

7. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yönelim Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Tasarlanan Öğrenme Ortamının Değerlendirilmesi

Evaluation of The Learning Environment Designed for Developing 7th Grade Students' Spatial Orientation Skills

Temel KÖSA^a, Hilal KALAY^b

^aKaradeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Trabzon, Türkiye.

^bKaradeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD, Trabzon, Türkiye.

Özet

Abstract

Bu çalışmayla, üç boyutlu dinamik geometri yazılımı Cabri 3D ile zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamının 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisi ve 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerileri ile matematik başarıları ve geometri anlama seviyeleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yarı deneysel olarak tasarlanan çalışma 41 deney 45 kontrol grubu öğrencisiyle birlikte yürütülmüştür. Deney grubu çok küplü geometrik cisimlere yönelik dersleri 2 hafta boyunca bilgisayar laboratuvarında Cabri 3D kullanarak işlerken, kontrol grubu geometri derslerini sınıf ortamında geleneksel yolla almıştır. Her iki gruptaki öğrencilere uygulama öncesinde ve sonrasında uzamsal yönelim becerisi testi ve uygulama sonrasında van Hiele geometri anlama sınavı uygulanmıştır. Araştırma sonuçları deney grubu için oluşturulan öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmede daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca uzamsal yönelim becerisi ile matematik başarıları ve van Hiele geometri anlama seviyesi arasında pozitif yönde ve orta düzeyde anlamlı bir ilişki çıkmıştır. Öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmek isteyen öğretmenlerin derslerinde bu çalışmada oluşturulan öğrenme ortamlarına benzer öğrenme ortamları tasarlamaları önerilmektedir.

The purpose of this study is to present the effect of using Dynamic Geometry Software Cabri 3D on spatial orientation skills of the 7th grade student while teaching the geometry subject of multiple cubical objects. It is also aimed to investigate the correlations among spatial orientation skill, mathematics achievement and level of geometry understanding of the students. The quasi-experimental model was used in the study. There were 41 students in experimental group and 45 students in control group. Experiment group students took the course with the assistance of Cabri 3D while the control group students received traditional instruction for two weeks. Both group students took spatial orientation test before and after the implementation and van Hiele geometry understanding test only after the study. The results of the study showed that the learning environment designed for the experimental group was more effective for developing students' spatial orientation skills. In addition, a positive and significant correlation was found between achievement in mathematics and spatial orientation skills as geometry understanding levels and spatial orientation skills. Teachers who want to improve their students' spatial orientation skills could design such an environment as in the present study.

Keywords: Spatial orientation skill, dynamic geometry software, computer-based learning environment

Anahtar Kelimeler: Uzamsal yönelim becerisi, dinamik geometri yazılımı, bilgisayar destekli öğrenme ortamı

1. Giriş

Birçok farklı alanda üzerinde durulan uzamsal yetenek, bireylerin çevrelerinde var olan üç boyutlu eşyaların kullanımından iki boyutlu haritaların anlaşılmasına kadar günlük hayatta karşılaştığımız, basitten karmaşığa birçok etkinlikte yeri olan önemli zihinsel yeteneklerdendir (Turğut, 2007). Hartman ve Bertoline (2005) mimari, astronomi, biyokimya, biyoloji, kimya, haritacılık, mühendislik, jeoloji, matematik, müzik ve fizik gibi özel bilgi alanlarında uzamsal beceriler olmadan başarının sınırlı olacağını ifade etmişlerdir. Literatürdeki birçok araştırmacının da belirttiği gibi, uzamsal yetenek sadece profesyonel disiplinlerde başarılı olabilmek için değil, aynı zamanda günlük hayatta karşılaşılabilecek ev mobilyalarını düzenleme ya da araba sürerken güvenli bir şekilde manevra yapabilmek gibi temel ihtiyaçlar için de gereklidir. Usta bir pilotun havada manevra yaparken nerenin gökyüzü nerenin yeryüzü olduğunu belirlemesi ya da artistik dalış için trampleden atlayan bir yüzücünün havada yaptığı manevralar sonunda suya dikey olarak dalması da iyi gelişmiş uzamsal becerilerle ilişkilidir (Kösa, 2011).

Uzamsal yetenek, nesneleri görsel açıdan tanımayı gerektirir ve geometri açısından bu beceri, geometrik şekilleri tanımada eğitimciler için önemli bir araçtır (Turğut, 2007). İki ve üç boyutlu şekillerin özelliklerinin incelenmesi ve bunlar arasında ilişkiler kurulması geometri temel alanının uğraşdır. Baki (2008), geometri öğretiminin temel amacını; düzlemde ve uzayda geometrik nesnelerin özelliklerini tanıma, aralarındaki ilişkileri bulma, geometrik yeri tanımlama, dönüşümleri açıklama ve ifade etme, geometrik önermeleri kanıtlama şeklinde ifade etmiştir. İki ve üç boyutlu geometrik şekillerle zihinde yaptığımız her işlem uzamsal becerilerimizi kullanmayı gerektirmektedir. Dolayısıyla şekil ve uzayla ilgili her akıl yürütmeye uzamsal becerileri işe koşarız. Geometrinin iyi anlaşılmasında uzamsal yeteneğin kullanımına ihtiyaç duyulurken, geometri öğretiminin hedeflerinden biri de uzamsal yeteneğin geliştirilmesidir (Uygan, 2011). Son yıllarda güncellenen öğretim programlarımızda da öğrencilerin uzamsal becerilerinin geliştirilmesine dikkat çekilmektedir.

Teknolojinin gelişmesi ve matematik eğitiminde yaygın bir şekilde kullanılmasıyla birlikte özellikle dinamik yazılımların kullanımını inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Güven ve Karataş, 2002; Güven ve Kösa, 2008; Boyraz, 2008; Uygan, 2011; Şimşek, 2012). Son yıllarda özellikle üç boyutlu geometri öğretimi için tasarlanan yazılımların matematik öğretiminde kullanılması popüler bir konudur. Geleneksel öğrenme ortamlarında, üç boyutlu bir cismin iki boyutlu düz bir kâğıt üzerindeki çizimleri ya eksik olup göz yanılmalarına ve farklı algılamalara sebep olmakta ya da çizimler kusursuz dahi olsalar ortamın statikliğinden, şekillerin

farklı cephelerden görünümünü tek bir çizimde görmek imkânsız olmaktadır (Kösa, 2011). Üç boyutlu matematik yazılımları bu eksikliklerle karşılaşmamak adına öğretmen ve öğrencilere inanılmaz fırsatlar sunmaktadır. NCTM (2000) raporunda, geometride teknolojinin uygun bir şekilde kullanımının öğrencilerin geometri anlamalarını ve geometriye dair önsözlerini geliştireceği ifade edilmektedir. Bu sebeplerden, öğrencilerin geometriyle ilgili çalışmalarını kolaylaştıracak gerçek nesnelere veya dinamik geometri yazılımlarından faydalanmak gerekmektedir.

Üç boyutlu geometri öğretimi için geliştirilen dinamik geometri yazılımlardan dikkat çekenlerinden biri de Cabri 3D'dir. Cabri 3D, birim küpler kullanılarak farklı yapılar oluşturabilmeye ve yapıları farklı bakış açılarından incelemeye imkân sağlamaktadır. Bu bakımdan yazılımın çok küplü geometrik cisimler konusunda kullanımı, hem kâğıt-kalem gibi geleneksel araçlara nazaran bu işlemlerin daha kolay bir şekilde yapılabilmesini hem de öğrenme ortamında farklı türden bir araç kullanımı sağlayacağından öğrencilerin konuya olan dikkatini artırmayı sağlayacaktır.

Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Birçok farklı disiplindeki araştırmacıların üzerinde çalışmaları yürüttüğü uzamsal yetenek için aynı eksen etrafında dönen farklı tanımlamalar bulunmaktadır (Kösa, 2016). Lord (1985) uzamsal yeteneği, zihinde imaj oluşturma ve bu imajı zihinde değiştirerek işlemler yapabilme olarak tanımlarken Linn ve Petersen (1985) uzamsal yeteneği sembolik ve dilsel olmayan bilgilerin oluşturulması ve dönüştürülmesi olarak tanımlamaktadır. Lohman'a (1993) göre uzamsal yetenek görsel bir imgeyi meydana getirebilme, bir şekli yeniden düzenleyebilme ve başka bir şekle dönüştürebilme becerisidir. Olkun ve Altun (2003) uzamsal yeteneği, uzayın ve geometrik formun kullanımı ile ilgili beceri olarak ifade etmiştir. Turğut'a (2007) göre uzamsal yetenek üç boyutlu uzayda bir ya da daha çok parçadan oluşan cisimleri ve bileşenlerini zihinde hareket ettirebilme veya canlandırabilme becerisidir. Yukarıda sıralanan literatürdeki bu tanımlardan uzamsal yeteneğin bireyin zihninde imgeler oluşturabilme ve bu imgelerle zihinde birtakım dönüşümler yapabilme becerisi olduğu söylenebilir.

Uzamsal yeteneğin tanımında araştırmacılar arasında fikir birliği olmadığı gibi bu yeteneğin hangi bileşenlerden oluştuğu konusunda da ortak bir fikir birliği bulunmamaktadır. Maccoby ve Jacklin (1974) uzamsal yeteneği, analitik olan ve analitik olmayan becerilerden oluşan yetenek şeklinde ele almışken McGee (1979) ve Lohman (1979) uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim şeklinde iki temel beceriden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bazı araştırmacılar uzamsal yeteneği uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme bileşenlerinde ele almışlardır (Burnett ve Lane, 1980; Elliot ve Smith, 1983; Pellegrino vd., 1984). Bununla birlikte ilgili literatürde uzamsal yeteneğin uzamsal algı, zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme gibi üç temel bileşenden oluştuğunu iddia eden araştırmacılar bulunmaktadır (Linn ve Petersen, 1985; Okagaki ve Frensch, 1996). Hatta Maier'e (1996) göre uzamsal yetenek; uzamsal algı, uzamsal görselleştirme, zihinde döndürme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim şeklinde beş temel beceriden oluşmaktadır.

Literatürdeki uzamsal yetenek bileşenleri incelendiğinde araştırmacılar arasında uzamsal yeteneğin hangi becerilerden oluştuğu konusunda hala bir fikir birliği olmadığı görülmekte, dahası birçok araştırmacının benzer işlemleri tanımlayan farklı isimlendirmeler kullandığı dikkati çekmektedir. Örneğin Maier'in uzamsal yönelim olarak ifade ettiği davranışlar, Burnett ve Lane tarafından uzamsal ilişkiler olarak açıklanırken Linn ve Petersen tarafından aynı davranışlar uzamsal görselleştirme becerisi olarak ele alınmıştır. Bununla birlikte uzamsal becerilerle ilgili literatürde araştırmacılar her ne kadar benzer davranışları açıklayan farklı isimlendirmeler kullanmışlarsa da incelenen davranışların aynı eksen etrafında toplandığı söylenebilir.

Uzamsal yetenekle ilgili literatürün kapsamlı incelenmesi yapılırsa çalışmaların büyük bir kısmının birçok araştırmacı tarafından uzamsal görselleştirme becerisi olarak ifade edilen; görsel bir nesneyi zihinde açma/kapama, döndürme veya katlamayı göz önünde canlandırma becerisine dayalı çalışmalar olduğu dikkati çekmektedir. Bununla birlikte uzamsal yetenek ile ilgili literatürde, birçok araştırmacı tarafından uzamsal yönelim becerisi olarak ifade edilen ve yukarıda açıklanan davranışlardan farklı işlemleri açıklayan beceri de dikkati çekmektedir. Geometri öğretiminin temel amaçları ve öğretim programlarımızdaki kazanımlar göz önünde bulundurulduğunda uzamsal yönelim becerisinin öğrencilerde geliştirilmesi esastır.

McGee (1979), uzamsal yönelim becerisini görsel olarak sunulan bir nesnenin elemanlarının düzenini kavrayabilme ve bu düzenin, cisme bakılan yönün değiştirilmesi sonucu oluşan yeni yapıyı oluşturma, uzamsal örüntüleri kavrama ve birbirleri ile karşılaştırabilme, kişinin kendi yönelimine göre yönünü belirleyebilme becerisi şeklinde tanımlamıştır. Tanımdan yola çıkıldığında uzamsal yönelim becerisi, en temel anlamıyla konum değiştiren bir kişinin bu değişikliklerinden ötürü nesneye farklı bakış açılarından bakarak bunları anlamlandırmaya çalışmasıdır. Bu bağlamda, üç boyutlu bir cismin iki boyutlu bir düzlemdeki görünümünü zihinde canlandırmak; ya da tam tersi, birkaç cepheden iki boyutlu görünümü verilen cismin üç boyutlu görünümünü düşünebilme uzamsal yönelim becerisiyle ilişkilidir. Maier (1996) uzamsal yönelimi bir modelin kendi parçaları veya diğer modellere göre olan konumunu ve aralarındaki ilişkiyi karşılaştırabilme, kişinin kendi konumuna göre uzamsal yönelimini belirleyebilme becerisi olarak tanımlamıştır. Kurt'a (2002) göre uzamsal yönelim, kişinin vücudunun konumuna göre bir modelin kendi iç parçaları arasındaki düzeni anlayabilme, modelin diğer modellerle olan konumsal ilişkisini kavrayabilme becerisidir. Uzamsal yönelim, nesnenin bir bütün olarak kabul edilmesini; nesnenin, kişinin bakış açısına göre kafasında yeniden düzenlenmesini ve bu düzenlemenin cismin kendisiyle tutarlı olmasını gerektirir. (Tartre, 1990). Uzamsal yönelim, günlük yaşamda, yer yön bulmada, bir rota çizilemede ve daha birçok yerde önemli yere sahiptir (Mazman ve Altun, 2013).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, çok küplü geometrik cisimlerin izometrik ve ortografik görünümünün öğretimi sırasında 3B DGY Cabri 3D yazılımı kullanılarak hazırlanmış bilgisayar destekli bir öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ortaokul yedinci sınıf matematik öğretim programında yer alan kazanımlara yönelik 3B DGY Cabri 3D'yi kullanmayı gerektiren etkinlikler hazırlanmıştır. Uzamsal yönelim becerisinin, akademik başarı ve geometri anlama düzeyi ile nasıl bir ilişki içinde olduğunun belirlenmesi de bu araştırmanın diğer bir amacıdır.

Araştırmanın Problemi

Uzamsal becerilerle ilgili geniş bir literatür olmasıyla birlikte araştırmalarda uzamsal yeteneği farklı bileşenlerde inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Bu araştırmada McGee (1979) tarafından yapılan uzamsal yetenek sınıflandırmasındaki uzamsal yönelim becerisi incelenmiştir. McGee (1979) uzamsal yönelim becerisini; görsel olarak sunulan bir objenin elamanlarının düzenini kavrayabilme, bu düzenin cisme bakılan yönün değiştirilmesi sonucu oluşan yeni yapıyı oluşturabilme, uzamsal örüntüleri kavrama ve birbirleri ile karşılaştırabilme becerisi olarak tanımlamaktadır.

Bu araştırmada, 3B DGY Cabri 3D kullanılarak zenginleştirilmiş öğrenme ortamında yedinci sınıf düzeyindeki çok küplü geometrik cisimler konusuna yönelik işlenen derslerin öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu bağlamda araştırmada aşağıdaki alt problemlere cevap aranmaya çalışılmıştır:

- Çok küplü geometrik cisimler konusunun öğretiminde 3B DGY Cabri 3D kullanımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisi nedir?
- Öğrencilerin uzamsal yönelim becerileriyle geometri düşünme düzeyleri ve matematik başarıları arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?

2. Yöntem

Çok küplü geometrik cisimlerin öğretiminde kullanılan 3B DGY Cabri 3D yazılımının öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesini amaçlayan bu çalışma nicel araştırma yaklaşımının yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Yarı deneysel yöntemde bir veya daha fazla kontrol ve deney grubu seçilir fakat grupların oluşturulmasında rastgele dağılım kullanılmaz. Bunun yerine daha önceden rastgele dağılım dışında bir yolla oluşturulan gruplardan bir veya birkaçı rastgele yolla deney ve kontrol grubu olarak seçilir. Katılanların olabildiğince benzer niteliklerde olmalarına özen gösterilerek bu işlem yapılır (Ekiz, 2009; Çepni, 2005).

Örnekleme

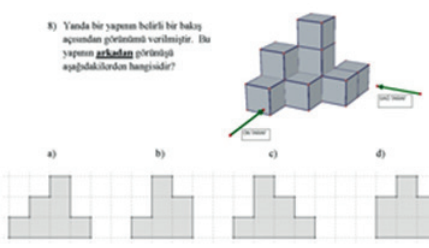
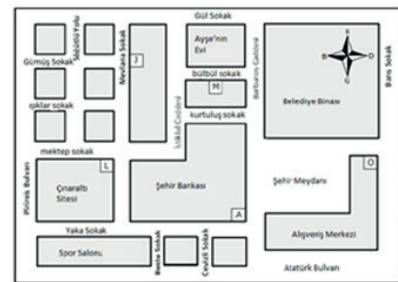
Araştırmanın örneklemini, Trabzon'da bir ortaokuldaki 4 adet yedinci sınıf oluşturmaktadır. Akademik başarı olarak benzer sayılabilecek ikisi deney, ikisi kontrol grubu olmak üzere 4 tane sınıf, rastgele atanmıştır. Çalışmaya 41 deney, 45 kontrol olmak üzere toplam 86 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın çalışma gruplarını oluşturacak sınıflar hakkında derse giren öğretmenlerden alınan görüşler ve sınıfların başarı seviyeleri dikkate alınarak A şubesi (n=21) ve E şubesi (n=20) deney grubu olarak, C şubesi (n=23) ve D şubesi (n=22) kontrol grubu olarak atanmıştır. Belirlenen deney ve kontrol gruplarının matematik öğretmenlerinin aynı olmasına ve uygulama boyunca da bunun korunmasına, grupların bu şekildeki dış etkenlerden etkilenip sonuçların farklılaşmasına sebep olmaması için dikkat edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmanın verileri, araştırmacılar tarafından geliştirilen Uzamsal Yönelim Testi (UYT) ve Usiskin (1982) tarafından geliştirilip Baki (1996) tarafından Türkçeye uyarlanan Van Hiele Geometri Anlama Düzeyleri Sınavı ile toplanmıştır. Ayrıca uygulamaların yapılmasına başlamadan bir önceki dönem öğrencilerin okul matematik notları edinilmiştir.

Uzamsal yetenekle ilgili literatürde uzamsal becerileri ölçmek için birçok test bulunmaktadır. Bununla birlikte bu testlerin çok büyük bir çoğunluğu özel olarak bu çalışmada referans alınan uzamsal yönelim becerilerini ölçmeye yönelik değildir. Testlerin birçoğu zihinde döndürme, kâğıt katlama veya delme ve farklı görünümü tahmin etmeye yönelik maddelerden oluşan testlerdir. Araştırmada temel alınan McGee'nin sınıflandırmadaki uzamsal yönelim becerisinde bahsedilen davranışlara yönelik göstergeler üretilerek her bir göstergesi kapsayacak şekilde 25 maddeden oluşan bir test hazırlanmıştır. Yapılan faktör analizi sonucu testin iki faktörden oluştuğu gözlenmiştir. Birinci faktör, çok küplü geometrik cisimlerin görünümü ile ilgili 15 sorudan; ikinci faktör ise kişinin kendi konumuna göre yer-yön bilgisi ölçmeye yönelik 10 sorudan oluşmaktadır. Teste yapılan güvenilirlik analizi sonucu 5 maddenin (2 soru birinci faktörden, 3 soru ikinci faktörden) madde-total korelasyon katsayısı düşük olduğundan bu soruların testten çıkartılarak Uzamsal Yönelim Testi'ne (UYT) son şekli verilmiş ve daha sonra tekrar yapılan güvenilirlik analizi sonucu testin Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0.85 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik katsayısı 0.70 ve üzerinde olan ölçeklerin güvenilir olduğu kabul edilmektedir (Domino & Domino, 2006). Testteki her iki faktöre de örnek birer soru ve göstergeleri Tablo 1' de sunulmuştur.

Tablo 1. UYT' nden örnek sorular ve göstergeleri

Faktör	Örnek Soru	Göstergeler
Faktör 1	<p>8) Yanda bir yapının belirli bir bakış açısından görünümü verilmiştir. Bu yapının arkadan görünüşü aşağıdakilerden hangisidir?</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sunulan modelin elemanlarının düzenini anlama ✓ Nesneye farklı yönlerden bakıldığında ortaya çıkan yeni görünüme uyum sağlama ✓ Nesneye farklı yönlerden bakıldığında ortaya çıkan yeni görünümü tekrar oluşturma
Faktör 2	 <p>14) MEBRİT' bulunduğu konumu tarif ederken hem Mevlana sokagında hem de mektep sokak üzerinde olduğuna ve Çınaraltı sırasını geçtiğini söylenmiştir. Buna göre MEBRİT hangi yöne balmaktadır?</p> <p>a) Kuzeydoğu b) Kuzeybatı c) Güneydoğu d) Güneybatı</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bireyin kendi vücuduna göre uzamsal yönünü belirleme ✓ Uzamsal örüntüleri kavrama ✓ Uzamsal örüntüleri birbiriyle karşılaştırma

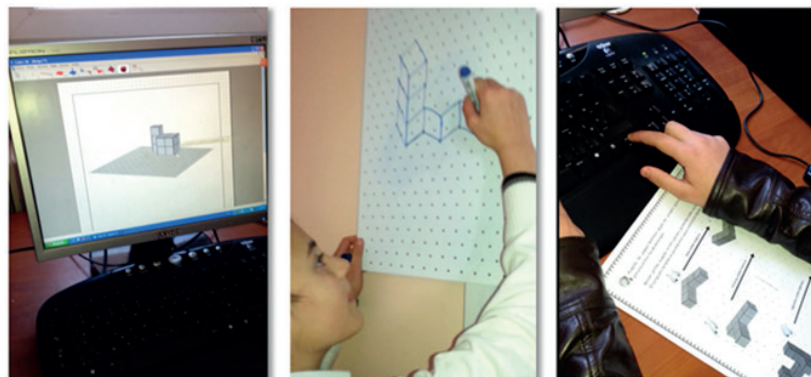
UYT'deki sorulardan 1. Faktörde toplananlar genellikle birim küplerden oluşmuş bir yapının şeklini ve düzeni kavrama, bu yapıların farklı yönlerden görünümlerini hayal edebilme ve yeniden oluşturma ile ilgilidir. 2. Faktördeki sorular kişinin kendi konumu itibarıyla çevresindeki nesnelerin düzenini belirleyebilmesiyle ilgilidir.

Öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini belirlemek için Usiskin (1982) tarafından geliştirilip Baki (1996) tarafından Türkiye'ye uyarlanan Van Hiele Geometri Anlama Düzeyleri Sınavı kullanılmıştır. Sınav toplamda 25 sorudan oluşmaktadır. Ortaokul öğrencilerinin normal şartlar altında üçüncü düzeyde olması beklendiğinden, 25 sorudan oluşan sınavın ilk dört düzeyini ölçen ilk 20 sorusu kullanılmıştır. Bu test araştırma sonunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilere uygulanmıştır.

İşlem

Araştırmanın başında UYT, her iki gruba da ön test olarak uygulanmıştır. Ön test sonrasında deney grubundaki dersler bilgisayar laboratuvarında, kontrol grubundaki dersler öğrencilerin kendi sınıflarında yürütülmüştür. Yürütülen uygulamaların öğretmen faktöründen kaynaklanacak farklılıkları ortadan kaldırmak amacıyla deney ve kontrol gruplarında dersi yürüten öğretmenin aynı kişi olmasına özen gösterilmiştir.

Deney grubunda dersler, araştırmacılar tarafından geliştirilen çalışma yapıları kullanılarak yürütülmüştür. 7. sınıf "Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri" konusundaki "Çok küplüleri kullanarak uzamsal yeteneğini geliştirir" ve "Eş küplerle oluşturulmuş olan yapıların farklı yönlerden görünümlerini çizer." kazanımlarına yönelik 5 adet çalışma yaprağı hazırlanmıştır. Ekte örnek olarak sunulan çalışma yapıları öğrencilerin üç boyutlu DGY Cabri 3D kullanmalarını gerektirmektedir. Bu bağlamda deney grubunda uygulamalara başlanmadan önce öğrencilere 1 ders saati süresince temel düzeyde yazılımı kullanmaya yönelik bir eğitim verilmiştir. Deney grubundaki çalışma yapıları grup çalışması niteliğinde olup uygulamalar sırasında iki öğrenci bir bilgisayarı paylaşmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yapılarını tamamlarken öğrenme ortamından bir görünüm Şekil 1'de sunulmaktadır.



Şekil 1. Deney grubundaki öğrenme ortamından bir görünüm

Yapılan uygulamalar sırasında gruplar, öğretmenin verdiği yönergeleri takip ederek çalışma yapraklarındaki yapıları yazılımda oluşturmuş, oluşturdukları yapıları farklı bakış açılarından gözlemlemiş ve bu yapıları izometrik kağıda kalem kullanarak çizmişlerdir. Deney grubunda öğretmen bilgiyi keşfettiren bir rehber rolünü üstlenirken; öğrenciler araştıran, tartışan, soru soran, bilgiyi edinmek için gerekli kaynakları etkin bir şekilde kullanabilen bir rolü üstlenmiştir.

Kontrol grubundaki derslerin yürütülmesine herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Kontrol grubunda dersler öğretmen aynı konuyu kitap, yardımcı kaynaklar ve zaman zaman üç boyutlu materyaller kullanarak işlemiştir. Kontrol grubunda yürütülen derslerde öğretmen, ağırlıklı olarak tahtayı kullanmış, tahtaya çizdiği şekilleri öğrencilerden defterlerine çizmelerini ve sorduğu sorulara cevap vermelerini istemiştir.

Her iki grupta da “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” konusu 8 ders saatinde tamamlanmıştır. Yapılan uygulamaların sonunda her iki gruba da UYT son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca araştırma sonunda öğrencilerin geometri anlama düzeylerini belirlemek için van Hiele Geometri Anlama Testi her iki gruptaki öğrencilere uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada, 3B DGY Cabri 3D yazılımı kullanılarak hazırlanan bilgisayar destekli öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisi, uzamsal yönelim becerisi ile matematik başarısı ve geometri anlama düzeyi arasında nasıl ilişkiler olduğu incelenmiştir. Yapılan uygulamaların öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için UYT, matematik başarılarını ölçmek için bir önceki dönem matematik dersi karne notları ve öğrencilerin geometri anlama seviyelerini belirleyebilmek için van Hiele Geometri Anlama Testi kullanılmıştır.

Deney ve kontrol grubunda hem ön hem de son test olarak uygulanan UYT’de öğrencilerin doğru cevapladıkları sorulara 1 puan, yanlış cevapladıkları ya da boş bıraktıkları sorulara sıfır puan verilerek her bir öğrenciye 20 puan üzerinden bir uzamsal yönelim becerisi puanı verilmiştir. Öğrencilerin geometri anlama düzeylerini belirleyebilmek için van Hiele Geometri Anlama Testi kullanılmıştır. Araştırma sonunda uygulanan testte öğrencilerin sorulara verdikleri doğru cevaplara 1, yanlış ve boş cevaplara 0 puan verilerek puanlama yapılmıştır. Genel olarak ortaokul düzeyindeki bir öğrencinin belirli bir düzeye atanabilmesi için beş sorudan en az üçünü doğru yapmış olması (Baki, 2008) ölçüt alınmaktadır. Bu yöntem kullanılarak öğrencilerin düzeylere ataması yapılmıştır. Öğrencilerin geometri anlama düzeyleri sürekli değişken haline dönüştürülürken Lee’nin (2000) önerdiği puanlama sistemi kullanılmıştır. Bu puanlama sistemine göre her bir van Hiele düzeyinden alınacak ağırlıklı puan hesabı yapılmıştır. Buna göre bir öğrenciye;

1. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 1 puan,
2. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 2 puan,
3. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 4 puan,
4. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 8 puan verilmiştir.

Bir öğrenci, birinci düzeyde ise 1 puan, ikinci düzeyde ise 3 puan, üçüncü düzeydeyse 7 puan ve dördüncü düzeydeyse 15 puan alabilmektedir.

Yapılan uygulamaların öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisini belirlemek için t-testi, uzamsal yönelim becerisi, matematik başarısı ve geometri anlama düzeyleri arasındaki ilişkileri belirlemek için korelasyon analizi tekniği kullanılmıştır.

3. Bulgular

Araştırmadan elde edilen veriler analiz edilmeden önce verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi bir veri kitlesinin normal dağılım sergileyip sergilemediğini test eder (Akgül-Çevik 2003). Deney ve kontrol gruplarından elde edilen verilere uygulanan Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre her iki grubun da basıklık ve çarpıklık katsayıları (-1,+1) aralığında çıkmıştır. Bu durum gruplardan elde edilen verilerin normal dağılım sergilediği anlamına gelmektedir.

3.1. Uzamsal Yönelim Becerisine Yönelik Bulgular

Üç boyutlu DGY Cabri 3D kullanılarak yürütülen derslerin öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerinde nasıl bir etki oluşturduğunu belirlemek için araştırma başında deney ve kontrol grubundaki öğrencilere UYT ön test olarak uygulanmıştır. Araştırma başında deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uzamsal yönelim beceri puanları arasında istatistiksel olarak bir farkın olup olmadığını belirlemek için ön test verilerine bağımsız t testi uygulanmıştır. Tablo 2 test sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test puanlarına ilişkin bağımsız t-testi sonuçları

UYT		n	\bar{x}	SS	SD	t	p
Ön-test	Deney	41	11.05	3.54	84	.943	.348
	Kontrol	45	10.40	2.83			

Araştırma başında uygulanan UYT’de, deney grubundaki öğrencilerin ortalaması $\bar{x}=11.05$ ve kontrol grubundaki öğrencilerin

ortalaması $\bar{x}=10.40$ çıkmıştır. Tablo 2'den de görüldüğü üzere deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test UYT puanları için yapılan bağımsız t testi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($t=.94$ $p>.05$). Bu durum araştırmanın başında deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerinin birbirine denk olduğunu göstermektedir.

Gruplara uygulanan ön test sonrasında deney grubunda dersler üç boyutlu DGY Cabri 3D kullanmayı gerektiren çalışma yapıları yardımıyla işlenirken kontrol grubuna herhangi bir müdahale yapılmamıştır. Deney ve kontrol grubunda yürütülen derslerin öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerinde nasıl bir etki oluşturduğunu belirlemek için ön ve son test verilerine eşleştirilmiş t-testi uygulanmıştır. Tablo 3'te test sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin UYT ön test ve son test puanlarına ilişkin eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Grup	Test	n	\bar{x}	SS	SD	t	p
Deney	Ön test	41	11.05	3.54	40	-6.808	.000
	Son test	41	13.61	3.72			
Kontrol	Ön test	45	10.40	2.83	44	-3,666	.001
	Son test	45	12.04	3.51			

Tablo 3'ten de görüldüğü gibi deney grubundaki 41 öğrencinin uzamsal yönelim ön test puan ortalaması $\bar{x}=11.05$ ve kontrol grubundaki 45 öğrencinin ön test puan ortalaması $\bar{x}=10.41$ ' dir. Deney grubunda yapılan uygulamaların bitiminde son test olarak uygulanan UYT testinde öğrencilerin ortalaması $\bar{x}=13.61$ çıkmıştır. Müdahalenin yapılmadığı kontrol grubunda derslerin bitiminde son test olarak uygulanan UYT testinde öğrencilerin puan ortalaması ise $\bar{x}=12.04$ 'tür. Ön ve son test verilerine yapılan ilişkili örneklem için t-testi sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin UYT puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır ($t=-6.808$, $p<.05$). Benzer durum kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son test verileri için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçlarında da görülmektedir ($t=-3.666$, $p<.05$). Bu sonuç, cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri konusunda deney ve kontrol gruplarında yürütülen derslerin öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmede pozitif etki oluşturduğu şeklinde ifade edilebilir. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerinin UYT son test puan ortalaması kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamasından daha yüksektir. Grupların UYT son test puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için son test verilerine bağımsız t testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin UYT son test puanlarına ilişkin bağımsız t-testi sonuçları

UYT		n	\bar{x}	SS	SD	t	p
Son-test	Deney	41	13.61	3.72	84	2.007	.048
	Kontrol	45	12.04	3.51			

Tablo 4'ten de görüldüğü üzere araştırma sonunda uygulanan UYT'de, deney grubundaki öğrencilerin ortalaması $\bar{x}=13.61$ ve kontrol grubundaki öğrencilerin ortalaması $\bar{x}=12.04$ 'tür. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test UYT puanları için yapılan bağımsız t testi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($t=2.007$, $p<.05$). Bu sonuç, deney grubu için tasarlanan öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerinin gelişiminde daha etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

3.2. Uzamsal Yönelim Becerisi ile Matematik Başarısı ve Geometri Anlama Düzeyi Arasındaki İlişkilere Yönelik Bulgular

Bu çalışmada öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini belirlemek için araştırmacılar tarafından geliştirilen Uzamsal Yönelim Testi (UYT) ve matematik başarılarını belirlemek için birinci dönemki karne notları kullanılmıştır. Öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri ile matematik başarıları arasında bir ilişkinin olup olmadığı, eğer varsa bu ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü belirlemek için deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin UYT testinden aldıkları puanlar ile matematik başarı notlarına korelasyon analizi yapılmıştır. Tablo 5, analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 5. Uzamsal yönelim becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki

		UYB	MB
Uzamsal Yönelim Becerisi (UYB)	r	1,000	,626*
	p	,	,000
	df	86	86
Matematik Başarısı (MB)	r	,626*	1,000
	p	,000	,
	df	86	86

* $p<.01$

Tablo 5 incelendiğinde öğrencilerin uzamsal yönelim becerisi ve matematik başarısı arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir

ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=.626$, $p<.01$). Bu iki değişkenden birinin, diğeri üzerinde ne derece etkili olduğunu bulmak için determinasyon katsayısı ($r^2=0,39$) hesaplandığında, öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini açıklamada matematik başarısının %39'luk bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Uzamsal yönelim becerisi ile geometri anlama düzeyi arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirlemek için deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin UYT testinden aldıkları puanlar ile van Hiele geometri anlama testinden aldıkları puanlara korelasyon analizi uygulanmıştır. Tablo 6, analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 6. Uzamsal yönelim becerisi ile geometri anlama seviyesi arasındaki ilişki

		UYB	vHGD
Uzamsal Yönelim Becerisi (UYB)	r	1,000	,500*
	p	,	,000
	df	86	86
van Hiele Geometri Düzeyi (vHGD)	r	,500*	1,000
	p	,000	,
	df	86	86

* $p<.01$

Tablo 6 incelendiğinde öğrencilerin uzamsal yönelim becerisi ve geometri anlama düzeyi arasında yine orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($r=.500$, $p<.01$). Bu iki değişkenden birinin, diğeri üzerinde ne derece etkili olduğunu bulmak için determinasyon katsayısı ($r^2=0,25$) hesaplandığında, öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini açıklamada matematik başarısının %25'lik bir etkisinin olduğu görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmayla, çok küplü geometrik cisimlerin izometrik ve ortografik görünümünün öğretiminde 3B DGY Cabri 3D yazılımı kullanılarak hazırlanan bilgisayar destekli bir öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisi ve uzamsal yönelim becerisi ile geometrik düşünme düzeyi ve matematik başarısı arasında nasıl ilişkiler olduğunu ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Araştırma sonunda deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son test verilerine yapılan bağımsız t testi sonuçlarına göre son test lehinde anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Bu sonuç tasarlanan öğrenme ortamının deney grubu öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerinde ilerleme gerçekleştirdiğini göstermektedir. Diğer bir deyişle oluşturulan öğrenme ortamının dışındaki faktörlerin kontrol grubundaki öğrenciler için de var olduğu düşünüldüğünde, deney grubundaki öğrencilerin birim küplerden oluşan yapıları 3B DGY Cabri 3D ortamında oluşturmaları ve oluşturdıkları yapıları farklı bakış açılarından incelemeleri öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerinin gelişmesini sağlamıştır. Literatürde bu sonuçla örtüşen bulgular bulunmaktadır. Eryaman (2009), çok küplü geometrik cisimler konusunun öğretimi için tasarladığı öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal muhakeme, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirdiğini ifade etmiştir. Patkin ve Dayan (2013), çok küplü geometrik cisimlerle ilgili 12. sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilerini inceledikleri deneysel çalışmalarında; uzamsal görselleştirme, uzamsal yönelim ve zihinsel döndürme şeklinde sınıflandırdıkları becerilerden uzamsal yönelim becerisinde araştırma sonunda anlamlı bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Chen ve arkadaşları (2014) uzamsal yönelim becerisini geliştirmede bilgisayarların önemli bir potansiyeli olduğunu, özellikle bilgisayar oyunlarının bu becerinin geliştirilmesinde inanılmaz fırsatlar sunduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmada herhangi bir müdahalede bulunulmayan kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test verilerine yapılan bağımsız t testi sonuçları, deney grubunda olduğu gibi kontrol grubunda da son test lehine anlamlı farklılık ortaya koymuştur. Bu sonuç, uygulama öğretmeninin çok küplü geometrik cisimlerin izometrik ve ortografik görünümünü öğretmede kullandığı yöntemin de öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirdiği anlamına gelmektedir. Kontrol grubundaki derslerin yürütülmesi sırasında uygulama öğretmeni öğrencilerine birim küplerden oluşan kübik yapıların izometrik ve ortografik görünümüne yönelik çizimler yaptırmıştır. Her ne kadar kontrol grubunda ilgili konunun öğretimi sırasında kitap, defter, kalem ve kâğıt gibi geleneksel yöntemin araç gereçleri kullanılmış olsa da uzamsal yönelim testinde yer alan sorular kökeninde bu konudaki kazanımları ölçmeye dayalı olduğundan kontrol grubu öğrencilerinin bu becerilerindeki gelişim şaşırtıcı bir sonuç değildir. Literatürde bu sonuçla örtüşen bulgular bulunmaktadır. Braukmann ve Pedras (1993) öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmede bilgisayar yazılımlarıyla oluşturulan tasarımları kullanmak kadar geleneksel çizim araç-gereçlerinin kullanımının da etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ben-Chaim ve arkadaşları (1988) birim küplerle yapılar inşa etme, bu yapıların iki boyutlu çizimlerini oluşturma ve bu çizimleri yorumlama öğrencilerin uzamsal becerilerini ilerletmede etkili bir yöntem olduğunu iddia etmiştir. Brandimonte, Coluccia ve Losue (2007), kalem-kâğıtla harita çizimi yapma etkinliklerinin uzamsal yönelim becerisini geliştirdiğini ortaya koymuşlardır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test verileri için yapılan bağımsız t testi sonuçları, öğrencilerinin uzamsal yönelim becerileri arasında deney grubu lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya koyduğunu göstermiştir. Bu farkın deney grubunda yapılan uygulamalardan kaynaklandığı söylenebilir. Deney grubundaki öğrenciler cisimlerden farklı yönlerden görünümünü konusunu öğrenirken 3B DGY Cabri 3D yazılımını kullanarak çok küplü yapıları oluşturmuşlar, yapıları bilgisayar ekranında döndürerek oluşan görünlere istedikleri yönden bakabilme fırsatına sahip olmuşlardır. Clements, Battista, Sarama ve Swaminathan (1997), çevirme ve döndürme etkinliklerinin öğrencilerin zihinsel döndürme becerilerini güçlendirdiğine dikkat çekmişlerdir.

Bu yüzden, bu türden uygulamaların öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişmesinde önemli fırsatlar sunduğunu belirtmişlerdir. Literatürde 3B DGY'ler kullanılarak yürütülen derslerin öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Rafı ve diğ., 2006; Boyraz, 2008; Yıldız, 2009; Kurtuluş, 2011; Uyan, 2011). NCTM (2000), yayımladığı raporda uzamsal becerilerin geometrik düşünmenin önemli bir parçası olduğunu vurgulamıştır. Bu sebeple özellikle üç boyutlu geometri öğretimi sırasında öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmek için 3B DGY'ler kullanmak önem arz etmektedir.

Çalışmanın diğer bir amacı, öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri, geometrik düşünme düzeyleri ve matematik başarıları arasında nasıl ilişkiler olduğunu ortaya çıkarmaktır. Araştırma sonunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uzamsal yönelim testi, van Hiele geometri anlama sınavı ve matematik karne notlarından elde edilen verilere korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları öğrencilerin uzamsal yönelim becerisi ile van Hiele geometri anlama seviyesi arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir ($r=.500$, $p<.01$). Araştırma problemiyle ilişkili literatürde uzamsal beceriler ile van Hiele geometri seviyesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan birçok farklı çalışma bulunmaktadır. Karrass (2012) matematik öğretmeni adaylarıyla yürüttüğü çalışma sonucunda uzamsal beceriler ile van Hiele geometri seviyesi arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişkiye ulaşmıştır. Smyser (1994) lise öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada, öğrencilerin uzamsal becerileri ile van Hiele geometri seviyeleri arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. Bu sonuçlara zıt olarak, Karakuş ve Peker (2015) sınıf öğretmeni adaylarıyla yürüttükleri çalışmanın sonucunda öğrencilerin uzamsal becerileri ile van Hiele geometri seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Araştırma sonuçları, öğrencilerin uzamsal yönelim becerileriyle matematik başarıları arasında orta seviyede pozitif yönde bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur ($r=.626$, $p<.01$). Literatürde, genelde matematik özeld e geometri başarısı ile uzamsal beceriler arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu ifade eden çok sayıda araştırma sonucu bulunmaktadır. Battista (1990) lise öğrencileriyle yürüttüğü araştırmanın sonunda geometri problemi çözme başarısıyla uzamsal görselleştirme becerisi arasında güçlü bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Kayhan (2005) farklı lise türlerinde öğrenim gören öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini incelediği çalışmada öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri ile matematik başarıları arasında pozitif yönlü ve güçlü bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca matematik başarısında uzamsal yönelim becerisinin uzamsal görselleştirme becerisinden daha etkili olduğunu ifade etmiştir.

Özetle, 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamının değerlendirildiği bu çalışmada, oluşturulan öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmede olumlu bir etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Bu pozitif etkinin, deney grubu için tasarlanan öğrenme ortamında öğrencilerin 3B DGY Cabri 3D'yi kullanmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin derslerde tamamladıkları etkinliklerde Cabri 3D ekranında birim küplerle yapılar oluşturmaları, oluşturdukları yapıları farklı cephelerden gözleme şansına sahip olmaları, çalışma yapraklarında bu yapılarla ilgili izometrik ve ortografik çizimler yapmaları gibi çalışmalar onların uzamsal yönelim becerilerini geliştirmelerinde etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca araştırma sonuçları öğrencilerin uzamsal yönelim becerileriyle geometri düşünme düzeyleri ve matematik başarıları arasında pozitif yönlü anlamlı ilişkiler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda araştırmadan elde edilen sonuçlar kapsamında aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur:

1. Öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmek isteyen öğretmenler derslerinde bu çalışmada oluşturulan öğrenme ortamlarına benzer öğrenme ortamları tasarlayabilirler. Bu tarz öğrenme ortamlarının tasarımında 3B DGY'lerden faydalanılabilir.
2. Her ne kadar bu çalışmada incelenen bir araştırma problemi olmasada derslerde bilgisayar kullanımı öğrencilerin derse karşı ilgisini artırmıştır. Öğrencilerinin derse karşı ilgisinin artmasını isteyen öğretmenler derslerinde bu türden yazılımlar kullanabilirler.
3. Bu araştırmada çok küplü geometrik cisimler konusuna yönelik tasarlanan bir öğrenme ortamının öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Gelecek araştırmacılar farklı disiplinlerdeki konuların uzamsal beceriler üzerindeki etkilerini cinsiyet, okul türü gibi farklı değişkenleri de dikkate alarak bu incelemeyi yapabilirler.
4. Bu araştırma nicel araştırma yaklaşımlarından biri olan deneysel bir tasarımla yürütülmüştür. Gelecek araştırmacılar bu tarz öğrenme ortamına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşlerini inceleyebilirler.

5. Kaynakça

- Akgül, A. ve Çevik, O. (2003). *İstatistiksel analiz teknikleri*, Emek Ofset, Ankara.
- Baki, A. ve Bell A. (1996). *Ortaöğretim matematik öğretimi*, YÖK-Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Ankara.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 47-60.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G. ve 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.
- Boyraz, S. (2008). *The effects of computer based instruction on seventh grade students' spatial ability, attitudes toward geometry, mathematics and technology*. Unpublished masters' thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Brandimonte, M. A., Coluccia E. ve Losue, G. (2007). The relationship between map drawing and spatial orientation abilities: A study of gender differences. *Journal of Environmental Psychology*, 27, 135-144.

- Braukmann, J. ve Pedras, M. J. (1993). A comparison of two methods of teaching visualization skills to college students. *National Association of Industrial and Technology Teacher Educators*, 30(2), 65-80.
- Burnet, S. A. ve Lane, D. M. (1980). Effects of Academic Instruction on Spatial Visualization. *Intelligence*, 4(3) 233-242.
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J. ve Swaminathan, S. (1997). Development of students' spatial thinking in a unit on geometric motions and area. *The Elementary School Journal*, 98 (2), 171-186
- Chen, C. M., Lin, C. H. ve Lou, Y. C. (2014). Developing spatial orientation and spatial memory with a treasure hunting game. *Educational Technology & Society*, 17 (3), 79-92.
- Çepni, S. (2005). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Üçyol Kültür Merkezi.
- Domino, G. ve Domino, M. L. (2006). *Psychological testing: An introduction*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ekiz, D. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Anı Yayınları, Ankara.
- Elliot, J. ve Smith, I. M. (1983). *An International Dictionary of Spatial Tests*. The NFER-Nelson Publishing Company, Windsor, United Kingdom.
- Eryaman, Z. (2009). *A study on sixth grade students' spatial reasoning regarding 2d representations of 3D objects*. Unpublished Master's Thesis. Middle East Technical University, Ankara.
- Güven, B. ve Karataş, İ. (2002). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Geometri Öğrenme: Öğrenci Görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 67-78.
- Güven, B. ve Kösa, T. (2008). The Effect of Dynamic Geometry Software on Student Mathematics Teachers' Spatial Visualization Skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(4), 100-107.
- Hartman, N. W. ve Bertoline, G. R. (2005). Spatial abilities and virtual technologies: Examining the computer graphics learning environment. Proceedings of the Ninth International Conference on Information Visualisation. Web: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01509193>
- Karakuş, F. ve Peker, M. (2015). The effects of dynamic geometry software and physical manipulatives on pre-service primary teachers' van Hiele levels and spatial abilities, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 6(3), 338-265.
- Karrass, M. (2012). Diagrammatic reasoning skills of pre-service mathematics teachers (Order No. 3493651). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (919522981). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/919522981?accountid=15333>
- Kayhan, E. B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability*. Unpublished Master's Thesis. Middle East Technical University, Ankara.
- Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kösa, T. (2016). *Matematik eğitiminde teoriler*. Erhan Bingölbali, Salahattin Arslan, İsmail Özgür Zembat (Eds.), *Uzamsal Yetenek: Tanımı ve Bileşenleri* (s.325-339). Ankara.
- Kurt, M. (2002). Görsel-uzamsal yeteneklerin bileşenleri. *Klinik Psikiyatri*, 5(2), 120-125.
- Kurtuluş, A. (2011). Effect of computer-aided perspective drawings on spatial orientation and perspective drawing achievement. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 138-147.
- Lee, W. (2000). *The relationship between students' proof-writing ability and van hiele levels of geometric thought in a college geometry course*. Unpublished doctoral dissertation, University of Northern Colorado, Colorado.
- Linn, M. C. ve Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a-meta analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lord, T. R. (1985). Enhancing the visuo-spatial aptitude of students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 395-495.
- 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.
- Lohman, D. F. (1993). Spatial ability and G. Paper presented at the First Spearman Seminar, University of Plymouth, Plymouth, United Kingdom.
- Maccoby, E. E. ve Jacklin, C. N. (1974). *The Psychology of Sex Differences*. Stanford University Press, . Stanford, CA.
- Maier, P. H. (1996). Developments in mathematics education in germany. Selected papers from the Annual Conference on Didactics of Mathematics, Regensburg, 69-81.
- Mazman, G. Z. ve Altun, A. (2013). Individual differences in spatial orientation performances: an eye tracking study. *World Journal on Educational Technology*, 5(2), 266-280.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston, VA.
- Okagaki, L. R., ve Frensch, P. A. (1996). Effects of Video Game Playing on Measures of Spatial Performance: Gender Effects in Late Adolescents. Eds: P. Greenfield ve R. Cocking, *Interacting with video*, s.115-140. Norwood, NJ: Ablex Corporation.
- 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.
- Patkin, D. ve Dayan E. (2013). The Intelligence of Observation: Improving High School Students' Spatial Ability by Means of Intervention Unit. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(2), 179-195.
- Pellegrino, J. W, Alderton, D. L. ve Shute, V. J. (1984). Understanding Spatial Ability. *Educational Psychologist*, 19(3), 239-253.
- Rafi, A., Samsudin, K. A. ve Ismail, A. (2006). On improving spatial ability though computer-mediated engineering drawing instruction. *Educational Technology & Society*, 9(3), 149-159.
- Smyser, E. M. (1994). The effects of the geometric supposers: Spatial ability, van Hiele levels and achievement. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University. (UMI No. 9427802).
- Şimşek, E. B. (2012). *Dinamik geometri yazılımı kullanmanın ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına ve uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 216–229.
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Uygan, C. (2011). *Katı cisimlerin öğretiminde google sketchup ve somut model destekli uygulamaların ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Usiskin, Z. (1982). Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry. Final Report, Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project. Chicago: University of Chicago.
- Yıldız, B. (2009). *Üç boyutlu ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Extended Abstract

Spatial ability is a vital ability to be successful in many different disciplines such as engineering, architecture, mathematics, psychology and etc. Simple activities such as arranging furniture in the home or maneuvering safely while driving on the highway are related to spatial ability, as are creating good engineering drawings and technological designs and solving difficult problems in mathematics. Being a research topic for many disciplines, there are a variety of different definitions of spatial ability which explain similar process. Emphasizing that there are numerous definitions of spatial ability that can be used interchangeably; it can be said, in brief, spatial ability is the ability to create, view, conceive, and manipulate the objects or ideas within the mind's eye.

There have been lots of studies which purposed to characterize the spatial ability in the literature. Because of different researchers have investigated spatial ability in different components, a clear definition of spatial ability and what kind of skills that spatial ability consists cannot be revealed. However, the most significant components of spatial ability put forward by different researchers are spatial visualisation and spatial orientation. A great majority of studies have focused on spatial visualization skills. In addition to this, the indicators which were discussed in spatial visualization skill by some researchers have been investigated as the indicators of spatial orientation skill by others. In the present study, spatial orientation skill is based on McGee's characterization. McGee defined the spatial skill is as "the comprehension of the arrangement of elements within a visual stimulus patterns and the aptitude to remain unconfused by the changing orientation in which a spatial configuration may be presented"

The purpose of this study is to present the effects of using Dynamic Geometry Software Cabri 3D on spatial orientation skill of the 7th grade students while teaching the geometry subject of multiple cubical objects. It is also aimed to investigate the correlations among spatial orientation skill, mathematics achievement and level of geometry understanding of the students. In accordance with this purpose, a computer aided learning environment which required to use Cabri 3D was designed. This quasi-experimental study includes 41 students in experiment group and 45 students in the control group. Experiment group students took the course with the assistance of Cabri 3D. The courses were completed in 8 class hours. The students in the experimental students shared a computer in computer laboratory. They used Cabri 3D and worksheets while they were studying the multiple cubical objects. Experimental group students created cubic structures shown on worksheets, investigated them from the different aspects and drew these structures by using pencil and paper to isometric papers. The control group students received traditional instruction in their own class. The same teacher introduced the same subject by using books and sometimes using a three-dimensional material in control group.

Data collection tools consist of spatial orientation test (SOT) designed by researchers and van Hiele geometry understanding test. In order to determine the students' achievement in mathematics, experimental and control group students' 1st semester math grades were obtained. Both group students took spatial orientation test before and after the implementation and van Hiele geometry understanding test only after the study. The data were analyzed by SPSS statistical package program.

Independent t-test was applied to SOT pre-test data of groups. According to the results, there was no significant difference between experimental and control groups. This means that the groups were initially equal. After the implementations, same SOT test was applied as post-test. According to paired sample t-test results, there were significant differences between pre- and post-test scores in both groups. This means that the students in both experimental and control groups increased their SOT scores. However, according to the independent t-test on the post-test scores of the groups, there was a significant difference between experimental and control groups. The difference is in favor of the experimental group. This means that the learning environment designed for the experimental group was more effective for developing students' spatial orientation skills. This result is in agreement with the results of some researches in the literature. For instance; Eryaman (2009) stated that the learning environment designed for teaching multi-cubic geometric subjects provided students to develop their spatial reasoning, spatial orientation and spatial visualization skills. Similarly, Patkin and Dayan (2013) stated that using computer software for studying on multi-cubic geometric structures could help students to improve their spatial orientation skills.

The relationships among mathematics achievement, spatial orientation skill and van Hiele geometry levels were examined by correlation analysis. The results of the study showed that there was a positive and moderate correlation between spatial orientation skill and van Hiele geometry level. There are both parallel and conflicting results in the related literature. For example, Karrass (2012) also found a positive and moderate correlation between spatial skills and van Hiele geometry levels. However; Karakuş and Peker (2015) expressed that there is no statistically significant correlation between spatial skills and van Hiele geometry levels. As the correlation between spatial orientation skill and van Hiele geometry level, there was a positive and moderate correlation between spatial orientation skill and mathematics achievements. There are numerous research results which express a positive correlation between mathematics success and spatial skills. Battista (1990) stated that there is a strong relationship between spatial skills and the success of solving the geometry problems.

In brief, the learning environment in this study has a positive effect on the 7th grade students' spatial orientation skills. This positive effect is thought to be due to the use of DGS Cabri 3D. It can be said that the activities which experimental group students complete in the lessons such as constructing multi-cubic structures, observing these structures from different viewpoints on Cabri 3D screen and drawing these structures' views on isometric and orthographic papers lead to improve students' spatial orientation skills. It can be recommended that the teachers who want to improve their students' spatial orientation skills could design similar learning environments designed in this study. Future researchers can investigate the effects of different disciplines subjects on students' spatial orientation skills by considering different factors such as gender, maturation and school type.