en yüksek puan 15'tir. Testin güvenilirliği son-test puanlarına göre hesaplandığında 0,971 (N=108) olarak bulunmuştur.

ZDT; Peters ve arkadaşlarının (1995) "A redrawn Vandenberg and Kuse Mental Rotations Test: Different Versions and Factors That Affect Performance" başlıklı çalışmalarıyla yeniden oluşturdukları "Mental Rotation Test" adıyla bilinen testtir. Test toplam 24 sorudan oluşmaktadır. Her sorunun niteliği aynıdır. Birim küplerden oluşturulmuş bir şeklin farklı yönlerde ve farklı açılarla döndürüldüğünde oluşacak yeni halini bulmaya dayalıdır. Her sorunun 4 şıkkı vardır. Bu şıklardan iki tanesi ilk verilen şeklin farklı yön ve açılarda döndürülmesi ile oluşabilirken, diğer iki tanesi oluşamaz. Oluşabilen iki şekil testin doğru yanıtlarını oluşturmaktadır. Puanlama yapılırken bir sorudaki iki doğru cevabın her birisine 1 puan verilmiş olup testten alınabilecek en yüksek puan 48'dir. Testin güvenilirliği son-test puanlarına göre hesaplandığında 0,661 (N=108) olarak bulunmuştur.

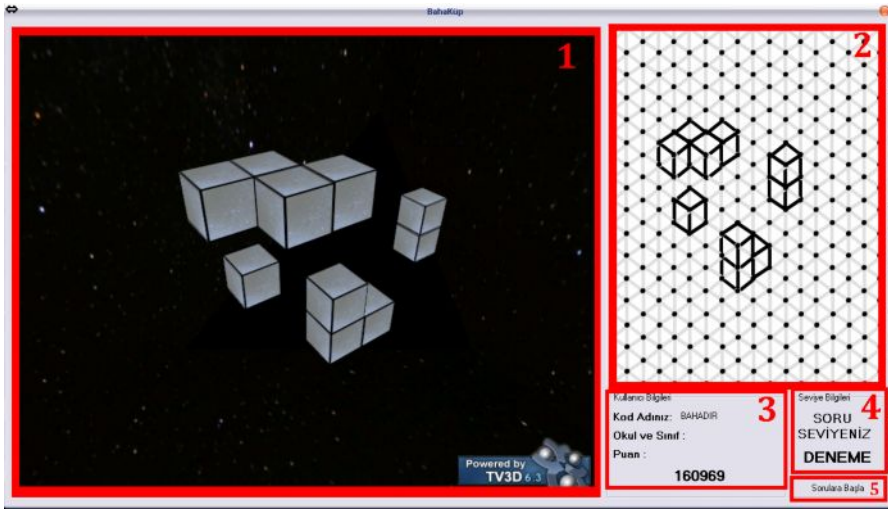
Demografik Bilgiler Anketi; araştırmacılar tarafından hazırlanan, katılımcıların cinsiyetlerini, bilgisayar erişim olanaklarını, oyun oynama tecrübelerini ve oynadıkları oyunları öğrenmeye yönelik sorulardan oluşan bir ankettir.

Devlet okulunda bilgisayar laboratuvarında süreci gözlemleme şansı bulan deney grubu sınıf öğretmeni ile yarı-yapılandırılmış bir görüşme yapılmıştır.

### 2.4. 3-B Sanal Ortam

Kullanılan sanal ortam bir pencereden ve farklı işlevlere sahip iki alandan oluşmaktadır (Bkz. Şekil 1). Solda bulunan büyük alan; eğitim programlarının yenilenmesiyle ilköğretim matematik programına dahil olan, birim küpler yardımıyla üç-boyutlu cisimlerin zihinde canlandırılması, farklı açılardan görünüşleri ve döndürülmeleri, cisimlerin tamamının ya da bir parçasının hareket ettirilmesi, bu cisimlerin manipülasyon öncesi ve sonrası durumlarının izometrik kağıda çizimleri, izometrik çizimleri verilen nesnelerin birim küpler yardımıyla oluşturulması basamaklarından oluşan uzamsal yetenek konusunun öğrenilmesinde kullanılmak üzere yukarıda belirtilen basamakları içeren bir birim küp simülasyonu penceresidir. Visual Basic 6 temelinde True Vision 3D oyun motoru kullanılarak hazırlanmıştır. Bu alanda 3-Boyutlu ortam kullanıcının gözünden görüntülenmektedir, yani bir FPS (First Person Shooter) oyun tarzına sahiptir.

Sağda bulunan nispeten daha küçük alan ise “Adobe Flash” ile hazırlanmış bir izometrik kâğıttan oluşmaktadır. Bu alan, izometrik kağıt kullanılması gereken görevlerde kullanıcıdan izometrik çizim almak, izometrik çizimi verilerek küplerle oluşturulması istenen görevlerde ise katılımcıya izometrik çizimleri sağlamak için kullanılmıştır.

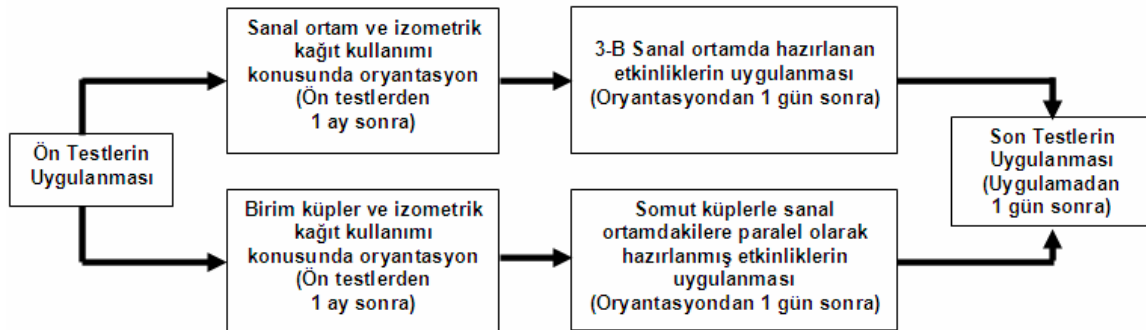


Şekil 1. Hazırlanan programa ait örnek ekran görüntüsü

### 2.5. Uygulama Süreci

Uygulamada Şekil 2’de görülen; ön-test, oryantasyon, uygulama ve son-test süreçleri takip edilmiştir.

**Ön-testler:** Çalışma deney ve kontrol gruplu ön-test/son-test modelinde tasarlandığı için uygulamalar deney ve kontrol grubu arasında olgunlaşma (maturation) etkisinin ortaya çıkmaması için aynı gün yapılan ön-testlerle başlamıştır. Ön-test sürecinde deney ve kontrol grubuna Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme testleri ile Demografik Bilgiler Anketi uygulanmıştır.



Şekil 2. Uygulama Süreci

**Oryantasyonlar:** Uygulamalara geçilmeden önce bir ders saatinde; hem deney hem de kontrol grubuna somut küpler ve izometrik kağıt kullanımı hakkında bir tanıtım yapılmıştır. 3-B ortam, projeksiyon yardımıyla gösterilmek suretiyle deney grubuna tanıtılmıştır.

**Uygulamalar:** Kontrol grubundaki uygulamalar için ders öğretmenleri ile görüşülerek kontrol grubunda işlenecek derse paralel bir içerik hazırlanmıştır. Bu uygulamalarda somut küpler ve ek olarak izometrik kağıtlar kullanılmıştır. Öğrencilere yaptırılan etkinlikler somut küplerle çeşitli yapılar oluşturulması, oluşturulan yapıların izometrik kağıda çizimleri ve izometrik çizimleri verilen yapıların somut küplerle oluşturulması aşamalarını içermektedir. Uygulama sürecinde deney grubu geliştirilen 3-B ortamı önceden belirlenen görevleri yapmak için kullanmıştır. Bu görevler kontrol grubundakine benzer şekilde küp ve izometrik kağıt etkinliklerini içermektedir. Deney grubundaki her öğrencinin bireysel olarak ortamla etkileşime girmesi sağlanmıştır.

**Son-Testler:** Uygulamaların ardından ön-testlerde uygulanan Uzamsal Görselleştirme Testi ve Zihinsel Döndürme Testi yeniden uygulanmıştır.

### 2.6. Verilerin Çözümlemesi

Ön-testler, son-testler ve demografik bilgiler anketi sonucunda elde edilen verilerin çözümlenmesi için ortalama ve standart sapma, başlangıçta deney ve kontrol grupları arasında fark olup olmadığını kontrol etmek için bağımsız örneklem t-testi, deney grubunun ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılması ile kontrol grubunun ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılması için eşleştirilmiş örneklem t-testi, grup ile cinsiyet, bilgisayar oyunu oynama tecrübeleri ve bilgisayar erişimleri değişkenleri arasındaki ilişkilerin etkilerinin incelenmesi için de ANCOVA analizi uygulanmıştır. Tüm analizlerde 0,05 anlamlılık düzeyi temel alınmıştır. Öğretmenle yapılan görüşme içerik analizi ile analiz edilmiştir.

### 3. BULGULAR

Çalışmaya toplam 108 öğrenci katılmıştır. Bu öğrencilerin 50'si (30 kız, 20 erkek) kontrol grubunda, 58'i (26 kız, 32 erkek) deney grubunda bulunmaktadır. 108 katılımcıdan 7'sinin bilgisayar erişimi bulunmamaktadır, 22'si de bilgisayarda oyun oynamadığını belirtmiştir. Deney ve kontrol gruplarının UGT ve ZDT ön-test ve son-test puanları Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2. Deney ve kontrol gruplarının UGT ve ZDT ön-test ve son-test puanları**

TESTLER	DENEY GRUBU		KONTROL GRUBU		
	Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. Sapma	
UGT	Ön-test	3,12	1,67	2,90	1,54
	Son-test	6,41	3,54	5,38	2,16
ZDT	Ön-test	24,60	5,49	23,50	5,54
	Son-test	26,16	5,17	27,62	5,86

Başlangıçta deney ve kontrol grupları arasında fark olup olmadığını kontrol etmek için UGT ve ZDT ön-test puanları kullanılarak bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Hem UGT ön-testi ( $t_{106} = -0,710$ ,  $p > 0,05$ ) hem de ZDT ön-testi ( $t_{106} = -1,037$ ,  $p > 0,05$ ) açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Bu sonuçlara dayanarak grupların benzer olduğu kabul edilmiştir.

Uygulamaların ardından son-testler yapılmıştır. Yapılan uygulamaların öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığını görmek için öğrencilerin ön-test ve son-testleri arasında eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır. UGT için yapılan t-testleri sonucunda hem kontrol grubu ( $t_{49} = -8,832$ ,  $p < 0,05$ ) hem de deney grubunda ( $t_{57} = -6,923$ ,  $p < 0,05$ ) istatistiksel olarak anlamlı artışlar elde edilmiş ve yapılan her iki uygulamanın da öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneğine katkı getirdiği bulunmuştur. Benzer şekilde ZDT için de ön-test ve son-testlerin karşılaştırılması amacıyla eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır. Test sonuçlarında kontrol

grubunda ( $t_{49}=-4,419$ ,  $p<0,05$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu, ancak deney grubundaki artışın ( $t_{57}=-1,993$ ,  $p>0,05$ ) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Somut küplerin kullanımı zihinsel döndürme yeteneğine istatistiksel olarak anlamlı bir katkı getirirken, sanal ortam kullanımının zihinsel döndürme test puanlarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttırmadığı bulunmuştur.

Demografik bilgiler anketi ile öğrencilerden cinsiyetleri, bilgisayar erişim imkanları ve oyun oynama tecrübeleri ile ilgili bilgiler de toplanmıştır. Bu değişkenlerin etkileşimlerinin de etkisinin olacağı düşünülerek bu etkinin incelenmesi için ön-test puanları kovaryans olarak alınmış cinsiyet, bilgisayar erişimi ve oyun oynama tecrübeleri sabit değişken olarak alınmış ve ANCOVA testleri yapılmıştır. ANCOVA sonucunda (Bkz. Tablo 3) deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin UGT ön-test puanları kontrol altına alındığında, düzeltilmiş son-test UGT puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $F(1,94)=2,413$   $p>0,05$ ). Yani bir öğrencinin deney ya da kontrol grubunda olması, o öğrencinin UGT performansını aynı derecede etkilememektedir. Grup ve bilgisayar erişimi, grup ve oyun oynama tecrübeleri, grup ve cinsiyet etkileşimleri incelenmiş ve bu durumlar için de istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur.

**Tablo 3. Deney ve kontrol grubunun UGT son-test puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları**

	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	P	Etki Büy. D <sup>2</sup>
UGT Son-Test	Düzeltilmiş Model	191,860	13	14,758	1,777	,058	,197
	Grup	20,042	1	20,042	2,413	,124	,025
	Erişim	14,292	1	14,292	1,721	,193	,018
	Oyun	32,024	1	32,024	3,856	,053	,039
	Cinsiyet	,306	1	,306	,037	,848	,000
	Grup * Erişim	13,699	1	13,699	1,649	,202	,017
	Grup * Oyun	1,931	1	1,931	,233	,631	,002
	Grup * Cinsiyet	4,645	1	4,645	,559	,456	,006
	Hata	780,686	94	8,305			
	Düzeltilmiş Toplam	972,546	107				

ZDT puanları için yapılan ANCOVA sonucunda (Bkz. Tablo 4) deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ZDT ön-test puanları kontrol altına alındığında, düzeltilmiş son-test ZDT puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $F(1,94)=0,945$   $p>0,05$ ). Yani bir öğrencinin deney ya da kontrol grubunda olması, o öğrencinin ZDT performansını aynı derecede etkilememektedir. Grup ve bilgisayar erişimi, grup ve oyun oynama tecrübeleri, grup ve cinsiyet etkileşimleri incelenmiş ve bu durumlar için de istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur.

**Tablo 4. Deney ve kontrol grubunun ZDT son-test puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları**

	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	P	Etki Büy. D <sup>2</sup>
ZDT Son-Test	Düzeltilmiş Model	806,479	13	62,037	2,372	,009	,247
	Grup	24,710	1	24,710	,945	,334	,010
	Erişim	25,129	1	25,129	,961	,330	,010
	Oyun	31,306	1	31,306	1,197	,277	,013
	Cinsiyet	49,245	1	49,245	1,883	,173	,020
	Grup * Erişim	42,884	1	42,884	1,640	,204	,017
	Grup * Oyun	66,776	1	66,776	2,553	,113	,026
	Grup * Cinsiyet	10,355	1	10,355	,396	,531	,004
	Hata	2458,521	94	26,154			
	Düzeltilmiş Toplam	3265,000	107				

Her iki okuldaki katılımcıların test puanları kullanılarak cinsiyetler arasındaki ilişki incelenmiştir. Katılımcıların 56'sı kız, 52'si erkektir. Yapılan testler sonucunda ne UGT ( $F(1,94)=0,037$   $p>0,05$ ) ne de ZDT ( $F(1,94)=1,883$   $p>0,05$ ) performansları açısından cinsiyetler arasında bir fark bulunmamıştır.

Devlet okulunda bilgisayar laboratuvarında süreci gözlemlene şansı bulan deney grubu sınıf öğretmeni ile yarı-yapılandırılmış bir görüşme yapılmıştır. Yapılan görüşmede öğretmenlerin bölge müfettişlerinden yeni müfredatın özellikleri, getirdikleri ve öğretmenlere düşen görevler ile ilgili 3 haftalık bir seminer aldıkları, ancak dersler ve ders içerikleri ile ilgili bir eğitim verilmediği belirtilmiştir. Uygulama hakkındaki görüşlere baktığımızda ise; öğrencilerin bilgisayarlara ilgi duydukları, bilgisayar derslerini ve bilgisayar oyunlarını sevdikleri belirtilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin bilgisayarla ders işleme konusuna istekli ve gayretli oldukları bildirilmiştir. Yapılan uygulamanın öğrencilere farklı bakış açıları kazandırdığını, bunun çizim konularında da yardımcı olabileceğini ve öğrencilerin kendilerine güvenmelerini sağladığını belirten öğretmen, öğrencilerin yön ve derinlik kavramı konusundaki sıkıntılarını nedeniyle küplerin hareket ettirilmesi ve uzaktaki küplerin küçük görünmesini küplerin küçülmesi gibi algıladıklarını ve küpleri gerekli yerlere yerleştirmede zorlandıklarını gözlemlediğini belirtmiştir. Ancak bilgisayarda yapılan uygulamada derinlik kavramını daha iyi kavradıklarını düşünmektedir. Ek olarak kazanımların öğrencilere daha kısa sürede verilebildiğini düşünmektedir. Sonuç olarak öğretmen yapılan uygulamanın diğer sürece göre daha etkili olacağını düşünmektedir. Böyle bir uygulamayı derslerinde kullanmak isteyeceğini, benzer uygulamaların başka konuların anlatımında da kullanabileceğini belirtmiştir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Uygulama sonucunda üç-boyutlu sanal ortamda da somut materyallerin kullanıldığı ortamda da uzamsal görselleştirme performansı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu, ancak zihinsel döndürme performansı açısından somut materyallerin kullanıldığı ortamda istatistiksel olarak anlamlı bir artış olurken üç-boyutlu sanal ortamdaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Katılımcıların üç-boyutlu sanal ortam ile somut materyallerin kullanıldığı ortamdaki Uzamsal Görselleştirme Testi ve Zihinsel Döndürme Testi sonuçları arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır. İşlenen içerikler hazırlanırken öğretim programındaki kazanımlar ve uyarılar göz önünde bulundurulmuş ve kullanılan testlerin ölçmeyi hedeflediği becerilere paralel olarak hazırlanmıştır. Öğretim programındaki içeriğin daha çok uzamsal görselleştirme yeteneğine yakın olması nedeniyle sanal ortam, uzamsal görselleştirme testi sorularına benzer görevleri içerecek şekilde tasarlanmış ve katılan öğrencilerden bu görevleri yerine getirmeleri istenmiştir. Zihinsel döndürmeye yönelik özel bir etkinlik tasarlanmamıştır. Ancak öğrencilerin diğer görevleri yaparken oluşturdukları yapıların etrafında da sanal olarak dolaşabilmeleri ve farklı açılardan yapıları gözlemleyebilmelerinin zihinsel döndürmeye katkı sağlaması beklenmiştir. Sonuçlara bakıldığında bu katkının sağlandığı ancak gruplar arası fark oluşturabilecek kadar yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır. Buradan hareketle hazırlanan sanal ortamın en az somut materyal kullanımı kadar etkili olduğu sonucuna varılmaktadır.

Uygulamada kalabalık grubu oluşturan okul öğrencilerinin daha önce somut küplerle ders işlemediği ve bu yöntemin de öğrenciler için yeni, farklı ve ilgi çekici olduğu gözlenmiştir. Somut materyallerle işlenen derse öğrencilerin fazlasıyla ilgi göstermesi ve istekli olmaları, başarılı sonuçlar almalarını sağlamış olabilir.

Alanyazına bakıldığında bilgisayarla hazırlanmış ortamların uzamsal yeteneği, dolayısıyla da alt bileşenleri olarak kabul edilen uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yeteneklerini geliştirdiklerine dair kanıtlar görülmektedir. (McClurg, 1992; Olkun, 2003b, Subrahmanyam ve Greenfield, 1996; Okagaki ve Frensch, 1996). Bu açıdan da bulguların alanyazını desteklediği görülmektedir. Bu bulgulara ek olarak, kontrol edilen diğer değişkenler olan cinsiyet, bilgisayar erişimi ve oyun oynama tecrübeleri ile ilgili farklara rastlanmamıştır.

Alanyazında erkeklerin lehine cinsiyet farkı ortaya koyan çalışmaların (örn: Ben-Chaim, Lappan, Houang, 1988; Subrahmanyam ve Greenfield, 1996) yanında cinsiyet farkı bulunmayan çalışmalar da azımsanamayacak sayıda. Johnson ve Meade (1987) çalışmalarında çocuklara farklı gelişim düzeylerinde uzamsal yetenek testleri uygulamış ve 10 yaşından itibaren cinsiyet farkının ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Robichaux (2000) ergenlik öncesi çocukların uzamsal yeteneklerinin aynı olduğunu bildirmekte, 5. sınıf düzeyinde, ergenlik öncesi dönemde bulunan çocuklarda cinsiyetler arasında bir fark olmadığını vurgulamaktadır (Akt. Subrahmanyam ve Greenfield, 1996). Bu bulgulara paralel olarak bu çalışmada da UGT ve ZDT performanslarında cinsiyet açısından bir fark bulunmamıştır.

Olkun ve Altun (2003) çalışmalarında bilgisayar tecrübesi olan 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin uzamsal düşünme becerilerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ancak bu çalışmada bilgisayar erişimi ve tecrübesi olan öğrenci oranının yaklaşık %94 olması nedeniyle bilgisayar erişimi konusu yeterli olarak değerlendirilememiş ve bu nedenle anlamlı bir fark bulunmamıştır. Oyun oynama tecrübelerine göre değerlendirme yapıldığında oyun oynayanlar ve oynamayanlar arasında bir farka rastlanmamıştır. Öğrencilerden alınan bilgiler doğrultusunda oynanan oyunların çoğunluğunun İnternet tarayıcıları ile oynanabilen 2-Boyutlu Flash-tabanlı oyunlar olduğu göze çarpmakta olup bu oyunların etkisinin olmadığı düşünülebilir.

Bilgisayarla hazırlanan sanal ortamın somut materyallerle aynı derecede etkili olduğu görülmektedir. Ancak bilgisayarların öğretim sürecine katılmaları konusunda birçok zorluk söz konusudur. En başta altyapı sorunları dikkati çekmektedir. Okullara bilgisayar ve İnternet imkanları sağlanmaya çalışılmakta ve neredeyse planlanan hızda gerçekleşmektedir. Ancak okulların öğrenci sayıları göz önünde bulundurulduğunda öğrenci başına düşen bilgisayar sayısı oldukça azdır. 2008 yılında gerçekleştirilen “Türkiye Geneline İlk ve Ortaöğretim Olanaklarının İncelenmesi ve Belirlenen Aksaklıklara Çözüm Önerilerinin Getirilmesi” başlıklı çalışma sonuçlarına göre ilköğretimde yaklaşık 34 öğrenciye bir bilgisayar düştüğü bildirilmektedir. Bu durumda ilköğretim okullarında bilgisayar imkanlarının kısıtlı olduğu ancak gelişime bakıldığında ise hızla arttığı görülmektedir. Bilgisayar sınırlılıklarına İnternet erişim sorunları da eklendiğinde özellikle çok-kullanıcılı olarak tasarlanan, aynı anda birden fazla kullanıcının İnternet bağlantısı yardımıyla katılabildiği sanal ortamların kullanımları ciddi anlamda kısıtlanmaktadır. Bu nedenle araştırma için hazırlanan sanal ortam İnternet bağlantısına ihtiyaç duymayacak şekilde tasarlanmıştır.

3-Boyutlu sanal ortamları derslerde kullanabilmek için önemli bir ayrıntı da öğretmen ve öğrencilerin oryantasyonudur. Yeni tasarlanmış bir sanal ortamın tanıdık olmayan bir yerde kullanılabilmesi için; kullanacak olan öğrenci ve öğretmenlerin kullanım konusunda bilgilendirilmesi ve tecrübe kazanması gereklidir. Yapılan uygulamada kullanılan sanal ortam araştırmacı rehberliğinde sadece öğrenciler tarafından kullanıldığı için yalnızca öğrencilere oryantasyon yapılmıştır.

Öğretmen görüşleri incelendiğinde hem alanyazını hem de yapılan çalışma sonuçlarını destekler nitelikte bulgular söz konusudur. Öğrencilerin bilgisayarlara ve bilgisayar oyunlarına karşı olan ilgileri öğretmenlerin ortak görüşüdür. Bu ilginin öğretim için kullanılmasına olumlu yaklaşan öğretmenler kendileri de bu konudaki çalışmaların yarar sağlayacağını düşünmektedir. Bulunan sonuçlar da öğretmen görüşleri ile paraleldir. Bu olumlu etkinin nedeni öğrencilerin yeni bir ortamla karşılaşmaları da olabilir ancak bu durumun etkisi daha uzun süreli olarak tasarlanacak araştırmalarla gözlemlenebilir. Bu tarz uygulamaların kullanılması ve yaygınlaştırılması konusunda da olumlu görüş bildiren öğretmenlerin uzamsal yetenek konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları gözlemlenmiştir. Bu durumda öğretmenlerin hem uzamsal yetenek hem de hazırlanan sanal ortamın kullanımına dair eğitim almaları gereği ortaya çıkmaktadır. Bu ihtiyaç hizmet-içi eğitimlerle giderilebileceği gibi eğitim fakültelerinin ilgili bölümlerinde de öğretmen adayları bu alanda desteklenebilir.

## 5. ÖNERİLER

### 5.1. Tasarımcılara öneriler

3-B bir ortamın tasarlanması ve hazırlanması oldukça uzun zaman ve emek gerektiren bir çalışma olduğu için zamanın ve yapılacakların önceden tam ve doğru olarak planlanması gerekmektedir. Kullanılacak altyapı, teknoloji ve programlara iyi derecede hakim olmak, oluşabilecek sorunları gidermede ve gerekli eklemeleri gerektiğinde programa katabilmede kolaylık sağlayacak ve zaman kaybını azaltacaktır. Tasarım ilkelerine ne kadar bağlı kalınsa da pratik anlamda işin içinde olan uzmanlarla birlikte tasarım ve uygulamanın gerçekleştirilmesinde yarar vardır. Programların yeniden düzenlenebilen ve farklı düzeylere entegre edilebilen yapıda tasarlanması sonraki kullanımları daha kolay ve uygulanabilir hale getirebilir. Okulların donanımları göz önüne alınarak, programlar en alt düzeydeki donanımlarla da iş görebilecek şekilde tasarlanmalıdır. Uygulamaya geçilmeden önce mutlaka pilot uygulamanın yapılması gereklidir. Öğretim ya da uygulamayı yapacak kişinin de geliştirme sürecine katılması teknik olarak yapıyı kavraması uygulama anındaki sorunları anlamasını ve müdahale edebilmesini kolaylaştıracaktır.



## 5.2. Öğretmenlere öneriler

Geliştirme sürecinde öğretmenlerin tecrübeleri ile program geliştiricilere yardımcı olmaları daha sonra karşılaşılabilecek bazı sorunları baştan engellemeyi sağlayabileceği gibi, gözden kaçan ya da iyileştirme adına yapılabilecek eklemeler için de yarar sağlayabilir. Öğretmenlerin mümkün olduğunca her iki uygulama sürecinde de bulunmalarını sağlamak, aradaki farkı görmeleri açısından yararlı olabilir. Öğretmenler bilgisayar ve bilgisayar oyunları konusunda ne kadar yeterli ve tecrübeli de olsalar tamamen yeni olan bu uygulamayı kullanmadan önce bir oryantasyon almaları gerekmektedir. Öğretmenlerin kullanıma dair ve daha önce karşılaşılmayan sorunları bildirebilmeleri için basit düzeyde de olsa teknik olarak bilgilendirilmesi gerekebilir.

## 5.3. Sonraki araştırmalar için öneriler

Uzamsal yeteneğin öğretmenler tarafından yeteri kadar tanınmadığı görülmüştür. Bu nedenle öğretmenlere bunun anlatılması ve öneminin vurgulanmasını sağlayacak etkinlikler düzenlenebilir. Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme yeteneklerinde artış görülmesine rağmen alınan puanların oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun için 4. sınıftan başlayarak bu konudaki etkinliklerin sayı ve niteliklerinin artırılması sağlanabilir. Bu araştırma bir sosyo-ekonomik düzeyi yüksek, bir de düşük olan iki okulda gerçekleştirilmiştir. Daha geniş gruplarla ve daha farklı düzeydeki okullarla daha kapsayıcı sonuçlar elde edilebilir. Çalışmada katılımcıların bilgisayar erişimleri de oyun oynama tecrübeleri de yüksek düzeylerde bulunduğu için bu konularda bir farka rastlanmadığı düşünülmektedir. Bu değişkenlerin homojen olarak dağıldığı gruplarla benzer çalışmalar yürütülerek bu değişkenlerin etkilerine bakılabilir. Alanyazında ergenlik öncesi öğrencilerde cinsiyet farkının ortaya çıkmadığına dair çalışmalarda bahsedildiği gibi bu çalışmada da cinsiyet farkı bulunmamıştır. Farklı düzeylerdeki öğrencilerle çalışmalar yapılarak cinsiyet farkı incelenebilir. Çalışma kısa süreli olarak planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gelecek çalışmalar daha uzun süreli kapsayacak şekilde planlanabilir ve uzun sürede nasıl gelişim ya da değişim olduğu gözlemlenebilir. Program aynı konularda farklı içerikler için esnek yapıda olduğu için geliştirilerek ilköğretim II. kademedede de kullanılarak etkisine bakılabilir. Aynı düzeyde farklı uzamsal yetenek testleri ile programın etkisine bakılabilir.

## KAYNAKLAR

- Bannatyne, A. (2003). *Multiple intelligences. Bannatyne reading, writing, spelling and language program*. 1 Mayıs 2009 tarihinde <http://www.bannatynereadingprogram.com/BP12MULT.htm> adresinden erişilmiştir.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G., & T. Houang, R. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal*, 25, 51-71.
- Clements, D.H. (1998). *Geometric and spatial thinking in young children*. (ERIC Servis No. ED436232)
- Contero, M., Naya, F., Company, P., Saorin, J.K., & Conesa, J.(2005). Improving visualization skills in engineering education. *IEEE Computer Graphics and Applications* (5), 24-31.
- Delialioğlu, Ö. ve Aşkar, P. (1999). Contribution of students' mathematical skills and spatial ability in secondary school physics. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16-17, 34-39.
- Eliot, J., & Smith, I.M. (1983). *An international directory of spatial tests*. 25 Nisan 2009 tarihinde <http://drc.ohiolink.edu/bitstream/handle/2374.OX/30660/Eliot%20Int%27%20Directory%20Complete.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Fraenkel, J.R., & Wallen, N.E. (2003). *How to design and evaluate research in education*. New York, NY: McGraw-Hill Companies.
- Kayhan, E.B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability*. Yayınlanmamış doktora tezi, ODTÜ, Ankara.
- Kimura, D. (2000). *Sex and cognition*. Cambridge: MIT Press.
- Linn, M.C., & Petersen, A.C. (1985). Emergence and characterization of gender differences in spatial abilities: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lohman, D.F. (1979). *Spatial ability: Individual differences in speed and level* (Technical Report No:9). Stanford, CA: Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University.
- McClurg, P.(1992), Investigating the development of spatial cognition in problem solving microworlds. *Journal of Computing in Childhood Education*, 3(2), 111-126.
- McClurg, P., Lee, J., Shavaliyer, M., & Jacobsen, K. (1997). *Exploring children's spatial visual thinking in an hyperGami environment*. (ERIC Servis No. ED408976)

- McGee, M.G. (1979). *Human spatial abilities: Sources of sex differences*. New York: Praeger.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA.: The Council.
- Okagaki, L.R., & Frensch, P.A. (1996). Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescents. In P. Greenfield & R. Cocking (Eds.), *Interacting with video* (pp. 115-140) Norwood, NJ: Ablex Corporation.
- Olkun, S. (2003a). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2d geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(1), 43-56.
- Olkun, S. (2003b). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning* (April, 17). 2 Mayıs 2009 tarihinde <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/sinanolkun.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Olkun, S. ve Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 1-7.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., & Richardson, C. (1995). A redrawn vanderberg and kuse mental rotations test: Different versions and factors that affect performance. *Brain and Cognition*, 28, 39-58.
- Rafı, A., Samsudin, K.A., & Said, C.S. (2008). Training in spatial visualisation: The Effects of training method and gender. *Educational Technology & Society*, 11(3), 127-140.
- Sternberg, R.J. (1990). *Metaphors of mind: Conceptions of the nature of intelligence*. USA: Cambridge University Press.
- Subrahmanyam, K., & Greenfield, P.M. (1996). Effects of video game practice on spatial skills in girls and boys. In P. Greenfield & R. Cocking (Eds.), *Interacting with video* (pp. 94-114). Norwood, NJ: Ablex Corporation.
- Turgut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Winter, J.W., Lappan, G., Fitzgerald, W., & Shroyer, J. (1989). *Middle grades mathematics project: Spatial visualization*. New York, NY: Addison-Wesley.

### Extended Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of using 3-D virtual environments and concrete manipulatives on spatial visualization and mental rotation abilities. Spatial visualization and mental rotation are the components of spatial ability.

The study was carried out with 108 (56 females, 52 males) 5th grade students in two schools, one of which was a state school and the other one was a private school in a province of Ankara. After consultations with teachers, one of the 5th grades was determined as the control group and another one was determined as the experimental group in each of these schools. 50 (30 females and 20 males) of the participants were in the control group and 58 (26 females and 32 males) of them were in the experimental group. Seven of the 108 participants did not have access to a computer and 22 of them stated that they had not played computer games.

In the data collection procedure, "Spatial Visualization Test" (SVT) which consisted of 15 items and the reliability of which was calculated as .971, "Mental Rotation Test" (MRT) which consisted of 24 questions and the reliability of which was calculated as .661, and a demographics survey which was developed by the researchers and used for determining the gender, access opportunities, game playing experiences of the participants and the games they played were utilized.

In the implementation process, SVT and MRT pre-tests along with demographics survey were applied first. After a month, concrete cubes and using isometric papers were introduced to both experimental and control groups. A day after the orientation, the activities prepared for concrete cubes were implemented with the control groups and the activities prepared in the virtual environment were implemented with the experimental groups. A day after the implementations, SVT and MRT post-tests were given to both groups.

The mean and the standard deviation were used to analyze the pre-test, post-test, and demographics survey data, independent-samples t-test was used to check whether the experimental and the control groups were similar before the interventions, paired-samples t-test was used to compare the pre-test and post-test scores of the experimental group and the pre-test and post-test scores of the control group, and ANCOVA analysis was used to examine the relationships among the methods, gender, experiences for playing computer games and computer access. The .05 level of significance was taken as the basis in all analyses.

In order to check whether the experimental and the control groups were similar before the interventions, an independent samples t-test was conducted using the pre-test scores of SVT and MRT. It was found that there was no significant difference between the groups both for the SVT pre-test ( $t_{106} = -0.710$ ,  $p > 0.05$ ) and MRT pre-test ( $t_{106} = -1.037$ ,  $p > 0.05$ ). It was assumed that the groups were similar taking these results into consideration.

A paired-samples t-test was conducted between the pre-test and post-test SVT scores of the students in order to see whether the interventions were effective on the spatial abilities of the students. Statistically significant increases were found both in the control group ( $t_{49} = -8.832$ ,  $p < 0.05$ ) and the experimental group ( $t_{57} = -6.923$ ,  $p < 0.05$ ), and it was concluded that both implementations contributed to the spatial visualization abilities of the students. Similarly, a paired-samples t-test was conducted between the pre-test and post-test MRT scores of the students. There was a statistically significant increase in the control group ( $t_{49} = -4.419$ ,  $p < 0.05$ ), but the increase in the experimental group was not statistically significant ( $t_{57} = -1.993$ ,  $p > 0.05$ ). It was concluded that using virtual environment did not significantly increase the mental rotation test scores while using concrete cubes contributed to the mental rotation ability significantly.

The data on the students' gender, opportunities of computer access and experiences of playing games were collected by means of a demographics survey. ANCOVA tests were conducted in order to examine the effects of these variables. As the result of ANCOVA for SVT, there was no significant difference between the post-test SVT scores of experimental and control groups ( $F(1,94) = 2.413$ ,  $p > 0.05$ ). That is, students' being in experimental and control groups affect the students' SVT performance in the same way. As the result of ANCOVA for MRT, there was no significant difference between the post-test MRT scores of experimental and control groups ( $F(1,94) = 0.945$ ,  $p > 0.05$ ). That is, students' being in experimental and control groups affect the students' MRT performance in the same way. Based on both ANCOVA results, the relationships of group and the computer access, the group and the experiences of playing games, the group and the gender were examined and no statistically significant difference was found for these relationships.

At the end of the interventions, it was found that there was a statistically significant increase in terms of spatial visualization performance both in 3-D virtual environment and in the environment in which the concrete manipulatives were used; however, while there was a statistically significant increase in the environment in which the concrete manipulatives were used in terms of mental rotation performance, there was no statistically significant increase in 3-D virtual environment. No significant difference was found for the SVT and MRT results of participants between the 3-D virtual environment and the environment in which the concrete materials were used. When the literature was reviewed, there was evidence for the fact that the environments prepared with the computer developed the spatial ability. At the end of the study, the virtual environment was found to be as effective as using concrete materials.

In addition to this, the relationships of group and the computer access, the group and the experiences of playing games, the group and the gender were examined and no statistically significant difference was found for these relationships.