

Sanal Ortam ve Somut Nesnelere Kullanılarak Gerçekleştirilen Modellemeye Dayalı Etkinliklerin Uzamsal Düşünme ve Zihinsel Çevirme Becerilerine Etkisi*

Eyüp YURT^a
Selçuk Üniversitesi

Ali Murat SÜNBL
Necmettin Erbakan Üniversitesi

Öz

Bu çalışmada, sanal ortam ve somut nesnelere kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma deneysel araştırma modellerinden biri olan ön test – son test kontrol gruplu deneme modeline göre desenlenmiştir. Araştırma 2010–2011 Öğretim yılında Konya il merkezindeki Maresal Mustafa Kemal İlköğretim Okulu altıncı sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Toplam 87 öğrencinin yer aldığı çalışma grubu, iki deney ve bir kontrol grubundan oluşmuştur. Deney gruplarında uygulanan etkinlikler 9 hafta sürmüştür ve toplam 18 farklı model geliştirilmiştir. Araştırma sonucunda; somut nesnelere kullanılarak modellerin geliştirildiği Deney 1 grubunun uzamsal düşünme becerisi, Deney 2 ve Kontrol gruplarınıninkine göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Sanal ortam kullanarak modellerin geliştirildiği Deney 2 grubunun zihinsel çevirme becerisi ise, Deney 1 ve Kontrol gruplarınıninkine göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Araştırmanın sonucu, uzamsal becerilerin geliştirilmesinde sanal ortam ve somut nesnelere birlikte kullanılmasının daha etkili olacağını işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler

Uzamsal Beceriler, Modelleme, Sanal Ortam, Somut Nesnelere, Etkinlik Temelli Öğretim.

Uzamsal beceri, birçok alanla ilişkisi olan önemli bir konudur. Bu konudaki araştırmaların fazlalığı, uzamsal becerilere bilimde, geometride, mühendislikte, mimarlıkta ve daha birçok alanda ihtiyaç duyulmasından kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalar, uzamsal becerinin resim, fizik, kimya ve matematik başarıları ile yakından ilişkili olduğunu

da göstermiştir (Battista, Wheatley ve Talsma, 1982; McClurg, Lee, Shavaliyer ve Jacobsen, 1997; Pribyl ve Bodner, 1987).

Literatür incelendiğinde uzamsal beceri, uzamsal yetenek kavramlarının birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Sorby'a (1999) göre, uzamsal yetenek ve uzamsal beceri birbirinden farklı kavramlardır. Uzamsal yetenek, kişinin doğuştan sahip olduğu bir yetenek iken; uzamsal beceri, eğitim ile öğrenilebilen, ulaşılabilen ve geliştirilebilen bir beceridir. Lohman'a (1993) göre uzamsal beceri fen ve matematik öğreniminde oldukça önemlidir. Lohman uzamsal beceriyi, iyi yapılandırılmış görselleri zihinde; kurabilme, dönüştürebilme, hatırlayabilme becerisi olarak tanımlamıştır (s. 14'ten akt., Bayrak, 2008). Tarté'ye (1990, s. 216) göre, "uzamsal beceri; anlama, kavrama, organize etme, görsel ilişkileri yorumlama gibi becerilerin bir birleşimi" olarak görülebilir. Carroll (1993) ise, uzamsal beceriyi; hayal etme, algılama, yorumlama, nesnelere veya şekillerin görsel ilişkilerini anlama becerisi

* Bu çalışma Prof. Dr. Ali Murat SÜNBL danışmanlığında Eyüp YURT'un Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünde hazırladığı Sanal Ortam ve Somut Nesnelere Kullanılarak Gerçekleştirilen Modellemeye Dayalı Etkinliklerin Uzamsal Düşünme ve Zihinsel Çevirme Becerilerine Etkisi isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

a Eyüp YURT Eğitim Programları ve Öğretim alanında uzmandır. Çalışma alanları arasında uzamsal beceriler, öğretim stratejileri ve matematik öğretimi yer almaktadır. İletişim: Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, 42090 Meram /KONYA. Elektronik Posta: eyupyurt@gmail.com Tel: +90 332 3238220/5687 Fax: +90 332 323 8225.

olarak tanımlamıştır (s. 14'ten akt., Bayrak, 2008). Stockdale ve Possion (1998), uzamsal beceriyi daha ayrıntılı incelemiş ve uzamsal beceriyi kişinin çevresi ile kendisi arasında uzamsal ilişkiler kurabilme becerisi olarak tanımlamıştır. Uzamsal ilişkilerin büyüklük, uzaklık, hacim, düzen ve zaman gibi özellikleri kapsadığı belirtilmiştir. Uzamsal ilişkilere örnek olarak; bir masa üzerindeki nesnelerin yerleşimi, cisimler arası uzaklık, bir sözcük içerisindeki harflerin düzeni, bir saatin uzunluğu, devinşel aktiviteler ve basit bir bölme işleminin basamakları verilmiştir. Olkun'a (2003a, s. 8) göre ise uzamsal beceri, nesnelerin iki ve üç boyutlu uzayda zihinsel manipülasyonunu gerçekleştirebilmedir. Uzamsal beceri önemlidir ve ancak uygun materyallerle geliştirilebilir.

Kimura (1999, s. 49-56), yapılan deneysel çalışmalardan yola çıkarak uzamsal beceriyi altı boyutta incelemiştir. Bu boyutlar; uzamsal yönelim, uzamsal yer belleği, hedefleme, uzamsal görselleştirme, nesne ayırt etme ve uzamsal algı becerileridir. Uzamsal yönelim: Bir nesnenin belirli bir yönde hareket ettirilmesi sonucu, nesnenin görünümünde oluşacak değişiklikleri doğru tahmin etme becerisidir. Bu beceri, iki ve üç boyutlu uzayda farklı açılarla hareket ettirilmiş nesnelerin iki ve üç boyutlu yeni görünümünü ölçen testlerle belirlenebilir. Uzamsal yer bellek: Belli bir dizide yer alan nesnenin konumunu hatırlama becerisidir. Uzamsal yer bellek testleri bir dizi gerçekçi ya da geometrik nesnelere içeren, hatırlanabilir şekiller içerir. Bazı ticari oyunlar ve hafıza oyunları bu beceriyi ölçmek için kullanılabilir. Hedefleme: Hedefe atılan bir nesnenin izleyeceği yolu tahmin edebilme veya bir nesneyi bir hedefe doğru bir şekilde fırlatabilme becerisidir. Bu beceriyi kategorize etmek güçtür; çünkü daha çok motor becerilerle ilişkilidir. Bu beceri, atış becerisini ölçen testlerle rahatlıkla ölçülebilir. Uzamsal görselleştirme: Sahnede meydana gelen yön değişikliğini fark edebilme ve değişikliğin miktarını belirleyebilme becerisidir. Bu beceri zihinsel çevirme becerisine benzetilebilir, uzamsal görselleştirme becerisi nesnenin dinamik görünümüyle statik görünümü arasında ilişkiyi tahmin edebilmeyi gerektirmektedir. Ayrıca, uzamsal görselleştirme becerisi üç boyutlu bir objenin iki boyutlu halini (küpün açılmış hali gibi) canlandırabilmek olarak da tanımlanabilir. Nesne Ayırt Etme: Bu beceri, karmaşık bir yapının içine gizlenmiş basit bir objenin ayırt edilebilmesini gerektirir. Bu beceri, karmaşık bir desenin içine saklanmış bir modelin bulunmasını isteyen testlerle ölçülebilir. Uzamsal Algı: Farklı desenlerin sergilendiği sahnede geçerli yatay ve dikey yönleri belirleyebilme becerisidir. Bu beceri şu testlerle öl-

çülebilir; aynı ortamda bulunan farklı desenlerden etkilenmeyerek, istenen desenin dik halinin çizilmesini gerektiren testler ve içinde belli bir miktar su bulunan şeffaf silindirik kavanozun farklı açılarla hareket ettirilmesi ve son duruma göre kavanozun içindeki su seviyesinin belirlenmesini yoklayan testler. Linn ve Petersen (1985) ise uzamsal beceriyi üç kategoride sınıflamıştır. Bunlar; uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve zihinsel çevirmedir. Uzamsal görselleştirme becerisi, doğru cevaba ulaşma sürecinde statik bilgilerin dinamik bilgilere dönüştürülerek kullanılabilmesini ifade eder. Uzamsal algılama becerisi, kişinin kendi bedeninin hareketine göre etrafındaki nesnelerle uzamsal ilişkiler kurabilmesidir. Zihinde çevirme becerisi ise, iki ve üç boyutlu nesnelerin farklı açılarla döndürülmesini doğru ve hızlı olarak zihinde canlandırabilme olarak tanımlanmıştır. Uzamsal becerinin başka bir boyutu olan uzamsal düşünme becerisini ise French (1951) şu şekilde tanımlamıştır; üç boyutlu yapıları doğru algılama ve üç boyutlu yapıları oluşturan parçaları birbiri ile karşılaştırabilme becerisi (s. 315'ten akt., Carroll, 1993).

Uzamsal beceri günümüz entelektüel insan profiline vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Aracımızı park ederken, bulaşık makinesine tabakları dizerken, odamızdaki eşyaları düzenlerken, bowling oynarken, yolda yürürken, ilk defa gittiğimiz bir şehirde harita kullanarak yönümüzü bulmaya çalışırken uzamsal becerilerimizi kullanırız. Kısacası uzamsal beceri insanların günlük hayatlarında ihtiyaç duyduğu ve kullandığı bir araçtır. Uzamsal beceri profesyonel olarak; grafikçilik, harita mühendisliği, mimarlık ve X-ışınlarının yorumlanması gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu meslek grupları, uzamsal becerinin boyutları olan zihinsel çevirme, uzamsal görselleştirme, uzamsal düşünme ve uzamsal yönelim gibi becerilere ihtiyaç duyarlar. Birçok araştırma bu meslek grubu öğrencilerinin uzamsal becerilerinin geliştirilmesi için yapılmıştır. Fakat daha sonra yapılan çalışmalar uzamsal becerinin birçok önemli alanla da ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu tespitten sonra birçok farklı alanda da bu becerinin geliştirilmesine ve değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Delialioğlu ve Aşkar, 1999; Guay ve McDaniel, 1977; Kakmacı, 2009; Kayhan, 2005; McClurg ve ark., 1997; Pribyl ve Bodner, 1987; Rafi, Samsudin, ve Ismail, 2006; Rauscher, Shaw ve Ky, 1993; Tarte, 1990; Yıldız, 2009; Yolcu, 2008).

Literatürde uzamsal becerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar incelendiğinde çalışmaların üniversite düzeyinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Uzamsal becerinin problem çözme ve mantık yürütme gibi üst düzey becerilerle yakından ilişkili olduğu ortaya konduktan sonra bu becerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar ortaöğretim ve ilköğretim düzeyinde de artarak devam ettiği görülmektedir (Pribyl ve Bodner, 1987). Yapılan çalışmalar uzamsal becerinin eğitim ve deneyimlerle geliştirilebileceğini göstermiştir (Battista ve ark., 1982; Ben-Chaim, Lappan ve Houang, 1988; McClurg ve ark., 1997; Olkun, 2003a; Rafi ve ark., 2006). Uzamsal becerinin geliştirilmesine yönelik verilen eğitimler incelendiğinde sanal ve somut manipülatiflerin bu eğitimlerde kullanılan iki önemli araç olduğu anlaşılmaktadır. Sanal ortamlar kesme, katlama, döndürme, öteleme gibi aktivitelerin kolayca yapılabilmesini sağlayarak, somut nesnelere ise el-göz koordinasyonu sağlayarak uzamsal becerilerin geliştirilmesine katkı sağladıkları anlaşılmıştır (Bakker, 2008; Boakes, 2009; Boyraz, 2008; Clements ve Battista, 1990; Çakmak, 2009; Kaufmann, Steinbügl, Dünser ve Glück, 2005; McClurg ve Chaille, 1987; Rafi ve ark., 2006; Spencer, 2008; Yıldız, 2009; Yolcu, 2008). Bununla birlikte bazı spesifik çizim aktivitelerinin de uzamsal becerilerin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği belirtilmiştir (Field, 1994; Tsutsumi, 2005; Olkun, 2003a).

Literatürde uzamsal becerilerin geliştirilmesinde kullanılan sanal ortamların ve somut nesnelere etkililiği incelendiğinde, araştırmacılar tarafından farklı sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Örneğin, Kaufmann ve arkadaşlarına (2005) göre geometri eğitiminde sanal ortam teknolojilerinin etkin kullanımı, öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel çevirme gibi becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Yıldız (2009) ise araştırma yaptığı bir ilköğretim okulunda sanal ortam kullanımının uzamsal görselleştirme becerisinin geliştirilmesinde etkili olduğunu fakat zihinsel çevirme becerisinin geliştirilmesinde etkili olmadığı sonucuna ulaşmıştır. McClurg ve arkadaşları (1997) da HyperGami sanal ortam programının kullanımının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin geliştirilmesine katkı sağladığını bildirmiştir. Benzer şekilde Rafi ve arkadaşları (2006) da uzamsal görselleştirme ve zihinsel çevirme becerilerinin geliştirilmesinde, sanal ortam olarak çizim simülasyonunun kullanılmasının faydalı olacağını belirtmiştir. Eraso (2007) ise yaptığı araştırma sonucunda, onuncu sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinde Sketchpad sanal ortamının kullanmanın etkili olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Somut nesnelere uzamsal becerilerin geliştirilmesi üzerinde etkililiğine yönelik araştırmalarda ise, Çakmak (2009), somut nesne olarak,

Origami tabanlı öğretimin öğrencilerin uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olduğunu belirtmiştir. Boakes'in (2009) yaptığı çalışmaya göre ise Origami tabanlı öğretim, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olmaksızın sadece zihinsel çevirme becerisinin geliştirilmesinde etkili olmuştur. Yıldız (2009) da araştırma yaptığı bir ilköğretim okulunda somut nesne olarak birim küp kullanmanın uzamsal görselleştirme ve zihinsel çevirme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olmadığını belirtmiştir. Bakker (2008) ise somut nesnelere Tridionun kullanımının uzamsal ilişki becerileri üzerinde etkili olduğunu, uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde etkili olmadığını belirtmiştir. Yıldız, sanal ortam ve somut nesnelere uzamsal görselleştirme ve zihinsel çevirme becerileri üzerindeki etkisini incelediği karşılaştırmalı çalışmasında ise, sanal ortamın genel olarak uzamsal becerileri geliştirmede daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

İlgili araştırmalar incelendiğinde, uzamsal becerileri geliştirmek için kullanılan sanal ortam ve somut nesnelere etkililiğini karşılaştırılan çalışmaların sayısının yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Uzamsal görselleştirme, uzamsal düşünme, uzamsal yönelim ve zihinsel çevirme gibi becerilerin geliştirilmesinde hangi manipülatiflerin (sanal ortam, somut nesnelere vb.) daha etkili ve yararlı olduğunu belirtilen karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışma ile Uzamsal becerilerin geliştirilmesinde kullanılan manipülatiflerin güçlü yönleri ve sınırlılıkları karşılaştırmalı bir yaklaşım ile ele alınmak istenmektedir.

Bu araştırmanın genel amacı, 6. sınıf matematik dersinde, sanal ortam ve somut nesnelere kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin, uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisini belirlemektir. Bu amaca yönelik problem cümlesi, "6. sınıf matematik dersinde sanal ortam (Cubix Edötör) ve somut nesnelere (geçmeli küpler) kullanarak modeller geliştirmek öğrencilerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerini geliştirmekte midir?" şeklinde ifade edilmiştir. Problem cümlesi iki alt problemden oluşmaktadır;

Alt Problem 1: Deney 1, Deney 2 ve Kontrol gruplarının uzamsal düşünme son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Alt Problem 2: Deney 1, Deney 2 ve Kontrol gruplarının kart çevirme son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Model

Sanal ortam (Cubix Editör) ve somut nesnelere (geçmeli küpler) kullanılarak modeller geliştirilmesinin, öğrencilerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerini artırmadaki etkililiğini belirlemek için araştırma, deneme modellerinden öntest-sontest kontrol gruplu modele göre desenlenmiş ve gerçekleştirilmiştir. Araştırmada bağımlı değişkenler öğrencilerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerileridir. Araştırmanın bağımsız değişkenleri ise bu becerileri geliştirmek için kullanılan sanal ortam ve somut nesnelere gerçekleştirilen etkinliklerdir.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2010-2011 öğretim yılı ikinci döneminde Konya Meram Mareşal Mustafa Kemal İlköğretim Okulunun 6A, 6F ve 6İ şubelerinde okuyan altıncı sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Deney ve kontrol grupları oluşturulurken seçkisiz atama yöntemi kullanılmıştır. 6A (14 kız, 15 erkek) kontrol, 6İ (15 kız, 14 erkek) ve 6F (15 kız, 14 erkek) deney grubu olarak atanmıştır. 6F sınıfı somut nesnelere (geçmeli küpler) modellemeye dayalı etkinliklerin gerçekleştirileceği Deney 1 grubu, 6İ sınıfı sanal ortam (Cubix Editör) kullanılarak modellemeye dayalı etkinliklerin gerçekleştirileceği Deney 2 grubu olmuştur. 6A sınıfında ise, altıncı sınıf matematik öğretim programındaki mevcut etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Her bir grupta 29 öğrenci olmak üzere toplam 87 öğrenci çalışma grubunda yer yer almıştır.

Piaget'e göre uzamsal düşünmenin başladığı ve hızla geliştiği dönem, ilköğretim ikinci kademedir (Kakmacı, 2009, s. 7). Modellemeye dayalı etkinliklerin uygulanmasının bu dönemdeki öğrencilerin gelişimleri için önemli olduğu düşünülebilir.

Altıncı sınıf öğrencilerinin gelişim özellikleri daha yakından incelendiğinde somut düşünmeden soyut düşünmeye geçiş döneminin başında oldukları görülecektir (Senemoğlu, 2007). Dolayısıyla Uzamsal düşünme gibi soyut temellere dayanan becerilerin, bu dönemdeki öğrencilere kazandırılmasında gelişim özellikleri dikkate alınarak hazırlanmış etkinliklerin işe koşulması önemli görülebilir.

Deney ve kontrol gruplarının eşitlenmesinde aşağıdaki ölçütler göz önüne alınmıştır.

1. Uzamsal Düşünme Testi ön test sonuçları,
2. Kart Çevirme Testi ön test sonuçları,
3. Çoklu Zekâ Alanlarında Kendini Değerlendirme Ölçeği'nin Görsel-Uzamsal Zekâ alt ölçeği puanları ve
4. Öğrencilerin Sosyo-ekonomik düzeyleri.

Çalışma grubunun yukarıda belirlenen ölçütlerle göre aynı düzeyde olup olmadıklarını belirlemek için "Uzamsal Düşünme Testi", "Kart Çevirme Testi", "Çoklu Zekâ Alanlarında Kendini Değerlendirme Ölçeği" ve ailelerin gelir düzeyi ortalamaları karşılaştırılmıştır. Analizler yapılmadan önce testlerden elde edilen puan ortalamalarının normal dağılım gösterip göstermediği ve puanların varyanslarının dağılımları arasında farkın var olup olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, ortalamalar arasındaki farkın manidar olup olmadığını test etmek için tek yönlü faktör analizinin kullanılmasına karar verilmiştir. Tek yönlü faktör analizi, ilişkisiz iki ya da daha çok örneklem ortalaması arasındaki farkın sıfırdan anlamlı bir şekilde farklı olup olmadığını test etmek için uygulanır (Büyüköztürk, 2011, s. 39-48). Elde edilen bulgular Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4'te yer almaktadır.

Grupların uzamsal düşünme becerilerini karşılaştı-

Tablo 1.
Grupların Uzamsal Düşünme Testi Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Test	Gruplar	N	X	ss	Var. K.	KT	Sd	KO	F
Uzamsal Düşünme Testi	Kontrol	29	7,03	3,05	G.Arası	3,95	2	865,7	,22*
	Deney 1	29	6,97	3,53	G.İçi	749,1	84	78,43	
	Deney 2	29	6,55	2,22	Toplam	753,06	86		

*p>,05

Tablo 2.
Grupların Kart Çevirme Testi Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Test	Gruplar	N	X	ss	Var. K.	KT	Sd	KO	F
Kart Çevirme Testi	Kontrol	29	40,86	32,48	G.Arası	143,75	2	71,87	,06*
	Deney 1	29	37,72	32,13	G.İçi	95614,48	84	1138,27	
	Deney 2	29	39,52	36,43	Toplam	95758,23	86		

*p>,05

tırmak için yapılan tek yönlü faktör analizi sonuçları incelendiğinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Uzamsal Düşünme Testi'nden almış oldukları ön test puanları arasında anlamlı düzeyde ($p>.05$) fark olmadığı görülmektedir. Bu sonuç doğrultusunda denel işlem öncesinde deney ve kontrol gruplarının uzamsal düşünme becerilerinin birbirine denk olduğu söylenebilir.

Grupların zihinsel çevirme becerilerini karşılaştırmak için yapılan tek yönlü faktör analizi sonuçları incelendiğinde deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Kart Çevirme Testi'nden almış oldukları ön test puanları arasında anlamlı düzeyde ($p>.05$) fark olmadığı görülmektedir. Bu sonuç doğrultusunda denel işlem öncesinde deney ve kontrol gruplarının zihinsel çevirme becerilerinin birbirine denk olduğu söylenebilir.

Tek yönlü faktör analizi sonuçlarına göre öğrencilerin Kart Çevirme ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir. Bununla beraber betimsel istatistikler Deney 1, Deney 2 ve kontrol gruplarının ön test puan ortalamaları arasında belli bir farkın olduğunu göstermektedir. Bu nedenle Grupların Kart Çevirme son test puanları karşılaştırılırken, Kart Çevirme ön test puanlarının da dikkate alınmasına karar verilmiştir.

Grupların görsel-uzamsal zekâ düzeylerini karşılaştırmak için yapılan tek yönlü faktör analizi sonuçlarına göre, çalışma gruplarının çoklu zekâ alanlarında kendini değerlendirme ölçeğinin görsel-uzamsal zekâ alt ölçeğinden almış oldukları puanlar arasında anlamlı düzeyde ($p>.05$) fark olmadığı görülmektedir. Denel işlem öncesinde seçilen grupların görsel-uzamsal zekâ düzeylerinin birbirine denk olduğu söylenebilir.

Yapılan çalışmalar, ebeveynlerin Sosyo-ekonomik düzeylerinin okul başarısında etkili bir de-

ğişken olduğunu göstermiştir (Fennema ve Sherman, 1977; Kılınçarslan, 2008). Bu doğrultuda eşit Sosyo-Ekonomik düzeyde kontrol ve deney grupları oluşturularak, kullanılan yöntemin etkililiğini daha sağlıklı bir şekilde ortaya koymak amaçlanmıştır. Eşit Sosyo-Ekonomik düzeyde deney ve kontrol grupları oluşturabilmek için öğrencilerin anne ve babalarının meslekleri ve gelir düzeyleri tespit edilmiştir. Seçilen gruplardaki öğrencilerin annelerinin büyük bir kısmı (yaklaşık %70) ev hanımı, babalarının büyük bir kısmı (yaklaşık %80) da memurdur. Grupların gelir düzeylerinin TL cinsinden karşılaştırılması Tablo 4'te gösterilmiştir.

Grupların Sosyo ekonomik düzeylerini karşılaştırmak için yapılan tek yönlü faktör analizi sonuçlarına göre grupların gelir düzeyleri arasında anlamlı düzeyde ($p>.05$) fark olmadığı görülmektedir. Çalışmada yer alacak öğrencilerin Sosyo-Ekonomik düzeylerinin aynı seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın Amacını gerçekleştirmek için üç tür veri toplanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bunlar;

1. Öğrencilerin uzamsal düşünme becerileri,
2. Öğrencilerin zihinsel çevirme becerileri ve
3. Öğrencilerin görsel-uzamsal zekâ düzeyleridir.

Birinci maddedeki verilerin toplanmasında araştırmacı tarafından geliştirilen "Uzamsal Düşünme Testi", ikinci maddedeki verilerin toplanmasında Ekstrom (1976) ve diğerleri tarafından geliştirilen "Kart Çevirme Testi" ve üçüncü maddedeki verilerin toplanmasında Seber (2001) tarafından geliştirilen "Çoklu Zekâ Alanlarında Kendini Değerlendirme Ölçeği" kullanılmıştır.

Tablo 3.
Grupların Görsel Uzamsal Zekâ Alt Ölçeğinden Aldıkları Puanlara İlişkin Bulgular

Test	Gruplar	N	X	ss	Var. K.	KT	Sd	KO	F
Kart Çevirme Testi	Kontrol	29	13,21	2,00	G.Arası	1,75	2	0,87	0,24*
	Deney 1	29	13,00	1,91	G.İçi	303,31	84	3,61	
	Deney 2	29	13,18	1,78	Toplam	305,06	86		

* $p>.05$

Tablo 4.
Grupların Sosyo-Ekonomik Düzeylerinin Karşılaştırılması

Değişken	Gruplar	N	X	ss	Var. K.	KT	Sd	KO	F
Gelir Düzeyi	Kontrol	29	1768,97	607,75	G.Arası	505057,57	2	252528,74	0,6*
	Deney 1	29	1948,28	694,17	G.İçi	3,537E7	84	421059,11	
	Deney 2	29	1813,79	641,83	Toplam	3,587E7	86		

* $p>.05$

Uzamsal Düşünme Testi: Yapılan çalışmada öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini ölçmek için, "www.wrightgroup.com/download/cp/g6_geometry.pdf" adresinden ulaşılan, Wright Group'un hazırladığı, uzamsal muhakeme e-kitabındaki Block of Cubes testinden esinlenerek "Uzamsal Düşünme Testi" oluşturulmuştur. Testin içerik geçerliliğini sağlamak için Selçuk Üniversitesi A.K. Eğitim Fakültesinde görev yapan Ortaöğretim matematik ve ilköğretim matematik bölümlerinin öğretim üyelerinden uzman görüşü alınmıştır. Görüşler doğrultusunda, "üç boyutlu yapıları doğru algılayabilme" ve "üç boyutlu yapıları oluşturan parçaları birbiri ile karşılaştırabilme" kazanımlarına yönelik 48 maddelik bir ön test oluşturulmuştur. Testten alınan puan hesaplanırken doğru cevaplanan her bir soru için bir, yanlış cevaplanan her bir soru için ise sıfır puan verilmektedir. Testten alınan yüksek puanlar uzamsal düşünme becerisinin yüksek, düşük puanlar ise uzamsal düşünme becerisinin düşük olduğunu belirtmektedir. Test, 6., 7. ve 8. sınıfta okuyan toplam 211 öğrenciye uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda her maddenin tek tek analizi yapılmıştır. Madde güçlüğü katsayısı (p_j) 0,60 ile 0,40 arasında ve ayırt edicilik gücü katsayısı (r_{jx}) 0,30 un üzerinde olan maddeler teste alınmıştır. Nihai test ayırt edicilik gücü yüksek ve ortalama zorlukta olan 16 maddelik bir test haline gelmiştir.

Geliştirilen uzamsal düşünme testinin geçerliliğini sağlamak için uzman görüşlerine başvurulmakla beraber, teste yer alan her bir maddeye verilen cevap ile testten alınan toplam puan arasındaki korelasyon hesaplanarak madde analizi yapılmıştır. Bu çalışma ile testin, "üç boyutlu yapıları doğru algılayabilme" ve "üç boyutlu yapıları oluşturan parçaları birbiri ile karşılaştırabilme" kazanımlarına yönelik, tek boyutlu bir özellik göstermesi amaçlanmış ve maddeler faktör analizine hazır hale getirmeye çalışılmıştır.

Tablo 5.
Uzamsal Düşünme Testine Ait Toplam Test Korelasyonu

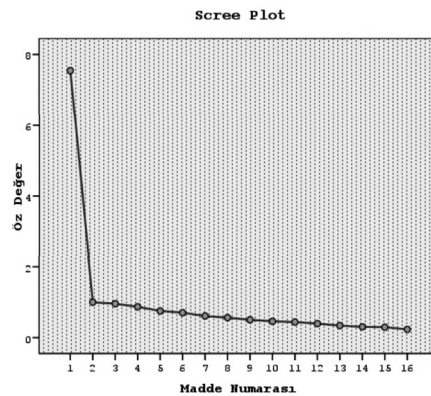
Madde No	MTK*	Madde No	MTK*
1	0,3	9	0,4
2	0,3	10	0,4
3	0,3	11	0,3
4	0,3	12	0,3
5	0,4	13	0,4
6	0,4	14	0,4
7	0,3	15	0,4
8	0,4	16	0,4

*Madde Toplam Korelasyonu

Tablodan anlaşılacağı üzere gerekli madde analizleri yapıldıktan sonra, son durumda testte yer alan mad-

delerin, madde toplam korelasyon değerlerinin 0,3'ün altına düşmediği görülmektedir. Büyüköztürk (2011), madde toplam korelasyonu için alınabilecek sınır değerini 0,30 olması gerektiğini ifade etmiştir. Madde toplam korelasyonuna göre gerekli madde analizleri yapıldıktan sonra, testin yapı geçerliliği için açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Bunun için ölçeğin uygulanmış olduğu örneklem büyüklüğünün yeterli olması gerekir. Örneklem büyüklüğünü test etmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı hesaplanmalıdır. Kaiser'den elde edilen veriler 1'e yaklaştıkça mükemmel, .50'nin altında ise kabul edilemez (90'larda mükemmel, .80'lerde çok iyi, .70'lerde ve .60'larda vasat, .50'lerde kötü) olduğu söylenebilir (Tavşancıl, 2005). Faktör analizinde evrendeki dağılımın normal olması istenmektedir. Dağılımın durumu Bartlett testi ile incelenmiştir. Ölçeğin KMO katsayısı 0,90'in üstünde ve Bartlett testi anlamlılık katsayısı 0,00 olarak bulunmuştur. Buna göre verilerin faktör analizine uygun olduğu söylenebilir. Hazırlanan ölçeğin faktör yapısını ortaya koymak için döndürülmüş (Component Matrix) ve asal eksenlere göre döndürülmüş (Rotated Component Matrix) temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Ölçekteki bir maddenin belli bir faktörde gösterilmesi için iki şartın sağlanması gerekmektedir. Bunlar; maddenin gösterilecek faktördeki yükünün 0,35'in üstünde olması ve bu maddenin faktördeki yük değerinin diğer faktörlerdeki yük değerlerinden 0,10 veya daha yüksek olmasıdır (Tavşancıl).

Testteki 16 maddeye uygulanan faktör analizi sonucunda elde edilen KMO katsayısı 0,932 ve Bartlett anlamlılık katsayısı ise 0,00'dır. Özdeğer-Faktör (Scree Plot) değişim grafiği aşağıda yer almaktadır.



Şekil 1.

Uzamsal Düşünme Testi Özdeğer-Faktör Grafiği

Genel olarak, ölçekteki maddelerin her birinin özdeğerinin birin üstünde olması, özdeğer-faktör

grafisinde göze çarpan en set düşüşün birinci faktörde olması ve birinci faktörün toplam varyansın %30'undan fazlasını açıklaması ölçeğin tek faktörlü olduğunun göstergeleri olarak görülebilir (Büyüköztürk, 2011). Bu göstergeler dikkate alındığında özdeğer-faktör grafiği ölçeğin tek boyutlu olduğunu işaret etmektedir. Asal eksenlere göre döndürülmüş temel bileşenler analizi sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6.
Testteki Maddelerinin Asal Eksenlere Göre Döndürülmüş Temel Bileşenler Analizi Sonucundaki Faktör Yük Değerleri*

Madde No	Faktör No		Madde No	Faktör No	
	1	2		1	2
Madde 1	,358	,542	Madde 9	,584	,510
Madde 2	,561	,333	Madde 10	,668	,358
Madde 3	,423	,474	Madde 11	,664	
Madde 4	,577	,450	Madde 12	,723	
Madde 5	,505	,550	Madde 13	,464	,653
Madde 6		,465	Madde 14		,714
Madde 7	,688		Madde 15		,753
Madde 8	,779		Madde 16		,759

* ±, 3'ün altındaki değerler gösterilmemiştir.

Testteki maddelerin 1. Faktördeki faktör yük değeri 0,377 ile 0,784 arasında değişen değerler almaktadır. Döndürme işleminden sonra test iki boyutlu olarak görülmektedir. Ancak Özdeğer-Faktör grafiğinde de görüleceği gibi, göze çarpan en hızlı düşüş birinci faktördedir. Ayrıca birinci faktörün açıkladığı toplam varyans %47'dir. Tek faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın %30 ve daha fazlası yeterli görülmektedir (Büyüköztürk, 2011).

Hazırlanan testin daha sonra Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Testin uygulandığı 211 öğrencinin sonuçlarına göre Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,92 olarak bulunmuştur. Buna göre testin güvenirliğinin oldukça yüksek olduğu söylenebilir (Tavşanlı, 2005). Sonuç olarak geliştirilen uzamsal düşünme testinin geçerliği ve güvenirliği yüksek tek boyutlu bir ölçek olduğu anlaşılmıştır.

Kart Çevirme Testi: Yapılan çalışmada öğrencilerin zihinsel çevirme becerilerini ölçmek için Ekstrom (1976) ve diğerleri tarafından geliştirilen ve Delialioğlu (1996) tarafından Türkçeye uyarlanan "Kart Çevirme Testi" kullanılmıştır. Bu test daha önce birçok araştırmacı tarafından kullanılmış ve birçok kez geçerliliği ve güvenirliği test edilmiştir (Bayrak, 2008; Delialioğlu, 1996; Kayhan, 2005; Linn ve Petersen, 1985; Tekin, 2007). Kart Çevirme Testi'nin güvenirlik katsayısı, soru sayısı, alınabilecek maksimum-minimum puan ve uygulama süresi Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7.
Kart Çevirme Testi

Kart Çevirme Testi	Güvenirlik Katsayısı	Soru Sayısı	Puan Aralığı	Uygulama Süresi
	0,80	160	160 / -160	6 dakika

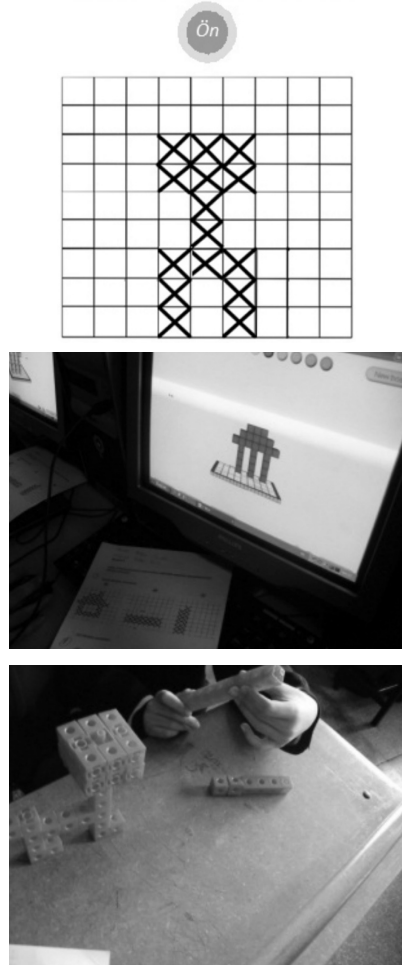
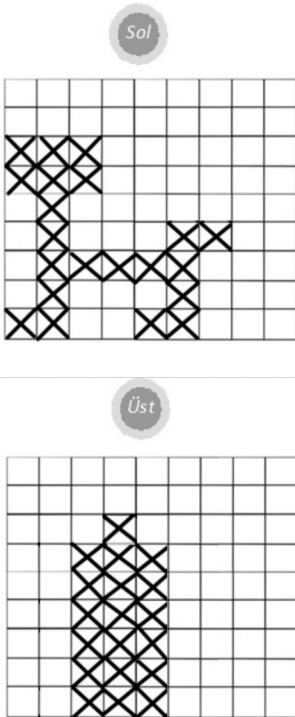
Tekin, 2007, s. 30.

Çoklu Zekâ Alanlarında Kendini Değerlendirme Ölçeği:

Deneyisel işlemin başında öğrencilerin görsel-uzamsal zekâ düzeylerinin denkliliğini sağlamak için Seber (2001) tarafından geliştirilen "Çoklu Zekâ Alanlarında Kendini Değerlendirme Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçeğin alt ölçekleri ve ilgili maddeleri şöyledir; Sözel Dilsel Zeka: (6-7-10-15-26-34-39-53), Matematiksel/Mantıksal Zeka: (3-19-21-31-32-51-54-63), Görsel Uzamsal Zeka: (2-20-24-35-42-52-57-61), Bedensel / Duyu devinimsel Zeka: (4-18-23-28-38-43-46-50), Müzikal / Ritmik Zeka: (12-17-41-44-47-49-56-60), Kişilerarası / Sosyal Zeka: (1-5-13-22-30-48-55-62), Öze dönük / İçsel Zeka: (8-11-16-25-29-37-40-59) Doğa Zekası: (9-14-27-33-36-45-58-64). Ölçeğin cevaplanmasında "Hayır", "Kısmen", "Evet" gibi üçlü bir dereceleme kullanılmış olup anketi yanıtlıyı her bir maddeden en yüksek 2 puan, en düşük 0 puan elde edilmektedir. Toplamda en yüksek 128 puan elde edilmektedir. Buna göre hayır yanıtı 0 puan, kısmen yanıtı 1 puan evet yanıtı 2 puan değerinde puanlanmıştır. Ölçeğin geliştirilmesi aşamasında, ölçeğin kapsam geçerliliği için on iki uzman kanısına başvurulmuş, yapı geçerliği için faktör analizi uygulanmıştır. Faktör analizi sonucunda ölçeğin sekiz boyuttan ve her bir boyutta sekizer madde olmak üzere toplam 64 maddeden oluşan bir yapı belirlenmiştir. Yordama geçerliliği için, çalışma grubundan seçilmiş öğrencilerin yanıtlarıyla bu öğrencilerin öğretmenleri tarafından yapılan değerlendirmeler arasındaki ilişki Pearson Momentler Çarpım Korelasyon Katsayısı ile hesaplanmıştır. Puanlar arasındaki ilişki incelendiğinde en yüksek ilişki Mantık/Matematik Zekâ alanında ($r=.85$) görülmekte, bunu sırasıyla Müzikal/Ritmik Zekâ alanı ($r=.84$), Bedensel/Duyu devinimsel Zekâ alanı ve Doğa zekası ($r=.80$), Görsel/Uzamsal Zeka alanı ($r=.74$), Sözel/Dilsel Zeka alanı ($r=.72$), Öze dönük/Çoklu Zeka alanı ($r=.64$) ve Kişilerarası/Sosyal Zeka alanı ($r=.55$) izlemektedir. Ölçeğin güvenirliğinin sağlanmasında test tekrar test yöntemi kullanılmıştır. Güvenirlik katsayıları; Sözel/Dilsel alan için 0,86, Matematiksel alan için 0,97, Görsel Uzamsal alan için 0,85, Bedensel/Devinimsel alan için 0,95, Müziksel Ritmik alan için 0,95, Kişilerarası/Sosyal alan için 0,77, Özedönük/İçsel alan için 0,92 ve Doğa alanı için 0,96 olarak bulunmuştur.

Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Etkinlikler

Çalışmada ilgili literatürden yola çıkarak, modellemeye dayalı etkinlikleri gerçekleştirmek için iki farklı araç kullanılmıştır. Bu araçlardan biri sanal ortam (Cubix Editör), diğeri ise somut nesnelere (geçmeli küpler) olarak belirlenmiştir. Bu iki aracın kullanılacağı iki deney grubu oluşturulmuştur. Deney grubu 1'de geçmeli küpler kullanılarak modeller oluşturulurken, Deney grubu 2'de Cubix Editör kullanılarak modeller oluşturulmuştur. Deney grubu 2'de etkinlikler bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilirken, Deney grubu 1'de sınıf ortamında etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Her iki deney grubunda haftada 1 saat olmak üzere toplam 9 hafta boyunca 18 farklı model geliştirilmiştir. Etkinliklerde, iki boyutlu görünümü verilen modellerden yola çıkarak bu modellerin üç boyutlu görünümünü inşa etmeleri öğrencilerden istenmiştir. Modellerin oluşturulması sürecinde, öğrencilerin iki boyutlu görünümü zihinlerinde birleştirerek üç boyutlu düşünebilmeleri ve bu sayede küpleri üç boyutlu uzayda doğru konumlara yerleştirerek modelleri oluşturmaları gerekmektedir. Etkinliklerde geçen modeller kolaydan zora doğru sıralanan bir yapı içerisinde öğrencilere sunulmuştur.



Şekil 2.

Köpek Modelinin Önden, Üstten ve Sağdan İki Boyutlu Görünümleri; Deney 1 Grubunda Köpek Modeli ve Deney 2 Grubunda Anıt Modeli Geliştirilirken.

Kontrol grubunda ise öğretim programında önerilen ders kitabı ve kılavuz kitabı kullanılarak dersler yürütülmüştür. Programda önerilen ödevlerden, etkinliklerden ve uygulamalardan faydalanılmıştır. Etkinlikler sınıf ortamında yapılmış ve 9 hafta sürmüştür. Dokuzuncu haftanın sonunda Uzamsal Düşünme ve Kart Çevirme testleri öğrencilere son test olarak uygulanmıştır.

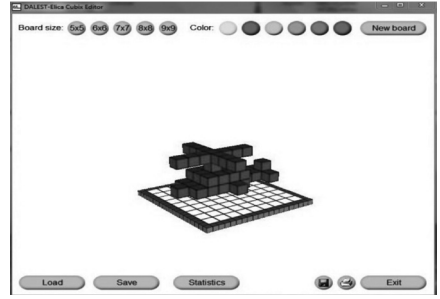
Tablo 8.
Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Etkinlikler

Hafta	Deney Grupları	Kontrol Grubu
-------	----------------	---------------

1. Hafta	Masa ve sandalye modellerinin geliştirilmesi; masanın soldan görünümünün kareli kağıda çizilmesi.	Prizmaları hatırlıyorum etkinliğinin gerçekleştirilmesi; Prizmaları tanıyorum etkinliğinin gerçekleştirilmesi
2. Hafta	Robot ve karateci modellerinin geliştirilmesi	Kesişen Kenarlar Etkinliğinin gerçekleştirilmesi
3. Hafta	Kanep ve ördek modellerinin geliştirilmesi ve soldan görünümünün kareli kağıda çizilmesi	Uygulama sorularının çözülmesi
4. Hafta	Kulübe ve anıt modellerinin geliştirilmesi,	Çapraz köşeler etkinliğinin gerçekleştirilmesi; Dik mi, eğik mi? Etkinliklerinin gerçekleştirilmesi
5. Hafta	Köpek ve Sfenks modellerinin geliştirilmesi	Eş küplerle oluşturulmuş yapılar etkinliğinin gerçekleştirilmesi
6. Hafta	Üstü açık araba ve ofis sandalyesi modellerinin geliştirilmesi, araba modelinin soldan görünümünün çizilmesi	Uygulama sorularının çözülmesi
7. Hafta	Şamdan ve gece lambası modellerinin geliştirilmesi	Görünüm çiziyorum etkinliğinin gerçekleştirilmesi
8. Hafta	Uzay gemisi ve helikopter modellerinin geliştirilmesi, helikopterin arkadan görünümünün çizilmesi	Uygulama sorularının çözülmesi
9. Hafta	Öğrencilerin özgün iki model geliştirmesi, bu modellerin sağdan, soldan ve önden görünümünün kareli kağıda çizilmesi	Çizim uygulamalarının yapılması

Kullanılan Sanal Ortam ve Somut Nesneler

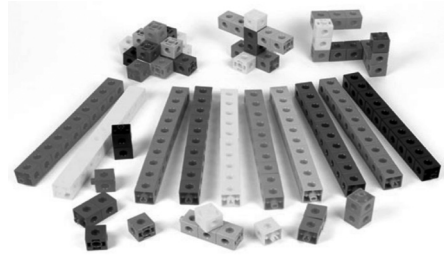
Deney 2 grubunda 3 boyutlu sanal ortam olarak, "Elica and DALEST projects" tarafından geliştirilen Elica Cubix Editor kullanılmıştır. Program, <http://www.elica.net/site/index.html>, adresinden indirilip ücretsiz kullanılabilir. Elica Cubix Editor'un kullanımının kolay ve ara yüzünün sade olması, araştırmacı tarafından tercih edilme sebebidir. Program kullanılmadan önce ilköğretim 6. sınıf öğrencileri tarafından test edilmiş ve test sonuçlarına göre araştırma için kullanılabilirliğine kanaat getirilmiştir. Ayrıca araştırmada Elica Cubix Editör'ün sınıf ortamında kullanımına ilişkin "Elica and DALEST projects" yöneticilerinden izin alınmıştır. Cubix Editör'ün kullanılacağı deney-2 grubunda programın ara yüzü tanıtılmış; küp ekleme, küp silme, uygun sahne seçimi vb. için gerekli butonlar gösterilmiştir.



Şekil 3.

Sanal Ortam Olarak Kullanılan Cubix Editörün Ara Yüzü

Deney 1 Grubunda somut nesneler olarak, geçmeli birim küpler (linking cubes) kullanılmıştır. Geçmeli birim küplerin tercih edilme sebebi, öğrencilerin seviyelerine uygun ve kullanımının kolay olmasıdır. Geçmeli birim küpler benzersiz bir tasarıma sahiptir, altı yüzünde yer alan anahtar delikler çok yönlü bağlantı kurularak istenen şekillerin oluşturulmasına imkân verir. Bu sayede öğrencilerin istenen modelleri kolaylıkla ve zevk alarak yapacakları düşünülmüştür.



Şekil 4.

Geçmeli Birim Küpler (Linking Cubes)

Bulgular

Bu bölümde, alt problemlerin çözülmesi amacıyla toplanan verilerin analiz edilmesi ile elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Analizler yapılmadan önce testlerden elde edilen puan ortalamalarının normal dağılım gösterip göstermediği ve puanların varyanslarının dağılımları arasında farkın var olup olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Kovaryans ve Kruskal-Wallis karşılaştırma tekniklerinin kullanımının uygun olacağına karar verilmiştir. Analizler SPSS 18.0 programı ile yapılmıştır.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi, “Deney 1, Deney 2 ve Kontrol gruplarının uzamsal düşünme son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindeydi. Bu soruyu cevaplamak için ilk olarak grupların uzamsal düşünme son testinden almış oldukları puanların normal dağılım gösterip göstermediği ve puanların varyanslarının dağılımları arasında farkın var olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan Kolmogorov-Smirnov ve Levene F testleri sonucunda uzamsal düşünme son testinden alınan puanların normal dağılım gösterdiği fakat varyanslarının dağılımları arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Kontrol, Deney-1 ve Deney-2 gruplarının Uzamsal Düşünme son test puan ortalamaları Kruskal-Wallis Testi ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonunda elde edilen bulgular Tablo 9'daki gibidir.

Tablo 9.
Grupların Uzamsal Düşünme Son Test Puan Ortalamalarına İlişkin Bulgular

Gruplar	N	Sıra Ort.	Sd	χ^2	Anlamlı Fark
Kontrol	29	29,09	2	19,45**	Deney1-Kontrol,
Deney 1	29	58,22			Deney1-Deney2,
Deney2	29	44,69			Deney2-Kontrol,

** $p < .001$

Analiz sonuçlarına göre, grupların uzamsal düşünme son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir (X^2 (sd=2)=19,45; $p < .05$). Bu bulgu, gruplarda farklı manipülatiflerle gerçekleştirilen etkinliklerin uzamsal düşünme becerisini artırmada farklı düzeyde etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Grupların sıra ortalamaları dikkate alındığında, uygulama sonrasında en yüksek uzamsal düşünme becerisini Deney 1 grubu öğrencilerinin sahip olduğu, bunu Deney 2 ve Kontrol grubu öğrencilerinin izlediği görülmektedir. Gruplar arasında gözlenen anlamlı farkın, hangi gruplar arasındaki anlamlı farklara bağlı olarak ortaya çıktığı grupların ikili kombinasyonları üzerinden Mann Whitney U-testi uygulanarak bulunmuştur. Buna göre Deney 1 grubu öğrencilerinin uzamsal düşünme becerilerinin Kontrol ve Deney 2 grubu öğrencilerinininkine göre; Deney 1 grubu öğrencilerinin uzamsal düşünme becerileri ise Kontrol grubundakilere göre daha yüksek olduğu ve gruplar arası farkların anlamlı olduğu bulunmuştur.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi, “Deney 1, Deney 2 ve Kontrol gruplarının kart çevirme son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindeydi. Bu soruyu cevaplamak için ilk olarak grupların kart çevirme son testinden almış oldukları puanların normal dağılım gösterip göstermediği ve puanların varyanslarının dağılımları arasında farkın var olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan Kolmogorov-Smirnov ve Levene F testleri sonucunda kart çevirme son testinden alınan puanların normal dağılım gösterdiği ve puanların varyanslarının dağılımları arasında fark olmadığı anlaşılmıştır. Bu analizler sonucunda Kontrol, Deney-1 ve Deney-2 gruplarının Kart Çevirme son test puan ortalamaları, kart çevirme ön test puanları dikkate alınarak Kovaryans analizi ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonunda elde edilen bulgular tablo 11'deki gibidir.

Tablo 10.
Kart Çevirme Son Test Puanlarının Gruplara Göre Betimsel İstatistikleri

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Kontrol	29	41,78	40,53
Deney 1	29	56,38	57,53
Deney 2	29	82,28	82,18

Grupların Kart Çevirme ön test sonuçlarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları tablo 10'de verilmiştir. Buna göre Kart çevirme son test puan ortalamaları Kontrol grubu için 41,78; Deney1 grubu için 56,38 ve Deney 2 grubu için ise 82,28 olarak hesaplanmıştır. Bu puan ortalamalarına bakarak bir farkın olduğu ve Deney 2 grubunun zihinsel çevirme becerilerinin Deney 1 ve Kontrol gruplarından bir miktar yüksek olduğu düşünülebilir. Deney 1 grubunun zihinsel çevirme becerisi de Kontrol grubundan bir miktar yüksek olduğu anlaşılabilir. Ancak grupların düzeltilmiş kart çevirme son test puan ortalamaları incelendiğinde ortalamaların belli bir miktar değiştiği anlaşılmaktadır. Grupların düzeltilmiş kart çevirme son test puan ortalamaları arasında gözlenen farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin yapılan ANCOVA sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11.
Kart Çevirme Ön Testi Sonuçlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puan Ortalamalarının Gruplara Göre ANCOVA Sonuçları

Var. K.	KT	Sd	KO	F
Kart Çevirme Ön Testi (Reg.)	46295,84	1	46295,84	51,74*
Grup	14660,63	2	7330,31	8,19**
Hata	72482,38	81	894,84	

* $p < .05$; ** $p < .01$

ANCOVA sonuçlarına göre gruplar arasında Kart Çevirme ön test sonuçlarına göre düzeltilmiş Kart Çevirme son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur, $F(2, 81)=7330,31, p<,01$. Başka bir anlatımla modellemeye dayalı etkinliklerin gerçekleştirilmesinde kullanılan manipülatiflerin (Cubix Editör ve Geçmeli Küpler) zihinsel çevirme becerisini geliştirmedeki etkililikleri birbirinden farklıdır. Buna bağlı olarak grupların düzeltilmiş Kart Çevirme son test puan ortalamaları arasında yapılan Bonferroni testi sonuçlarına göre, sanal ortamın kullanıldığı Deney 2 grubunun zihinsel çevirme becerileri ($X=82,18$), Deney 1 ($X=57,53$) ve Kontrol ($X=40,53$) gruplarının zihinsel çevirme becerilerinden anlamlı derecede daha yüksektir. Deney 1 ve Kontrol gruplarının zihinsel çevirme becerileri arasında ise anlamlı farklılığa rastlanmamıştır.

Tartışma ve Yorum

Altıncı sınıf matematik dersinde sanal ortam (Cubix Editör) ve somut nesnelere (geçmeli küpler) kullanılarak modeller geliştirmenin, uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerileri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmanın bir önceki bölümünde bulgulara yer verilmişti. Bu bölümde ise elde edilen bulgular, literatürdeki çalışmaların bulgularıyla tartışılarak yorumlanmıştır.

Araştırmanın birinci alt problemi “Deney 1, Deney 2 ve Kontrol gruplarının uzamsal düşünme son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindeydi. Elde edilen bulgulara göre, Deney 1 grubu öğrencilerinin uzamsal düşünme becerilerinin Deney 2 ve Kontrol gruplarının uzamsal düşünme becerilerine göre; Deney 1 grubu öğrencilerinin uzamsal düşünme becerileri ise Kontrol grubundaki öğrencilerininkine göre daha yüksek olduğu ve farkların anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre öğrencilerin uzamsal düşünme becerisini geliştirmek için kullanılan geçmeli birim küplerin diğer manipülatiflere göre daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Buradan hareketle somut nesnelere gerçekleştirilecek etkinliklerin öğrencilerin uzamsal düşünme becerileri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu söylenebilir. Bu bulgu literatürdeki çalışmaların bulgularıyla paralellik göstermektedir. Literatür incelendiğinde öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirmek amacı ile yapılan çalışmalarda Tangram, Origami, Tridio ve birim küpler gibi somut nesnelere kullanıldığı görülmektedir (Bakker, 2008; Boakes, 2009; Çakmak, 2009; Spencer, 2008; Yıldız, 2009; Yolcu, 2008). Boakes (2009), somut nesne (Origami) kullanımının el-göz

koordinasyonunu geliştirerek öğrencilerin uzamsal becerilerinin artırılmasını sağladığını belirtmiştir. Bakker, yaşa uygun olarak kullanılan somut nesnelere (Tridio) öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmede etkin rol oynadığını tespit etmiştir. Yolcu, bilgisayar ve somut materyallerle (birim küp) gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin uzamsal becerilerini artırdığını bildirmiştir. Çakmak, somut nesnelere (Origami) modeller geliştirmenin öğrencilerin dersle ilgili tutumlarının olumlu yönde etkilendiğini, kendilerine güvenlerini artırdığını ve bu sayede uzamsal becerilerin geliştirilmesine pozitif yönde katkı sağladığını belirtmiştir.

Yapılan bu çalışmada ise somut nesne olarak geçmeli birim küpler kullanılmıştır. Geçmeli birim küplerle modeller geliştirmek öğrencilerin uzamsal düşünme becerisini anlamlı seviyede artırdığı gözlenmiştir. Bununla birlikte literatürde araştırma bulgusu ile paralellik göstermeyen çalışmalar da mevcuttur. Boakes’ın (2009) yaptığı çalışmada Origami tabanlı öğretimin, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Yıldız (2009) da araştırma yaptığı bir ilköğretim okulunda somut nesne olarak birim küp kullanmanın uzamsal görselleştirme ve zihinsel çevirme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olmadığını belirtmiştir. Bakker (2008) ise somut nesnelere olarak Tridio kullanımının uzamsal ilişki becerileri üzerinde etkili olduğunu, uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde etkili olmadığını belirtmiştir.

Araştırmanın ikinci alt problemi “Deney 1, Deney 2 ve Kontrol gruplarının kart çevirme son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindeydi. Elde edilen bulgulara göre, sanal ortamın kullanıldığı Deney 2 grubunun zihinsel çevirme becerileri, Deney 1 ve Kontrol gruplarının zihinsel çevirme becerilerinden anlamlı derecede daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Deney 1 ve Kontrol gruplarının zihinsel çevirme becerileri arasında ise anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Bu sonuçlara göre öğrencilerin zihinsel çevirme becerisini geliştirmek için kullanılan Cubix Editörün diğer manipülatiflere göre daha etkili olduğu söylenebilir. Başka bir ifade ile sanal ortam ile gerçekleştirilecek etkinliklerin öğrencilerin zihinsel çevirme becerileri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu bulgu literatürdeki çalışmaların bulgularıyla paralellik göstermektedir. Olkun (2003b) iki boyutlu geometri öğretiminde sanal ortama karşı somut manipülatiflerin etkisini araştırdığı deneysel çalışmasında sanal ortam ile deneyimler yaşayan öğrencilerin performanslarının daha yüksek olduğunu

görmüştür. Bununla birlikte iki boyutlu geometri öğretiminde sanal ortam veya somut manipülatiflerin kullanımının etkisinin sınıf seviyesine göre değişebileceğini bildirmiştir. Ferla, Olkun, Akkurt, Alibeyoğlu ve Gonulates'in (2009) yaptığı başka bir araştırmada da bilgisayar manipülatiflerinin öğrencilerin uzamsal düşünme becerileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Deney grubunda öğrencilerin Google ScetchUp ile zihinsel çevirme egzersizleri yapabilecekleri çevrimiçi araçlar sanal ortam olarak kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise birim küplere dayalı etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Son test sonucuna göre deney grubu öğrencilerinin zihinsel çevirme becerileri anlamlı seviyede daha yüksek çıkmıştır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin uzamsal becerilerinin geliştirilmesi için sanal ortamların uygun araçlar olabileceği belirtilmiştir. Olkun, Altun ve Smith'in (2005) yapmış olduğu deneysel çalışmada, bilgisayarın ve bilgisayar deneyiminin iki boyutlu geometri öğreniminde dördüncü ve beşinci sınıf öğrencileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Öğrencilerin son test skorları bilgisayar sahibi olup olmama durumu ve bilgisayar deneyimi değişkenleri açısından incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre bilgisayarı olan öğrencilerin olmayan öğrencilere göre; bilgisayar deneyimi yüksek olan öğrencilerin bilgisayar deneyimi düşük olan öğrencilere göre son test skorlarının anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur. Araştırma sonucunda bilgisayarların, sanal ortamların, doğru bir şekilde kullanımının öğrencilerin geometri öğrenmeleri için elverişli ortamlar oluşturabileceği vurgulanmıştır. Kaufmann ve arkadaşlarına (2005) göre geometri eğitiminde sanal ortam teknolojilerinin etkin kullanımı, öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel çevirme gibi becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. McClurg ve arkadaşları (1997) da HyperGami sanal ortam programının kullanımının uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin geliştirilmesine katkı sağladığını bildirmiştir. Benzer şekilde Rafi ve arkadaşları (2006) da uzamsal görselleştirme ve zihinsel çevirme becerilerinin geliştirilmesinde, sanal ortam olarak çizim simülörünün kullanılmasının faydalı olabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Yapılan bu çalışmada ise sanal ortam olarak Cubix Editör kullanılmıştır. Cubix Editör ile modeller geliştirmek öğrencilerin zihinsel çevirme becerisini anlamlı seviyede artırdığı gözlenmiştir. Bununla birlikte literatürde araştırma bulgusu ile paralellik göstermeyen çalışmalar da mevcuttur. Yıldız (2009) araştırma yaptığı bir ilköğretim okulunda sanal ortam kullanımının uzamsal görselleştirme becerisinin geliştirilmesinde etkili olduğunu fakat zihinsel

çevirme becerisinin geliştirilmesinde etkili olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Eraso (2007) ise yaptığı araştırma sonucunda, onuncu sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesinde Sketchpad sanal ortamını kullanmış ve etkili sonuçlara ulaşamamıştır.

Literatür ve bu çalışmanın bulguları birlikte incelendiğinde genel olarak, uzamsal düşünme becerisinin geliştirilmesinde somut nesnelerin etkililiği, zihinsel çevirme becerisinin geliştirilmesinde ise sanal ortamın etkililiği ön plana çıkmaktadır. Elde edilen bulgular, uzamsal becerilerinin geliştirilmesinde sanal ortam ve somut nesnelerin birlikte kullanılmasının daha etkili olacağını işaret etmektedir. Bununla birlikte sanal ortam ve somut nesnelerin uzamsal beceriler üzerinde etkililiğini inceleyen daha fazla karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Effect of Modeling-Based Activities Developed Using Virtual Environments and Concrete Objects on Spatial Thinking and Mental Rotation Skills*

Eyüp YURT^a
Selçuk University

Ali Murat SÜNBLÜ
Necmettin Erbakan University

Abstract

In this study, the effect of modeling based activities using virtual environments and concrete objects on spatial thinking and mental rotation skills was investigated. The study was designed as a pretest-posttest model with a control group, which is one of the experimental research models. The study was carried out on sixth grade students attending Maresal Mustafa Kemal Primary School in Konya's city center during the 2010-2011 academic year. The study group is composed of a total of 87 students in two experimental and one control group. In the activities applied for 9 weeks in the experimental groups, a total of 18 different models were developed. As a result of the study, it was found that the spatial thinking skills of Experimental Group, 1 in which concrete objects were used to develop models, were significantly higher compared to those in Experimental Group 2 and the Control group. The mental rotation skills of Experimental Group 2, in which a virtual environment was used to develop mental rotation was significantly higher compared to Experimental Group 1 and the Control Group. The result of the study suggests that using virtual environments and concrete objects together would be more effective in developing spatial skills.

Key Words

Research in Educational Sciences, Measurement Instrument, and Design Errors.

Spatial skill is a significant issue that is related with many areas. Spatial skills are used in science, geometry, engineering, architecture and in many other fields hence there are excessive numbers of studies in this issue. Studies carried out so far have revealed that spatial skill is related with success in painting, physics, chemistry and mathematics (Battista, Wheatley, & Talsma, 1982; Clements & Battista,

1992; McClurg, Lee, Shavaliar, & Jacobsen, 1997; Pribyl & Bodner, 1987).

When the literature is reviewed, it is seen that the concept of spatial skill and spatial ability are used reciprocally. According to Sorby (1999) spatial ability and spatial skill are different concepts. While spatial ability is an innate capacity, spatial skill is an ability that can be learnt, reached and developed with training. According to Lohman (1993) spatial skill is rather significant in learning science and mathematics. Lohman defined as a skill to construct, convert, and remember well-constructed visuals in the mind (p. 14 cited in Bayrak, 2008). According to Tarte (1990, p. 216) spatial skill can be regarded as combination of "skills of understanding, grasping, organizing, interpreting visual relations". As for Carroll (1993), spatial skill is the skill to imagine, perceive, interpret, and grasp visual relations between objects or figures (p. 14 cited in Bayrak, 2008). Stockdale and Possin (1998) made a detailed study of spatial skill and defined it as individual's ability to establish spatial relations bet-

* This study is produced from the Master Thesis entitled The effects of modeling-based activities created via virtual environment and concrete manipulatives on spatial thinking and mental rotation abilities written by Eyüp YURT under the supervision of Prof. Dr. Ali Murat SÜNBLÜ at Graduate School of Educational Sciences, Selçuk University.

a Eyüp YURT Eğitim Programları ve Öğretim alanında uzmandır. Çalışma alanları arasında uzamsal beceriler, öğretim stratejileri ve matematik öğretimi yer almaktadır. İletişim: Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, 42090 Meram /KONYA. Elektronik Posta: eyupyurt@gmail.com Tel: +90 332 3238220/5687 Fax: +90 332 323 8225.

ween himself and his environment. It is stated that spatial relations covers such characteristics as size, distance, volume, order and time. The settlement of objects on a table, the distance between the objects, the order of letters in a word, the length of an hour, and the kinesthetic activities and digits of a simple division operation are given as examples for spatial relations. According to Olkun (2003a, s. 8), spatial skill is to be able to mentally manipulate objects in a two or three dimensional space. Some researchers studied spatial skills by categorizing them into various sub categories (Carroll, 1993; Kimura, 1999; Linn & Petersen, 1985).

Spatial skill has become an indispensable part of modern the human profile. We use our spatial skills when parking our car, putting dishes into the dishwasher, ordering objects in our room, playing bowling, walking on the street, trying to find our way on the map of a city new. In short, spatial skill is a tool people need and use in their daily life. Spatial skill is professionally used in such fields as graphic design, topographical engineering, architecture and Radiology. These occupational groups need such spatial skills as converting dimensions mentally, spatial visualization, spatial thinking and spatial orientation. Many studies have been carried out to develop spatial skills of trainees in these occupational groups. However, recent studies have revealed that spatial skill is related with many important fields of study. After this finding, a number of studies have been carried out in many different fields to assess and develop this skill (Ben-Chaim, Lappan, & Houang, 1988; Boyraz, 2008; Delialioğlu & Aşkar, 1999; Fild, 1994; Guay & McDaniel, 1977; Kakmacı, 2009; Kayhan, 2005; McClurg & Chaille, 1987; McClurg et al., 1997; Olkun, 2003a; Pribyl & Bodner, 1987; Rafi, Samsudin, & Ismail, 2006; Rauscher, Shaw, & Ky, 1993; Tarte, 1990; Tsutsumi, 2005; Yıldız, 2009; Yolcu, 2008;). When relevant studies are examined, it is seen that the number of studies comparing the effects of virtual environments and concrete objects on developing spatial skill is scarce. There is a need for comparative studies to find out which manipulatives (visual environment, concrete objects etc.) are more effective and beneficial in developing skills like spatial visualization, spatial thinking, spatial orientation and mental rotation. This study aims to discuss strengths and limitations of manipulatives used for the development of spatial skills with a comparative approach.

The main aim of this study is to determine the effects of modeling based activities in a 6th grade math course in which virtual environment and concrete

objects are used on spatial thinking and mental rotation skills. The problem statement for this aim is "Is the development of models using a virtual environment (Cubix Editor) and concrete objects (linking cubes) effective in developing students' spatial thinking and mental rotation skills?" the problem is composed of two sub-problems;

Sub Problem 1: Is there a significant difference between the spatial thinking post-test mean scores of Experimental Group 1, Experimental Group 2 and the Control Group?

Sub-problem 2: Is there a significant difference between card rotation post-test mean scores of Experimental Group 1 and Experimental Group 2 and the Control Group?

Method

The study was designed and conducted as a pre-test post-test with a control group experimental design to determine the effectiveness of model development using virtual environments (Cubix Editor) and concrete objects (linking cubes) in increasing students' spatial thinking and mental rotation skills. In the study, the dependent variables are students' spatial thinking and mental rotation skills and the independent variables are the activities carried out using virtual environments and concrete objects to develop these skills.

Research Group

The study group is composed of 6th grade students attending the 6A, 6F and 6İ sections of the Konya Meram Mareşal Mustafa Kemal Primary School in the second term of 2010-2011 academic year. The experimental and control groups are determined with a random assignment method. 6A (14 girls, 15 boys) is assigned as the control, 6İ (15 girls, 14 boys) and 6F (15 girls, 14 boys) are assigned as the experimental groups. Section 6F was Experimental Group 1 in which modeling based activities are done with concrete objects (linking cubes) and section 6İ was Experimental Group 2 in which modeling based activities are realized using a virtual environment (Cubix Editor). In the section 6A, the activities in the 6th grade math education program are realized. There were a total of 87 students in the study group, each group having 29 students.

According to Piaget, the period when spatial thinking starts and develops fast coincides with the second level in the primary school (Kakmacı, 2009, p. 7). It can be argued that the application of modeling

based activities is important for the development of the students in this period. When development characteristics of sixth grade students are closely examined, it is seen that they are at the beginning of a period when they pass from concrete thinking to abstract thinking (Senemoğlu, 2007). Therefore, it is important to employ activities that allow for developmental characteristics of the students in this period for the acquisition of skills like spatial skills, based on abstract thinking.

The following criteria were observed to equalize the experimental and control group: scores from the Spatial Thinking and the Card Rotation pre-test, scores from the Visual Spatial Intelligence sub-scale and the students' socio-economic levels. Studies carried out so far indicated that the parents' socio-economic level is an influential factor in school success (Fennema & Sherman, 1977; Kılınçarslan, 2008). In order to determine if the study group is equal in terms of the criteria set, the means of scores from the "Spatial Thinking Test", the "Card Rotation Test", the "Self-Assessment Scale in Multiple Intelligence Areas" and the parents' income levels were compared. Before the analysis was conducted, we determined if the mean scores from the tests show a normal distribution and if there was a difference between the distributions of the scores' variances. According to the findings, to test if the difference between means is significant one-way factor analysis was used. One-way factor analysis is applied to test if the difference between two or more irrelevant samples is significantly different from zero (Büyüköztürk, 2011, pp. 39-48). As a result of the analysis, it was found out that spatial thinking and mental rotation skills, visual spatial intelligence scores and socio-economic levels of the groups are equal before the experimental procedure.

Measures

Three different data sets were collected to realize the aim of the study. These are:

1. Students' spatial thinking skills,
2. Students' mental rotation skills
3. Students' visual-spatial intelligence levels.

The "Spatial Thinking Test" which was developed by the researcher is used to collect data in the first item. As for the collection of data in the second item, the "Card Rotation Test" developed by Ekstrom (1976) et al was used and the "Scale for Self-Assessment in Multiple Intelligence Domains" developed by Seber (2001) was used to collect data mentioned in the third item.

The Spatial Thinking Test includes 16 questions related with unit cubes. In the scale, a student receives one point for each correct answer and zero point for each wrong answer. The validity of the scale was achieved with an explanatory factor analysis. To achieve this, this scale was administered to 211 primary school students. Results of factor analysis revealed that the scale has one dimension. The reliability of the scale was calculated with Cronbach Alpha inner reliability coefficient. According to the results from 211 students to whom the scale was administered, the reliability coefficient of the scale was found to be 0,92. Accordingly, it can be said that the reliability of the scale is very high (Tavşancıl, 2005). While high scores received from the scale indicate that spatial thinking skill is high, low scores indicate low spatial thinking skill.

In the study, to measure students' mental rotation skills, the "Card Rotation Test" which was developed by Ekstrom et al. (1976) and adapted into Turkish by Delialioğlu (1996) was used. There are a total of 160 questions in the scale. A student receives one point for each correct answer and negative one point for each wrong answer. The administration period of the scales is six minutes. Researchers calculated the reliability coefficient of the scale to be 0,80 (Delialioğlu; Tekin, 2007). While high scores from the scale indicate high mental rotation skill, low scores indicated low mental rotation skill.

In the beginning of the experimental process, in order to make sure that the visual-spatial intelligence levels of the students are equal, the Scale for Self-Assessment in Multiple Intelligence Domains developed by Seber (2001) was used. The items in the sub-scales of the scale are as follows: Verbal Linguistic Intelligence, Mathematical/ Logical Intelligence, Visual Spatial Intelligence, Bodily/ Sensory/ kinesthetic Intelligence, Musical / Rhythmic Intelligence, Interpersonal Intelligence / Social Intelligence, Intrapersonal Intelligence, Naturalistic Intelligence. In the scale, three respond options are provided: "No", "Partially", "Yes" for each item and the highest score to be obtained from each item is 2 and the lowest score is 0. In the development process of the scale, for the content validity of the scale, twelve experts were applied for their views, and construct validity factor analysis was applied. As a result of the factor analysis, it was determined that the scale is composed of a total of 64 items in eight dimensions with each dimension having 8 items. For the reliability of the scale, a test re-test test method was used. The reliability coefficients were 0.86 for Verbal/ Linguistic, 0.97 for Mathematical domain, 0.85

for Visual Spatial field, 0.95 for Bodily/Kinesthetic domain, 0.9 for Musical Rhythmic domain, 0.77 for Interpersonal/Social domain, 0.2 for Intrapersonal/Internal domain and 0.96 for Naturalistic domain.

Procedures

Following from related literature, two different tools were used to realize modeling-based activities. The first one is a virtual environment (Cubix Editor), the other is a concrete object (linking cubes). Two experimental groups were formed in which these tools would be used. In Experimental Group 1, linking cubes were used to form models and in Experimental Group 2 Cubix Editor was used to develop models. In Experimental Group 2, activities were carried out in a computer laboratory, and in Experimental Group 1, activities were realized in a classroom environment. In both experimental groups, 18 different models were developed in 1 hour in 9 weeks. In the activities, students were asked to construct a three-dimensional appearance of models whose two-dimensional views are given. In the process of the models' construction, students are expected to combine two-dimensional appearances in their mind and think three-dimensionally, and in this way they are expected to form models by placing cubes in the correct positions in a three-dimensional space. The models in the activities are presented to the students from easy to difficult. In the control group, the course book recommended in the instruction program and guidebook were used in the courses. The homework, activities and applications in the program were used. The activities were carried out in the classroom and took 9 weeks. At the end of the 9th week, the Spatial Thinking and Card Rotation tests were applied to students for the last time.

In Experimental Group 2, Elica Cubix Editor which was developed by "Elica and DALEST projects" was used as the virtual environment. The program can be downloaded and used without charge from the following link: <http://www.elica.net/site/index.html>. Elica Cubix Editor was preferred by the researchers as it is easy to use and it has a simple interface. Before using the program, it was piloted on 6th grade primary school students and according to test results, it was concluded that it can be used for research. Besides, permission to use Elica Cubix Editor in the classroom for research was obtained from the administrators of "Elica and DALEST projects". In Experimental Group 2, where Cubix Editor will be used, the program interface was introduced and the necessary buttons for cube addition, cube deletion

and choosing appropriate stage etc. were shown. In Experimental Group 1, cubes (linking cubes) were used as concrete objects. Linking cubes are preferred because they were appropriate to the students' level and easy to use. Linking cubes have an unmatched design, key holes on its six faces enables forming desired shapes by establishing multiple connections. In this way, it is considered that students would be able to form desired models easily and with pleasure.

Results

According to results of the analysis, it was determined that there is a significant difference between the groups in terms of their spatial thinking post-test scores. This finding indicates that the activities realized with different manipulatives in the group had different levels of effects in increasing spatial thinking skill. When the means of the groups are considered respectively, it is seen that students in the Experimental Group 1 have the highest spatial thinking skill, followed by students in Experimental 2 and the Control Group. To find the source of the significant difference between the groups, the Mann Whitney U-test was administrated on dual combinations of the groups. Accordingly, it was determined that the spatial thinking skills of the students in Experimental Group 1 were higher compared to the Control Group and Experimental Group 2. Spatial thinking skills of the students in Experimental Group 1 were higher compared to the ones in the Control Group and differences between the groups was significant.

According to the analysis results, it was found out that there is a significant difference between the post-test mean scores of the groups based on the corrected card rotation pre-test results. In other words, the effects of manipulatives (Cubix Editor and Linking Cubes) that were used in modeling-based activities on the development of mental rotation skills are different. According to results of the Bonferroni test administrated on the card rotation post-test mean scores of the group, mental rotation skills of the students in the Experimental Group 2 in which a virtual environment was used were significantly higher compared to mental rotation skills of students in Experimental Group 1 and the Control Group. No significant difference was found between Experimental Group 1 and the Control Group in terms of mental rotation skills.

Discussion

According to the findings from the sub-problem, it was found that the spatial thinking skills of the students in Experimental Group 1 was higher compared to the spatial thinking skills of the students in Experimental Group 2 and the Control group and that the spatial thinking skills of Experimental Group 1 were higher compared to the students in the Control Group. The differences between the groups were significant. According to these results, linking cubes used to develop spatial thinking skills of the students are more effective compared to other manipulatives. Following from this, it can be argued that activities conducted with concrete objects have positive effects on students' spatial thinking skills. This finding is parallel with the findings of the studies in the literature. When the literature is reviewed, it is seen that concrete objects like Tangram, Origami, Tridio and unit cubes were used to develop students' spatial thinking skills (Boakes, 2009; Çakmak; 2009; Spencer, 2008; Yıldız, 2009; Yolcu, 2008). However, in the literature there are also studies that are not parallel with the results of this study (Bakker, 2008; Boakes; Yıldız).

According to the findings with regard to the second sub-problem, it was understood that the mental rotation skills of the students in Experimental Group 2, in which a virtual environment was used, were significantly higher compared to the card rotation skills of the students in Experimental Group 1 and the Control Group. No significant difference was found between Experimental Group 1 and the Control Group. According to these results, Cubix Editor, which was used to develop students' mental rotation skills, is more effective compared to other manipulatives. In other words, it was understood that the activities carried out in a virtual environment had positive effects on students' mental rotation skills. This finding is parallel with the findings of the studies in the literature (Ferla, Olkun, Akkurt, Alibeyoğlu, & Gonulates, 2009; Kaufmann, Steinbügl, Dünser, & Glück, 2005; McClurg et al., 1997; Olkun, 2003b; Olkun, Altun, & Smith; 2005; Rafi et al., 2006). However, in the literature there are also studies that do not show parallelism with the result of this study (Eraso, 2007; Yıldız, 2009).

When the literature and the results of this study are considered together, in general, it is revealed that concrete objects are effective in the development of spatial thinking skill and that virtual environment is effective in the development of mental rotation skill. The results indicate that using virtual environments and concrete objects together will be more effective in the development of spatial skills. However, further comparative studies are to be carried out on the effectiveness of virtual environments and concrete objects in spatial skills.

References/Kaynakça

- Bakker, M. (2008). *Spatial ability in primary school: effects of the tridio learning material*. Unpublished master thesis, University of Twente, Netherland.
- Battista, M., Wheatley, G., & Talsma, G. (1982). Spatial visualization, formal reasoning, and geometric problem-solving strategies of preservice elementary teachers. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11 (4), 17-30.
- Bayrak, M. E. (2008). *Investigation of effect of visual treatment on elementary school student's spatial ability and attitude toward spatial ability problems*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G., & Houang, R.T. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal*, 25, 51-71.
- Boakes, N. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: Its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *Research in Middle Level Education*, 32 (7), 1-12.
- Boyrak, Ş. (2008). *The effects of computer based instruction on seventh grade students' ability, attitudes toward geometry, mathematics and technology*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Büyükcöztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (13. bs). Ankara: Pegem Akademi.
- Çakmak, S. (2009). *An investigation of the effect of origami-based instruction on elementary students' spatial ability in mathematics*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Clements D. H., & Battista M. T. (1990). The effects of logo on children's conceptualizations of angle and polygons. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21 (5), 356-371.
- Delialioğlu Ö. (1996). *Contribution of students' logical thinking ability on achievement in secondary physics*. Unpublished master's thesis, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Turkey.
- Delialioğlu, Ö., & Aşkar, P. (1999). Contribution of students' mathematical skills and spatial ability to achievement in secondary school physics. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16-17, 34-39.
- Eraso, M. (2007). *Connecting visual and analytic reasoning to improve students' spatial visualization abilities: A constructivist approach*. Unpublished doctoral dissertation, Florida International University, Miami, Florida.
- Fennema, E., & Sherman, J. (1977). Sex-related differences in mathematics achievement, spatial visualization and affective factors. *American Educational Research Journal*, 14 (1), 51-71.
- Ferla, V. V., Olkun, S., Akkurt, Z., Alibeyoğlu, M. C., & Gonulates, F. O. (2009). An international comparison of the effect of using computer manipulatives on middle grades students' understanding of three-dimensional buildings. In *Proceedings of The 9. International Conference on Technology in Mathematics Teaching* (pp. 1-5). Metz France: ICMT 9.
- Field, B. W. (1994). A course in spatial visualization. *Journal for Geometry and Graphics*, 3 (2), 201-209.
- Guay, R. B., & McDaniel, E. D. (1977). The relationship between mathematics achievement and spatial abilities among elementary school children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 8 (3), 211-215.
- Kakmacı, Ö. (2009). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme başarılarının bazı değişkenler açısından incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Osman Gazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Kaufmann, H., Steinbügl, K., Dünser, A., & Glück, J. (2005). Improving spatial abilities by geometry education in augmented reality-application and evaluation design. In *Proceedings of the Virtual Reality International Conference (VRIC)* (pp. 25-34). Laval, France.
- Kayhan, E. B. (2005). *Lise öğrencilerinin uzaysal becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- Kılınçarslan, S. (2008). *Ebeveynlerin sosyo ekonomik ve kültürel düzeyinin ilköğretim öğrencilerinin okul başarılarına etkileri ve bir uygulama*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul.
- Kimura, D. (1999). *Sex and cognition*. Cambridge: MIT Press.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- McClurg, P., & Chaille, C. (1987). Computer games: Environments for developing spatial cognition? *Journal of Educational Computing Research*, 3, 95-111.
- McClurg, P., Lee J., Shavaliyer M., & Jacobsen, K. (1997). Exploring children's spatial visual thinking in a hypergami environment. VisionQuest: Journeys toward Visual Literacy. In *Selected Readings from the Annual Conference of the International Visual Literacy Association* (pp. 257-266).
- Olkun, S. (2003a). Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities [Electronic Version]. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. Retrieved July 8, 2012 from <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/default.htm>.
- Olkun, S. (2003b). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2d geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Sciences Teaching*, 22 (1), 43-56.
- Olkun, S., Altun, A., & Smith G. (2005). Computers and geometric learning of Turkish fourth and fifth graders. *British Journal of Educational Technology*, 36 (3), 317-326.
- Pribyl, J. R., & Bodner, G. M. (1987). Spatial ability and its role in organic chemistry: A study of four organic courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (3), 229-240.
- Rafi, A., Samsudin, K. A., & Ismail, A. (2006). On improving spatial ability through computer-mediated engineering drawing instruction. *Educational Technology & Society*, 9 (3), 149-159.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K.N. (1993). Music and Spatial task performance. *Nature*, 365, 611.
- Seber, G. (2001). *Çoklu zeka alanlarında kendini değerlendirme ölçeğinin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Senemoğlu, N. (2007). *Gelişim öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya* (düz. bs). Ankara: Gönül Yayıncılık.
- Sorby, S. A. (1999). Developing 3-D spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 63 (2), 21-32.
- Spencer, K. T. (2008). *Preservice elementary teacher's two-dimensional visualization and attitude toward geometry: Influences of manipulative format*. Unpublished doctoral dissertation, Philosophy University, Florida
- Stockdale, C., & Possion, C. (1998). *Spatial relations and learning*. Retrieved 12 January, 2011, from <http://www.newhorizons.org/spneeds/inclusion/teaching/stockdale.html>.
- Tarte, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematic problem solving. *Journal for Research in Mathematical Education*, 21, 216-229.
- Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tekin, A. T. (2007). *Dokuzuncu ve on birinci sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme yeteneklerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Tsutsumi, E. (2005). Evaluation of students' spatial abilities using mental cutting test. *International Journal of Technology and Engineering Education*, 2 (2), 77-82.
- Yıldız, B. (2009). *Üç boyutlu ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkileri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Yolcu, B. (2008). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilerinin somut modeller ve bilgisayar uygulamaları ile geliştirme çalışmaları*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.