

A study on Developing Sixth-Grade Students' Spatial Visualization Ability

Belma YOLCU¹

Aytaç KURTULUŞ²

ABSTRACT: The main goal of this research is to improve the spatial ability of the 6th grade students. In this study, spatial visualization was limited to the acquisitions in Turkish Primary Education mathematics curriculum. The study dealt with primary education mathematics curriculum, geometry learning domain, the acquisitions of the abilities to visualize three-dimensional structures built from unit cubes, to interpret two-dimensional drawings of three-dimensional objects and to find out the surfaces of the cube within geometrical objects sub learning domain. In the framework of this limitation, the spatial visualization ability of the 6th grade students has been trying to develop with concrete manipulatives , computer practicing and paper representations. The study population consists of twenty 6th grade students attending Cumhuriyet Primary School in Sivrihisar, Eskişehir. The data in the study were collected through a qualitative research method, teacher as an action researcher. The Data collected through the result of the pre-and post-test, interviewing, pictures, data collected via observation and the video records. The effectiveness of this application was to be determined by analysis of the qualitative data obtained from these resources. According to the findings of the research, the success rate of post test increased after the application.

Key Words: Spatial ability, spatial visualization, spatial orientation, concrete manipulatives, computer practicing, paper representations

SUMMARY

Purpose and significance: The main goal of this research is to improve the spatial ability of the 6th grade students. In this study, spatial visualization was limited to the acquisitions in Turkish Primary Education mathematics curriculum. The study dealt with primary education mathematics curriculum, geometry learning domain, the acquisitions of the abilities to visualize three-dimensional structures built from unit cubes, to interpret two-dimensional drawings of three-dimensional objects and to find out the surfaces of the cube within geometrical objects sub learning domain. In the framework of this limitation, the spatial visualization ability of the 6th grade students has been trying to develop with concrete manipulatives , computer practicing and paper representations.

Methods: The study population consists of twenty 6th grade students attending Cumhuriyet Primary School in Sivrihisar, Eskişehir. The data in the study were collected through a qualitative research method, teacher as an action researcher. The Data collected through the result of the pre-and post-test, interviewing, pictures, data collected via observation and the video records. The effectiveness of this application was to be determined by analysis of the qualitative data obtained from these resources. The pre-test was applied to the research studying group. The test was a kind of success test consisting of open-ended questions testing spatial ability in the scope math curriculum programme in primary education. The questions on the pre-post test were taken from the Block of Cubes test in the e-book prepared by Wright Group in the www.wrightgroup.com/download/cp/g6_geometry.pdf. The goals of the Block of Cubes Test are visualize three-dimensional blocks from different perspectives, interpret two-dimensional drawings of three-dimensional objects, and identify faces of cubes. The Block of

¹ Belma YOLCU, Eskişehir Osmangazi University, Education Faculty, belmayolcu@gmail.com

² Assist. Prof. Dr., Aytaç KURTULUŞ, Eskişehir Osmangazi University, Education Faculty, agunaydi@ogu.edu.tr

Cubes Test was arranged. The test was made ready by viewing the comments of 6th grade mathematic teachers. The study is consisting of three parts. In the first part, pre-test applied in order to define spatial abilities of the 20 students. In the second part, worksheets were given to students using plane images, concrete models, and dynamic computer software. In the last part, the post test was applied.

Results: According to results was obtained by students' formulating concrete models: They have learnt to find total unit cube numbers by using concrete unit cubes when formulating three-dimensional structures. They have noticed that in the models they formulated there might be invisible cubes on the paper. Thanks to these lessons, they have gained the ability to visualize the plane representations in an appropriate way. It is observed that they had difficulty in visualization and had more mistakes when finding face numbers and cube numbers in complex and including more unit cubes in the plane images. In the questions where wanted to draw different views of three-dimensional structures, concrete models were not enough alone. When drawing the wanted views of the figure, students tried to draw the heights or the places that are close to them with more light colors, and the far parts with darker colors. Students having low-success in pre-test did the concrete models in a long time.

According to results of the computer applies: Students noticed the invisible cubes in the plane representations with the help isometric drawing programme. The students were able to notice the different views of three-dimensional models. The dynamic computer programme helped students gain the ability of visualization. They did the coding of three-dimensional things easily thanks to their realization of the entity of unit cubes in the invisible places on the paper. The successful students in the pre-test completed the computer applies more quickly. Seeing the different views of the structures they had done on the computer apply more clearly, they gave an end to their false ideas about these subjects.

Results of the pre-test comparatives: The rating of the correct answers of students to the questions which unit cube numbers are low in the shape is higher. It was seen that the greater the number of unit cube is asked in the 3 face, 2 face and a face visible cube questions; the lesser given correct answer. It is seen that the success rate of students in drawing different views of the shape is increased. Students as parallel to total cube numbers in the shape, gave correct answers to code of the shape at %90.

Discussion and Conclusions: According to the results of pre- and post- tests can be said to be effective this study in order to improve spatial ability of primary students using plane images, concrete models, and dynamic computer software. Because primary students can consider three-dimensional given plane images and in contrast can see two-dimensional given three-dimensional concrete models, teachers can use different dynamic computer software with plane images, concrete models. Consequently, Students can see plane image on screen and can visualize three-dimensional.

6. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Görselleştirme Yeteneklerini Geliştirme Üzerine bir Çalışma³

Belma YOLCU⁴

Aytaç KURTULUŞ⁵

ÖZ: Bu araştırmanın temel amacı, ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirebilmektir. Çalışma da uzamsal yetenekler, ilköğretim matematik öğretim programındaki kazanımlarla sınırlandırılmıştır İlköğretim matematik öğretim programında uzamsal görselleştirme, geometri öğrenme alanı, geometrik cisimler alt öğrenme alanı kapsamında; birim küplerle oluşturulmuş yapıların farklı yönlerden görünümünü çizibilme, yüzlerinin farklı yönlerden görünümüne ait çizimleri verilen yapıları birim küplerle oluşturabilme ve izometrik kâğıda çizibilme, çizimleri verilen yapıları çok yüzlülerle oluşturabilme, çok yüzlülerle oluşturulan yapıların görünümünü çizibilme kazanımlarıyla verilmektedir. Bu sınırlandırma çerçevesinde, ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin, uzamsal görselleştirme becerileri somut materyaller ve bilgisayar uygulamaları ile geliştirilmeye çalışılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, Eskişehir İli, Sivrihisar İlçesi, Cumhuriyet İlköğretim Okulu 6. sınıfta okuyan 20 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden “Araştırmacı Öğretmen Yöntemi” kullanılarak veri toplanmıştır. Çalışmanın veri kaynaklarını, öğrencilerin uzamsal yetenekleri konusunda buldukları seviyeyi belirleme amaçlı uygulanan ön test, uygulama sonrasında yapılan son test sonuçları oluşturmaktadır. Bu kaynaklardan elde edilen nitel veriler analiz edilerek bu uygulamanın etkililiği belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre ön test sonuçları kötü olan öğrencilerde dâhil olmak üzere yapılan uygulama sonrasında son test başarı oranlarının arttığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Uzamsal yetenek, uzamsal düşünme, uzamsal görselleştirme, somut modeller, bilgisayar uygulamaları, düzlem tasvirleri

GİRİŞ

Geometri başarısında gerekli olduğu düşünülen ve zihinsel yeteneğin bir parçası olarak kabul edilen uzamsal yeteneklerin önemi birçok araştırmacının üzerinde durduğu bir konudur. Bu konudaki araştırmaların fazlalığı, uzamsal yeteneklere bilimde, geometride, mühendislikte ve mimarlıkta çok fazla ihtiyaç duyulmasından kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalar, uzamsal yeteneğin resim başarısı (McWhinnie, 1994), fizik başarısı (Pallrand and Seeber,1984; Gimmetad, 1984; Pribyl and Bodner, 1987) ve matematik başarısıyla (Battista, 1990; Fennema and Sherman,1977; Guay and McDaniel 1977) yakından ilişkisi olduğunu göstermiştir (McClurg et al., 1997). Aynı şekilde Battista, Wheatley ve Talsma (1989), uzamsal yetenekle problem çözme performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki olduğunu bulmuştur (Bulut ve Köroğlu, 2000).

Uzamsal yetenekler birçok matematik konusunun öğretiminde özellikle de geometri öğretiminde önemlidir. Smith (1998), bu yeteneklerin önemini “ Uzamsal zekâ olmadan dünyada var olmak zor olabilir. Bunun eksikliğinde şekillerin boyut ve konumlarındaki değişiklikleri göz önünde tutarak değişimlerini tahmin etmede veya verilen yönleriyle nesnelere arasındaki ilişkileri ve konumu ifade ederken zorlanabiliriz.” şeklinde vurgulamıştır.

Uzamsal ortamlarla sarılı olan öğrenciler bu yetenekleri harita okuma, spor yapma gibi günlük aktivitelerde, teknik ve bilimsel işlerde ve matematik çalışmalarında kullanmaları gerekmektedir. “Uzayı tanıma ve uzayla ilgili yeteneklerin gelişimi (çizim yapma, model üretme, modelde değişiklik yapma, çevre düzenleme gibi) temelde geometrik düşüncelerden beslenir. Matematik derslerinde

³ Bu çalışma Yrd. Doç. Dr. Aytaç Kurtuluş danışmanlığında tamamlanan ve 22.05.2008 tarihinde ESOGÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde kabul edilen yüksek lisans tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

⁴ Belma YOLCU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, belmayolcu@gmail.com

⁵ Aytaç KURTULUŞ, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, agunaydi@ogu.edu.tr

öğrencilerin uzayı algılama ve uzamsal zekâlarını geliştirme ihtiyacı duyulmaktadır. Bunun asıl nedeni ise, uzamsal anlayışın geometrik dünyayı anlamak, yorumlamak ve ayırt etmek için gerekli olmasından kaynaklanmaktadır.” (NCTM, 1989).

Yeni yapılandırılan matematik öğretim programına da uzamsal yeteneklerin öneminin farkına varılmasıyla öğrencilerin bu yeteneklerinin geliştirilmesi ile ilgili kazanımlar konulmuştur. Öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesinin amaçlandığı bu kazanımlar 6.,7. ve 8. sınıf öğretim programına yayılmıştır. Yeni yapılandırılan öğretim programı öğrencilerin tasvir yeteneklerini geliştirebilmek için tangram, model bloklar ve şekil takımları gibi araçların kullanılmasına önem vermektedir. Üç boyutta gözünde canlandırmada sorun yaşayan öğrenciler, bir şekli zihinlerinde döndürdükleri zaman farklı açılardan nasıl göründüklerini bulmada uzun zaman harcamaktadırlar. Dolayısıyla özellikle ilköğretim okullarında materyal kullanımı önem kazanmaktadır.

Çocukta zihin gelişimi somuttan soyuta doğrudur. Çocuklar her zaman somut olarak gördüğü, algıladığı şeyleri, onların soyut kavramlarla anlatılmasından daha kolay öğrenirler. Özellikle ilköğretimde öğrencilerin gözle görüp, elle tuttukları gerçek eşya ve modeller onlar için daha anlamlıdır. Bu nedenle soyut konuların öğretiminde somut modellerden faydalanılmalıdır. Eski bir; “İşitirim ve unuturum, görürüm ve hatırlarım, yaparım ve anlarım” atasözü somut materyallerin kullanımının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Araştırmalar, çocukların uzamsal ve geometrik düşüncelerini geliştirebilmek için somut modellerin önemini desteklemektedirler (Clements and McMillen, 1996). Farklı türde çok sayıda cismin çocuklar tarafından el ile oynanması onların geometrik kavramları öğrenmesi için önemlidir (Greabell, 1978: Clements’den, 1999). Olkun (2003b), ilköğretim öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini mühendislik çizim yaklaşımlarıyla geliştirmek için tasarladığı aktivite örnekleri ile öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilebileceğini göstermiştir. Çocuklar bu gibi somut cisimlerle çalıştıklarında kâğıt üzerindeki soyut örneklerini daha iyi yapabilirler. Olkun ve Sinoplu (2008) yaptıkları çalışmada, 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin birim küpleri ve üçgen prizmaları kullanarak kendilerinin oluşturdukları oyuncakların onların birim küplerden yapılmış katı cisimleri anlamalarını geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin resimleri verilen yapıları bakarak birim küplerden oluşturdukları bu oyuncakların, somut yapılar ve onların resimleri arasındaki ilişkiler kadar yapının elemanları arasındaki uzamsal ilişkiyi keşfetmelerine yardımcı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu aktivitelerin öğrencilerin hacim formülünü kendilerinin keşfetmesine yardımcı olacağı ifade edilmiştir. Matematik ve geometri derslerinde somut modelleri kullanan öğrencilerin kullanmayanlara göre daha iyi oldukları görülmektedir (Driscoll, 1983; Greabell, 1978; Raphael and Wahlstrom, 1989; Sowell, 1989; Suydam, 1986: Clements’den, 1999), buna rağmen bunun faydaları çok fazla önemsenmemektedir (Sowell, 1989). Baroody, öğrencilerin sınıf içerisinde gerçek nesne ve modellerle çalışmalarının onların motivasyonlarını arttırdığı gibi öğrenmeyi de eğlenceli hale getirdiğini belirtmiştir (Clements, 1999). Bununla beraber öğretimde somut modellerin kullanımı tam bir başarı sağlamaz. Materyal kullanımında bütün öğretmenler anlayarak öğrenmeyi vurgulamaktadırlar. Bunun aksine bazen öğrenciler ezberci yaklaşımla sadece bu araç gereçleri kullanmayı öğrenerek, çok az bir bilgi öğrenirler (Clements, 1999).

Yeniden yapılandırılan ilköğretim matematik öğretim programı da öğrencilerin, somut modellerle temsil edildiği öğrenme ortamlarından daha anlamlı öğrendiklerini vurgulamaktadır. Dolayısıyla matematik öğretiminde somut modellerin kullanımı oldukça faydalıdır. Ancak öğretim programı, öğretimin somut deneyimlerle başlamasının, öğrenci başarısını sağlamak için tek başına yeterli olmadığını belirtmektedir (Matematik Öğretim Programı ve Kılavuzu, 2007). Bu nedenle, eğitimi daha verimli ve etkin hale getirme, yaygınlaştırma ve bireyselleştirme çabaları sonucunda Bilgisayar Destekli Eğitim uygulamaları ortaya çıkmıştır.

Öğretim materyali olarak bilgisayar yazılımları, diğer materyaller ile karşılaştırıldığında, öğretim ortamında öğrenci etkileşiminin en yüksek olduğu materyal türüdür. Bilgisayar yazılımları, etkin hazırlandığı takdirde, bir öğretmenin öğretim ortamında gösterdiği bütün etkinlikleri gösterebilir.

Bilgisayar yazılımlarının materyal olarak diğer bir avantajı da öğrencilerin konuyu bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde öğrenebilmeleri ve gerektiğinde öğrencilerle birlikte grup çalışması yapabilmeleridir. Yazılımlar ayrıca öğrencilerin en aktif olduğu öğrenme ortamlarının oluşturulmasında etkin olarak kullanılan materyaller arasında yer almaktadır. Bu programlar çoğu zaman öğrenciye istenildiği kadar içeriği tekrar etme ve alıştırmaya şansı sunar. Buna ek olarak, bilgisayar yazılımları, öğrenci performansı ile ilgili bilgileri hatasız olarak kaydedip istediğinde öğretmenin kullanımına sunar. Bilgisayarlar somut modeller kadar gerçek ve faydalı görsellik sağlarlar (Clements ve McMillen, 1996). Bilgisayarların kendine özgü avantajları da vardır. Örneğin bilgisayarda yapılan bazı nesnelere göre daha esnek bir yapıda olurlar. Bilgisayardaki nesnelere çalışırken öğrenciler nesnenin şeklini ve boyutlarını değiştirebilirler. Bu nesnelere farklı boyutlarda düzenledikten sonra bilgisayarda saklayabilirler ve gerektiğinde bu nesnelere yapılan hareketleri tekrarlayabilirler. Bu da öğrencilerin dinamik şekiller oluşturmalarına yardımcı olur. Somut modeller ile yapılamayan birçok şey bilgisayar yazılımları ile yapılabilir. Bilgisayarda otomatik olarak simetrik şekiller çizilebilir ya da şekiller üzerinde yeni hareketler oluşturulabilir. Yeni yapılandırılan ilköğretim matematik programında dinamik geometri yazılımlarına, internet üzerinde Türkçe ve diğer dillerdeki çeşitli ders planlarına ve sınıfta kullanılacak etkileşimli uygulamalara öğretmenlerin erişebilecekleri ve matematik derslerinde bu tür yazılımlardan yararlanabilecekleri belirtilmektedir.

Bu araştırmanın temel amacı, ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini kullanmaları gereken, çizim olarak sunulan birim küplerden yapılmış üç boyutlu yapılardaki toplam birim küp sayısı, farklı sayıda görünen yüz sayısı ve farklı yönlerden görünümünü çizme sorularında, ilköğretim matematik öğretim programı kapsamında yer alan kazanımlar çerçevesinde somut modeller ve bilgisayar uygulamaları ile hangi oranda geliştirilebileceğini belirlemektir. Bu amaca ulaşabilmek için aşağıdaki problemlere yanıt aranmıştır.

1. İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin çizim olarak sunulan birim küplerden yapılmış üç boyutlu yapılardaki toplam birim küp sayısı, farklı sayıda görünen yüz sayısı ve farklı yönlerden görünümünü çizmedeki başarıları nedir?
2. Somut modeller ve bilgisayar uygulamaları ile öğrencilerin çizim olarak sunulan birim küplerden yapılmış üç boyutlu yapılardaki toplam birim küp sayısı, farklı sayıda görünen yüz sayısı ve farklı yönlerden görünümünü çizmedeki başarıları geliştirilebilir mi?

YÖNTEM

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu oluşturabilmek amacıyla Eskişehir İli Sivrihisar İlçesi Cumhuriyet İlköğretim Okulunda 6. sınıfta öğrenim gören 20 öğrenciye test uygulanmıştır. Bu test ilköğretim matematik öğretim programı kapsamında öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin test edildiği açık uçlu sorulardan oluşan bir başarı testidir.

Ölçme Aracı

Yapılan çalışmada ölçme aracındaki sorular, “www.wrightgroup.com/download/cp/g6_geometry.pdf” adresinden ulaşılan Wright Group’unun hazırladığı uzamsal muhakeme e-kitabındaki Block of Cubes testinden alınmıştır. Birim küplerden oluşturulmuş üç boyutlu yapıları farklı yönlerden gözünde canlandırabilme, üç boyutlu yapıların iki boyutlu çizimlerini yorumlayabilme ve küpün farklı sayıda görünen yüzeylerini bulma kazanımlarına yönelik olarak hazırlanmış Block of Cubes Testi uzman ve 6. sınıf matematik öğretmenlerinin görüşü alınarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Bu tür sorular önceki araştırmalarda (Battista and Clements, 1996, Ben-Haim et al., 1985) sıklıkla kullanıldığı için yeniden bir geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmamıştır (Olkun, 2003a). Ölçme aracı çalışma grubuna yapılan çalışma sonrasında uygulanarak veriler toplanmıştır.

Çalışmanın İçeriği

Çalışma üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda 20 öğrenciye uzamsal yeteneklerini belirlemek ve çalışmanın örneklemini belirlemek amacıyla açık uçlu soruların yer aldığı ve aynı zamanda ön test olarak değerlendirilen test uygulanmıştır. İkinci kısımda düzlem tasvirleri, somut modeller, dinamik

bilgisayar yazılımı kullanılarak öğrencilere hazırlanan çalışma sayfaları uygulanmıştır. Son kısımda ise öğrencilere son test uygulanarak öğrencilerdeki gelişmeler ön test sonuçları ile karşılaştırılarak verilmiştir. Aşağıda gruplar için çalışma planı, uygulama süreleri ve içeriğiyle birlikte verilmektedir.

Tablo 1. Her Grup İçin Uygulanan Çalışma Planı

A.Ön Test ve Öğrencilerle Görüşme		
DERS	İÇERİK	AÇIKLAMA
1.Ders (1 saat)	Öğrencilere açık uçlu soruların yer aldığı ön test uygulanması	Birim küplerden oluşturulmuş, üç boyutlu geometrik yapıların kaç tane birim küpten oluştuğu, farklı sayıda görünen yüz sayıları ve farklı yönlerden (ön, sağ, sol, üst) görünümelerini içeren açık uçlu soruların yer aldığı ön testin, 60 altıncı sınıf öğrencisine uygulanması
B.Çalışma Sayfaları		
B.1.Öğrencilerin Somut Modellerle Çalışmaları ve Düzlem Tasvirleri		
1.Ders (1 saat)	Birim küplerle uygulamalar	Sünger birim küplerle öğrencilerin ön test sorularında cevaplandıkları üç boyutlu yapıya benzer şekiller oluşturmalarını sağlama ve araştırmacı öğretmen tarafından verilen çalışma sayfalarında, düzlem tasvirleri verilen üç boyutlu yapıları birim küplerle yapma
2.Ders (1 saat)	Birim küplerle uygulamalar	Birim küplerle oluşturdukları üç boyutlu yapıları kullanarak, üç boyutlu yapıdaki küp sayısı, farklı sayıdaki görünen yüzlerinin sayısı gibi soruları cevaplandırabilme
3.Ders (1 saat)	Birim Küplerle uygulamalar	Birim küplerle oluşturdukları üç boyutlu yapıları kullanarak, bu yapıların farklı yönlerden (sağ, sol, ön ,...) görünümelerini çizebilme
4.Ders (1 saat)	Birim küplerle uygulamalar	Kodlamalarla verilen modellemeleri küplerle oluşturabilme, kodlamalarla küp sayısını belirleyebilme
B.2. Bilgisayar Uygulamaları ve Düzlem Tasvirleri		
5.Ders (1.5 saat)	Bilgisayar uygulamaları	Online dersler yardımıyla birim küplerle oluşturulan üç boyutlu yapıları bilgisayar ekranında tekrar oluşturup, farklı yönlerden görünümelerini kavrayabilme, oluşturabilme
6.Ders (1.5 saat)	Bilgisayar uygulamaları	Online dersler yardımıyla birim küplerle oluşturulan üç boyutlu yapıları bilgisayar ekranında tekrar oluşturup, bilgisayar ekranında düzlem tasvirlerini görme
C. Son Test		
7.Ders (1 saat)	Öğrencilere açık uçlu soruların yer aldığı ön test sorularının tekrar uygulanması	Birim küplerden oluşturulmuş, üç boyutlu geometrik yapıların kaç tane birim küpten oluştuğu, farklı sayıda görünen yüz sayıları, farklı yönlerden (ön, sağ, sol, üst) görünümelerini içeren açık uçlu sorular ve üç boyutlu yapıların kodlama sorularının yer aldığı son testin 20 öğrenciye uygulanması

Aşağıda bu çalışmanın her bir bölümü ayrıntılı olarak verilmektedir.

A. Ön test

A.1. Öğrencilerle açık uçlu soruların yer aldığı ön test uygulaması: 20 öğrenciye uzamsal düşünme ve görme seviyelerini belirlemek ve çalışmanın örneklemini belirlemek amacıyla birim küplerden oluşturulmuş üç boyutlu altı farklı şeklin farklı yönlerden görünümüleri, farklı sayıda görünen yüz sayısı gibi açık uçlu soruların yer aldığı ve aynı zamanda ön test olarak değerlendirilen test uygulanmıştır.

B. Çalışma yapıkları

B.1. Öğrencilerin somut modellerle çalışmaları ve düzlem tasvirleri

Uygulamanın birinci bölümünde öğrenciler beşerli dört gruba ayrılarak derslere başlanılmıştır.

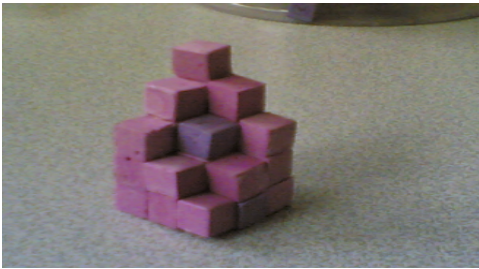
B.1.1. Birim küplerle uygulamalar (1. Ders): Fiziksel uygulamaların yapıldığı ilk derste materyal olarak öğrencilerin kullanabileceği 2 cm × 2 cm × 2 cm boyutlarında sert süngerden (köpükten) yapılmış, farklı renklerde birim küpler kullanılmıştır. Gruplar oluşturulduktan sonra öğrencilerle, araştırmacı öğretmenin belirlediği zamanlarda etkinlik çalışmaları yapılmıştır. Çalışma için ayrılan zamanda ilk olarak öğrencilerin önüne farklı renklerde çok sayıda birim küp konulmuştur ve öğrencilerin küp üzerinde köşe, kenar, yüz kavramlarını tanımaları ve küpün özellikleriyle birlikte küpü tanımaları sağlanmıştır. Bu çalışma yapılırken video kayıtları yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci safhasında öğrencilerden birim küpleri birbirine yapıştırmak yoluyla üç boyutlu yapılar oluşturmaları istenmiştir. Bu çalışmayı yaptırmaktaki amaç, öğrencilerin birim küpleri düzgün bir şekilde kullanarak, küplerden farklı üç boyutlu cisimleri kendileri oluşturmaları ve bu cisimlerin özelliklerini fark etmelerini sağlamaktır. Yapılar oluşturulurken gruptaki her öğrencinin bu etkinliğe katılması ve oluşturacakları üç boyutlu yapı için fikir vermeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin oluşturduğu yapılar incelendiğinde ön test sorularında sorulan üç boyutlu şekillere benzer yapılar oluşturmaya çalıştıkları görülmüştür. Bu çalışma gruplarla birer defa yapıldıktan sonra etkinliğin ikinci kısmına geçilmiştir. Bu aşamada öğrencilere üç boyutlu yapıların resimlerinin bulunduğu etkinlikler verilmiştir. Öğrencilerden birim küplerle bu yapıları oluşturmaları istenmiştir. Etkinlik gruplar halinde yapılmasına rağmen, her öğrencinin ayrı ayrı bu üç boyutlu yapıları oluşturmaları istenmiştir.

B.1.2. Birim küplerle uygulamalar (2. Ders): Uygulamanın ikinci dersinde aynı gruptaki öğrencilere oluşturdukları üç boyutlu yapıların kaç küpten oluştuğu, dört yüzü, üç yüzü, iki yüzü, bir yüzü görünen ve hiçbir yüzü görünmeyen kaç küpün olduğu gibi ön test soruları sorulmuştur. Öğrenciler bu soruları somut materyaller yardımıyla tekrar cevaplandırmışlardır. Öğrenciler soruları cevaplandırırken öğretmen doğru cevabı bulmakta zorluk çeken öğrencilere yardımcı olmuştur. Gruptaki her bir öğrenci kendilerinin yaptığı farklı yapılarla çalışmışlardır. Öğrencilere soruları cevaplandırmaları için belli bir süre tanınmış sonra da soruların cevapları ve bu cevaplara nasıl ulaştıkları sorulmuştur.

B.1.3. Birim küplerle uygulamalar (3. Ders): Bu derste öğrencilerin yaptıkları üç boyutlu yapıların farklı yönlerden görünüşleri üzerinde aynı gruplarla çalışmaya devam edilmiştir. Üç boyutlu yapılar öğrencilerden belli bir mesafe uzağa konup, onlardan bu yapıların farklı yönlerden görünüşlerini tahtaya çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin bu yapıların görünüşlerini çizmeleri istenirken, yapıları göz hizasında olacak şekilde bakmaları sağlanmıştır. Ders boyunca öğrenciler kendilerine çizilerek verilen 2 boyutlu şekilleri, birim küpleri kullanarak 3 boyutlu oluşturmaları ve tersine üç boyutlu oluşturulmuş cisimleri tahta düzleminde zihinlerinde canlandırarak 2 boyutlu çizimleri sağlanmıştır.

B.1.4. Birim küplerle uygulamalar (4. Ders): Bu derste öğrencilere kodlama (mat planı yapma) mantığı anlatılarak öğrencilerden kodlamaları verilen üç boyutlu yapıları ellerindeki birim küplerle tekrar oluşturmaları istenmiştir. Her bir öğrenciye ayrı bir kodlama verilmiştir. Uygulama gruplarla 1 saatte tamamlanmıştır. Öğrencilerin kodlamaları verilen üç boyutlu yapıları birim küplerle oluşturmaları ile ilgili bir örnek Şekil 1’de gösterilmiştir.



5	4	3
4	3	2
3	2	1

Şekil 1. Kodlaması Verilen Üç Boyutlu Bir Yapının Gruptaki Öğrenciler Tarafından Sünger Birim Küplerle Yapılmış Şekli

B.2. Bilgisayar uygulamaları ve düzlem tasvirleri

B.2.1. Bilgisayar uygulamaları (5.ve 6.Ders): Bu bölümde öğrencilerle bilgisayarda, üç boyutlu yapıların oluşturulabildiği ve bu yapıların döndürülerek farklı yönlerden görünümünün incelenebildiği on-line dinamik bir program yardımıyla çalışılmıştır (<http://illuminations.nctm.org/ActivityDetail.aspx?ID=125>).

Öğretmen ilk olarak uygulamaya programın kullanımını öğretmekle başlamıştır. Öğrencilerin bilgisayar kullanımında karşılaşılabilecekleri zorluklarla birebir ilgilenmek amacıyla öğretmen daha önce oluşturulan grupları 2'şerli ve 3'erli olmak üzere değiştirmiştir. Okuldaki bilgisayar laboratuvarında bulunan bilgisayarların ve internet donanımının yeterli olmaması da gruptaki öğrenci sayılarının azaltılmasının nedenlerindedir. Öğretmen programı tanıtırken kendi bilgisayar ekranını projeksiyonla yansıtarak, gruptaki öğrencilerin aynı anda uygulamayı görebilmelerini sağlamıştır.

NCTM tarafından yapılandırmacı yaklaşımlarla matematik öğretimi amacıyla hazırlanmış bu on-line derslerle matematik öğretim programının kalitesini arttırmak ve matematiğin genel esaslarının tüm öğrenciler tarafından öğrenilmesi hedeflenmiştir. Online derslerle yapılan aktivitelerle, matematiğin evde ve okulda daha canlı ve somut olması amaçlanmıştır. Farklı matematik konularında birçok on-line ders programının bulunduğu internet sitesinde, araştırmacı uygulama ile ilgili olan, çok yüzlüleri ve onların farklı temsillerini ve görünümünü birim küplerden oluşan şekiller yardımıyla keşfetmelerini sağlayan on-line derslerden yararlanmıştır.

Bu araştırmanın uygulanmasında kullanılan on-line dersler yardımıyla öğrenciler; Üç boyutlu geometrik şekillerin niteliklerini ve diğerlerinden ayıran özelliklerini analiz edebilecekler ve geometrik ilişkiler hakkında matematiksel araştırmaları geliştirme fırsatı bulabileceklerdir. Gözünde canlandırabilme, uzamsal muhakeme ve geometrik modellemeleri problem çözmede kullanabileceklerdir. İzometrik çizim aletlerini kullanarak, üç boyutlu şekiller yaratıp, bu şekilleri izometrik resimler gibi temsil edebileceklerdir. Son olarakta oluşturulan değişik çok yüzlülerin hacimlerini ve yüzey alanlarını bulabileceklerdir.

İlk derste öğrencilerin izometrik çizim aletlerini kullanmaları, pratik kazanabilmeleri ve çizimleri beceri ile kullanmalarının tecrübelerle öğretilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda dersin başında öğrencilere derslerde onlara yardımcı olacak olan izometrik noktalı kağıt gösterilmiştir ve bu kağıtla noktaları birleştirerek nasıl küp elde edilebileceği konusunda öğrenciler bilgilendirilmiştir.

İlk olarak, öğretmen gruptaki her öğrencinin kendi bilgisayarlarından izometrik çizim programını açmalarını sağlamıştır. Öğrencilere çizim programının özelliklerini kendilerinin araştırması için belli bir süre tanımıştır.

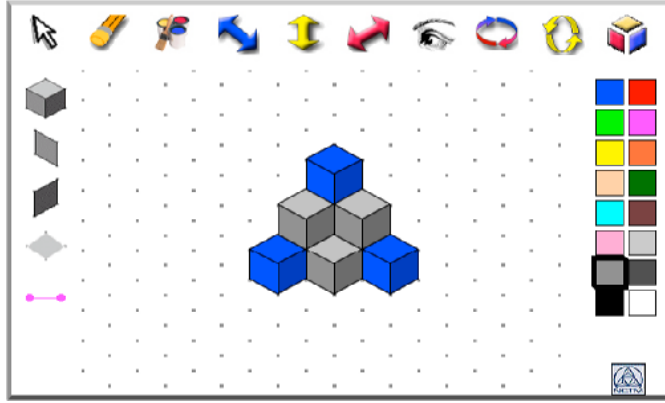


Şekil 2. Öğrenciler İzometrik Çizim Programını Kendileri Keşfederek Öğrenirken

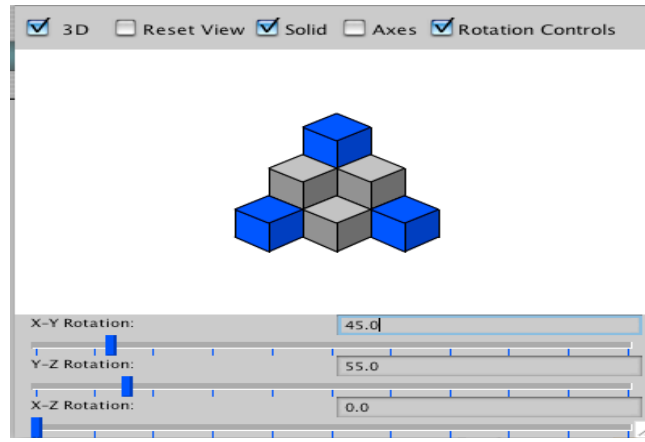
Öğretmen kendi bilgisayar ekranını da projeksiyonla yansıtarak, aynı anda öğrencilerin de yaptıklarını görmesini sağlamıştır. Öncelikle çizim aletindeki her bir tuşun anlamı öğrencilere tanıtılıp, onları

kullanmaları sağlanmıştır. Öğrencilere birim küpler kullanılarak üç boyutlu yapıların nasıl oluşturulacağı anlatıldıktan sonra uygulamalarda verilen üç boyutlu çalışma yapraklarında sorulan ve sünger birim küplerle de oluşturdukları üç boyutlu yapıları bilgisayar ekranında da oluşturmaları istenmiştir.

Başlangıçta gruplardaki öğrencilerden bilgisayar deneyimi fazla olmayan öğrenciler etkinliği yaparken zorlanmıştır. Öğretmen öğrencilere gerekli zamanı vererek öğrencilerin bilgisayarla deneyimlerini arttırmalarını sağlamıştır. Aynı grupta bulunan öğrenciler de etkinlik yapılırken birbirleriyle etkileşim halinde bulunmuşlardır. Öğrenciler bilgisayar ekranındaki izometrik kâğıt üzerine birim küpleri yerleştirerek üç boyutlu şekiller oluşturmuşlar, bunları renklendirmişlerdir. Oluşturdukları bu şekilleri programdaki tuşları kullanarak izometrik kâğıt üzerinde farklı yönlerde döndürmüşler, hareket ettirmişlerdir.



Şekil 3. İzometrik Çizim Programında Oluşturulan Üç Boyutlu Bir Şekil



Şekil 4. Şekillerin İzometrik Kağıt Üzerindeki “Göz” Tuşuna Bastıktan Sonra Üç Boyutta X,Y,Z Eksenleri Etrafında Döndürerek Farklı Yönlerden Görünümlerini Sağlayan Ekran

Yukarıdaki şekilde görülen x-y, y-z, x-z tuşlarını öğrenciler fare yardımıyla oynatarak, şeklin istedikleri yönden görünümünü elde etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler fareyi şekil üzerinde hareket ettirerek de şeklin farklı yönlerden görünümünü elde edebilmektedirler.

C. Son test

C.1.Test (7. ders): Ön testte sorulan, birim küplerden oluşturulmuş, üç boyutlu geometrik yapılarıdaki birim küp sayısı, farklı sayıda (1 yüzü, 2 yüzü...) görünen yüz sayıları, farklı yönlerden (ön, sağ, sol, üst, arka) görünümünü içeren açık uçlu sorular ile ön teste ek olarak üç boyutlu yapıların kodlamalarının yapılması gibi soruların dahil edildiği test, gruptaki 20 öğrenciye 1 saatlik zaman diliminde uygulanmıştır.

BULGULAR ve YORUMLAR

Öğrencilerin Somut Modellerle Çalışmaları Sırasında Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

1. Ders ile ilgili Bulgular ve Yorumlar

Uygulamanın ikinci bölümünde sünger birim küplerin kullanıldığı somut modellerle çalışılmıştır. İlk derste sadece öğrencilerden birim küpleri kullanarak üç boyutlu yapılar oluşturmaları ve araştırmacı öğretmen tarafından verilen çalışma yapraklarındaki yapıları oluşturmaları istenmiştir. Çalışma için her gruba 1 saatlik bir süre tanınmıştır. Öğrenciler çalışmalarını yaparken, öğretmen de öğrencilere birim küplerle ilgili sorular yöneltmiştir. Öğretmenin sorduğu “Bu yapıları nasıl oluşturabiliriz?” sorusunu gruptaki öğrencilerden biri “köşelerini”, diğeri ise “kenarlarını” şeklinde cevaplandırmıştır. Gruptaki bir diğere öğrenci ise arkadaşlarının yanlış cevaplarına karşılık “yüzeylerini” diyerek doğru cevabı söylemiştir. Uygulamaya katılan tüm öğrenciler bu etkinliği tamamlamışlardır. Fakat öntest sorularını düşük düzeyde cevaplandıran öğrencilerin yapıları oluşturmaya diğerlerine göre daha geç tamamladıkları görülmüştür.

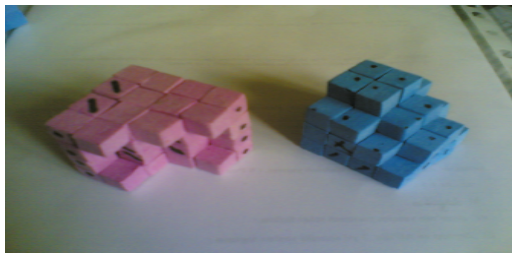
Gruplardaki öğrencilerin büyük bir çoğunluğu üç boyutlu yapıları oluşturmaya şekillerin en altından başlamıştır. Daha sonra şekillerin üst kısımlarını tamamlamışlardır. Öğrencilerin şekilleri oluştururken, ön test sorularını cevaplandırırken dikkate almadıkları görünmeyen küpleri düşündükleri ve şekle yerleştirdikleri görülmüştür. Öğrenciler birim küpleri kullanırken yüzey kavramını daha iyi anladıklarından dolayı istenen yapıları düzgün olarak eksiksiz tamamlamışlardır.



Şekil 5. Her Bir Öğrenci Verilen Birim Küplerle Çalışma Yapraklarındaki Şekilleri Yaparken

2. Ders ile ilgili Bulgular ve Yorumlar

Uygulamanın ikinci dersinde öğrenciler ilk derste yaptıkları somut modellerle meşgul edilmişlerdir. Öğrencilere oluşturdukları yapılardaki bir yüzü, iki yüzü, üç yüzü, dört yüzü görünen ve hiçbir yüzü görünmeyen küp sayısı ile ilgili sorular sorulmuştur. Öğrencilerden üç boyutlu yapıların kaç tane küpten oluştuğu sorusunu cevaplandırmaları istendiğinde, doğru cevaplarına, ellerinde oluşturdukları yapılar yardımıyla birim küpleri tek tek sayarak ulaşmışlardır. Doğru cevaplara şekilleri elleriyle rahatlıkla oynayabildiklerinden dolayı görünmeyen küpleri de düşünerek daha rahat ulaştıkları görülmüştür. Üç boyutlu yapıların dört yüzü görünen küp sayısı gibi, farklı sayıda görünen yüzleri ile ilgili soruları cevaplandırırken de öğrencilerin buldukları küpleri işaretledikleri ve böylece saydıkları bir küpü tekrar saymadıkları ve doğru sonuca bu şekilde daha rahat ulaştıkları görülmüştür.



Şekil 6. Öğrencilerin Birim Küplerle Oluşturdukları Üç Boyutlu Yapılar

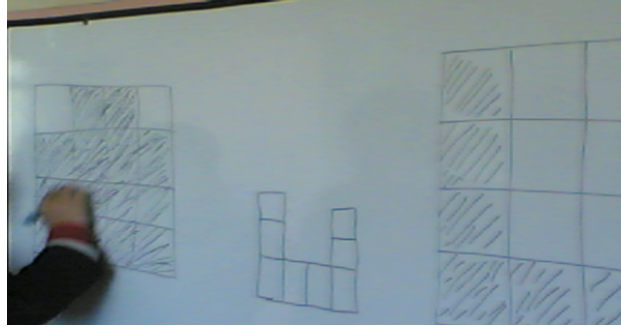
Bir öğrenci elindeki üç boyutlu yapı ile ilgili sorulan soruyu cevaplandırırken diğer öğrencilerin de onu dinlemeleri sağlanmıştır. Böylece öğrenci hata yaptığı zaman grup arkadaşlarının müdahalesiyle karşılaşmış ve doğru cevaba bu şekilde ulaştırılmıştır.



Şekil 7. Öğrenciler Oluşturdukları Üç Boyutlu Yapılarla Sorulan Soruları Cevaplandırırken

3. Ders İle İlgili Bulgular ve Yorumlar

Aynı gruplarla çalışılan bu derste birim küplerle oluşturdukları üç boyutlu yapıları kullanarak üç boyutlu yapıların farklı yönlerden (sağ, sol, ön, ...) görünümünü çizme çalışması yapılmıştır. Yapıların görünümü hakkında öğrencilerin yorum yapması istendiğinde öğrencilerin büyük bir çoğunluğu şeklin onlara yakın olan yüzlerini daha açık renkte gördüklerini, onlardan uzak olan yüzlerini ise daha koyu renkte gördüklerini belirtmişlerdir. Bu da öğrencilerin somut modellerle çalışmaları bile şeklin farklı yönlerden görünümünü tam olarak düşünemediklerini göstermektedir. Bir başka ifadeyle öğrencilerden üç boyutlu yapıların düzlem tasvirlerini çizmeleri istendiğinde bunu tam olarak yapamadıkları görülmüştür.



Şekil 8. Öğrencilerin Oluşturdukları Üç Boyutlu Yapıların Farklı Yönlerden Görünümünün Çizimi

4. Ders İle İlgili Bulgular ve Yorumlar

Kodlamalarla verilen modellemeleri birim küplerle oluşturmalarının istendiği etkinliklerin verildiği bu derste öğrencilerin birim küplerle olan daha önceki deneyimlerinden dolayı bu derste birim küplerle daha rahat bir şekilde ve hızlı çalıştıkları görülmüştür. Yapıları oluşturduktan sonra bu yapılarla ilgili de aynı sorular öğrencilere yöneltilmiştir. Oluşturdukları yapılarıdaki birim küp sayısı sorulduğunda öğrencilerin büyük bir kısmı kodlamalarla verilen her bir karedeki sayıların toplamının küp sayısını verdiğini kendileri bulmuşlardır.



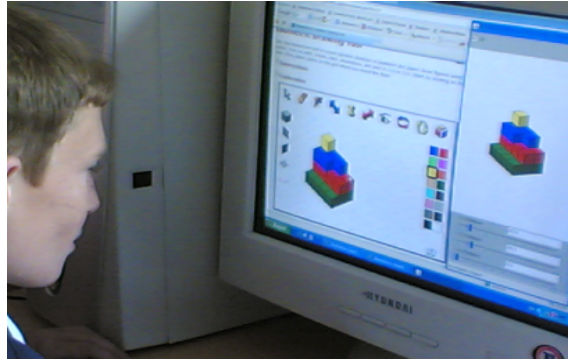
Şekil 9. Öğrenciler Kodlamalarla Verilen Üç Boyutlu Yapı Modellerini Yaparken

Öğrenciler birim küplerle oluşturdukları somut modellerle oynayarak, üç boyutlu yapıları ve onların düzlem tasvirlerini daha rahat anlamışlar, bu yapıların düzlem tasvirlerinde görünmeyen yüzlerinde de birim küplerin olduğunun farkına varmışlardır. Ayrıca öğrenciler çalışma yapraklarındaki soruları ellerinde bu yapılar varken, kolaylıkla ve anlayarak cevaplandırmışlardır. Öğrencilerden oluşturdukları üç boyutlu yapıların, bu şekillere bakarak, farklı yönlerden görünümelerini de çizmeleri istenmiştir. Fakat somut modellere bakarak öğrencilerin bu yapıların farklı yönlerden görünümelerini tam olarak çizemedikleri, derinliği dikkate aldıkları görülmüştür.

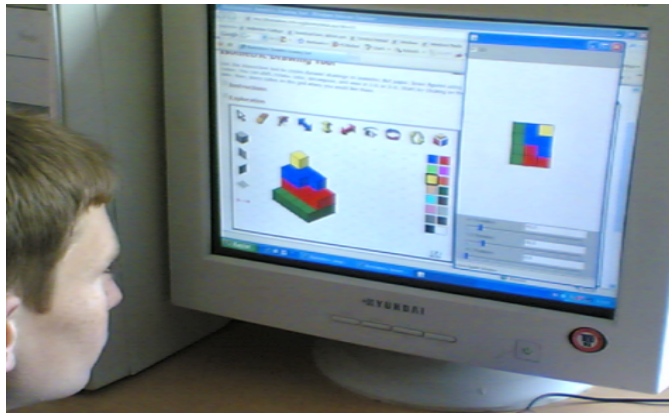
Öğrencilerle Yapılan Bilgisayar Uygulamaları İle Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

Öğrenciler, somut birim küplerle önceki derslerde çalışmalarından dolayı bilgisayar ekranında üç boyutlu şekiller yaparken daha anlayarak ve konuya hâkim olarak çalışmışlardır. Çizim programında izometrik kâğıt üzerine üç boyutlu şekiller elde edebilmek için küpleri arkadan öne, aşağıdan yukarıya doğru yerleştirmeleri gerektiği konusunda öğretmen tarafından bilgilendirildikten sonra, birkaç deneme sonunda istedikleri şekilleri elde edip, doğruluğunu “göz” tuşuna basarak kontrol etmişlerdir.

Şekli yanlış yapan öğrenciler izometrik çizim ekranını temizleyip tekrar deneyerek doğru yerleştirmeleri yapmışlardır. Öğrenciler şekillerini oluşturduktan sonra öğretmen oluşturdukları üç boyutlu şekillerle ilgili sorular sormuştur. Öğretmenin oluşturdukları şekilde kaç tane küp olduğu ile ilgili sorulara öğrenciler “göz” tuşuna basıp şekli döndürerek veya şeklin her katına farklı renklerde küpler yerleştirerek farklı sayma biçimleri geliştirmişlerdir. Öğretmenin şeklin “üstten görünümü nasıldır?” gibi sorularına öğrenciler “göz” tuşuna bastıktan sonra şekli üstten görünecek şekilde fare yardımıyla döndürdükten sonra ulaşmışlar ve “dikdörtgen, kare...” gibi cevaplar vermişlerdir. Ayrıca öğrenciler şekille oynayarak “üstten nasıl görünüyorsa alttan da aynı şekilde görünüyor”, “Üstten görünümde boşluklar, yükselteler görünmüyor” gibi sonuçlara ulaşmışlardır.

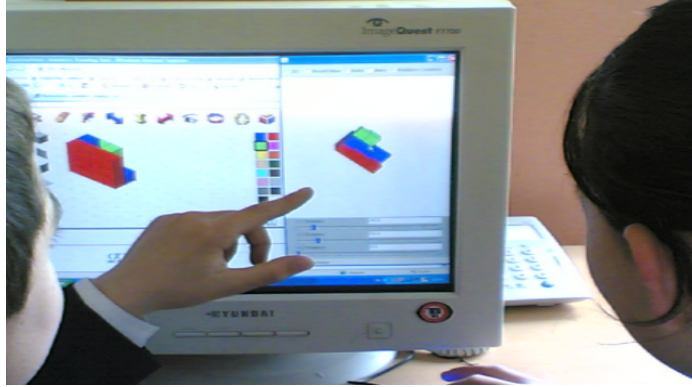


Şekil 10. Öğrencinin İzometrik Çizim Programında Oluşturdukları Üç Boyutlu Bir Şekil



Şekil 11. Öğrencinin İzometrik Çizim Programında Oluşturduğu Şekil ve “Göz” Tuşuna Bastıktan Sonra Elde Ettiği Üstten Görünümü

Birim küplerin farklı sayıda görünen yüz sayısı ile ilgili sorularda öğretmen “aynı sayıda görünen yüzü olan küpleri aynı renklere boyayın” şeklinde öğrencileri yönlendirmiştir. Öğrenciler de aynı sayıda görünen yüzü olan küpleri üç boyutlu yapıları döndürerek bulup renklendirmişlerdir. Aynı şekilde kodlamaları verilen üç boyutlu şekilleri birim küplerle oluşturdukları gibi bilgisayar ekranında da rahatlıkla oluşturmuşlardır. Grupta yanlış cevap veren öğrencilere gruptaki diğer öğrenciler müdahale ederek doğru cevapları birlikte bulmuşlardır.



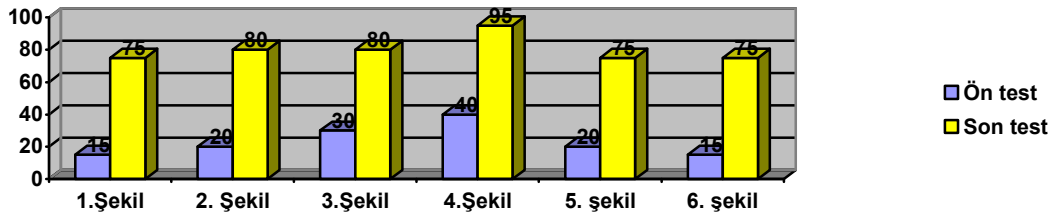
Şekil 12. Öğrenciler Oluşturdukları Üç Boyutlu Yapıların İlgili Sorularını Cevaplandırmaya Çalışırken

Öğrencilerle yapılan bilgisayar uygulamaları ile ilgili bulgulara bakıldığında bu uygulamaların öğrencilerin, oluşturdukları üç boyutlu yapıların, üç boyuttaki görünümünü daha iyi anlamalarına yardımcı olmuştur. Ayrıca bu şekillerin farklı yönlerden görünümünü de bilgisayar ekranında daha net görme imkânları olmuştur. Öğrenciler bilgisayar uygulamaları ile bu yapıların hem üç boyutlu görünümünü hem de iki boyutlu düzlem tasvirlerini rahatlıkla görebilmişlerdir.

Ön Test ve Son Testteki Her Sorunun Her Bir Şekil İçin Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri ve Yorumlar

Ön test ve son testte “şekil kaç tane birim küpten oluşmuştur?” sorusuna her şekil için verilen doğru cevaplandırma yüzdeleri Grafik 1’de verilmiştir.

Grafik 1. “Şekil Kaç Tane Küpten Oluşmuştur?” Sorusuna Her Şekil İçin Verilen Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri

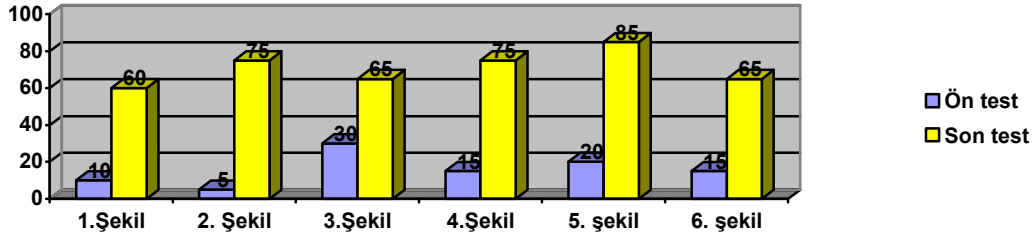


Grafik 1 incelendiğinde, şekildeki birim küp sayısının sorulduğu 1. soruyu bütün şekillerde doğru cevaplandırma oranının belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür. Bu artışın sebebi öğrencilerin araştırmacı öğretmen tarafından verilen çalışma yapraklarındaki üç boyutlu yapıları birim küplerle grup içinde bireysel olarak çalışarak oluşturmaları ve bu yapıları oluştururken şeklin iki boyutlu düzlemde görmedikleri fakat üç boyutlu uzayda görünmeyen küplerin de olabileceğini fark etmeleri olabilir. Ayrıca somut modellerle çalışmaları sonucunda şekildeki küp sayısını bulurken daha düzenli sayma sistemleri geliştirerek (önce şeklin en alt sırasını saymaları sonra ikinci sıradaki küp sayısını

bulmaları gibi veya önce şeklin sol yüzündeki küp sayılarını bulup sonra aynısının şeklin sağ yüzünde de olduğunu fark etmeleri ve sonra aradaki küpleri saymaları gibi) saymalarından kaynaklanıyor olabilir.

Ön test ve son testte “Şekilde 4 yüzü görünen kaç tane küp vardır?” sorusuna her şekil için verilen doğru cevaplandırma yüzdeleri Grafik 2’de verilmiştir.

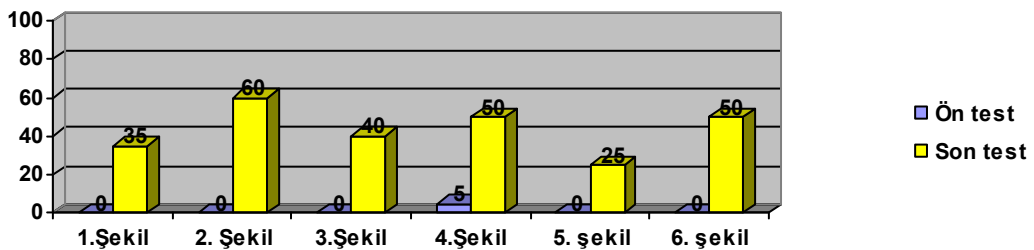
Grafik 2. “Şekilde 4 Yüzü Görünen Kaç Tane Küp Vardır?” Sorusuna Her Şekil İçin Verilen Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri



Grafik 2 incelendiğinde her şekil için son test sonuçlarında doğru cevaplandırma oranında belirgin bir artış olduğu görülmüştür. Bu artış, öğrencilerin çalışma yapraklarında verilen üç boyutlu yapıları kendilerinin oluşturmalarından sonra, dört yüzü görünen küp sayısını bulurken ellerinde bu şekiller varken bunları döndürerek ve buldukları küpleri işaretleyerek saymalarından ve bu şekilde doğru cevaba daha emin bir şekilde ve anlayarak ulaşmalarından kaynaklanıyor olabilir. Aynı şekilde bilgisayar uygulamalarında da şekilleri oluşturduktan sonra üç boyutta on-line destekli program yardımıyla şekilleri döndürme imkânları olduğundan kaynaklanıyor olabilir. Ön test ve son test sonuçlarına bakıldığında bu soruya doğru cevap en fazla 5. şekil için verilmiştir. Bunun sebebi de 5. şekildeki dört yüzü görünen küplerin daha belirgin olması veya şeklin diğer şekillere göre daha basit olması olabilir.

Ön test ve son testte “şekilde 3 yüzü görünen kaç tane küp vardır?” sorusuna her şekil için verilen doğru cevaplandırma yüzdeleri Grafik 3’de verilmiştir.

Grafik 3. “Şekilde 3 Yüzü Görünen Kaç Tane Küp Vardır?” Sorusuna Her Şekil İçin Verilen Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri

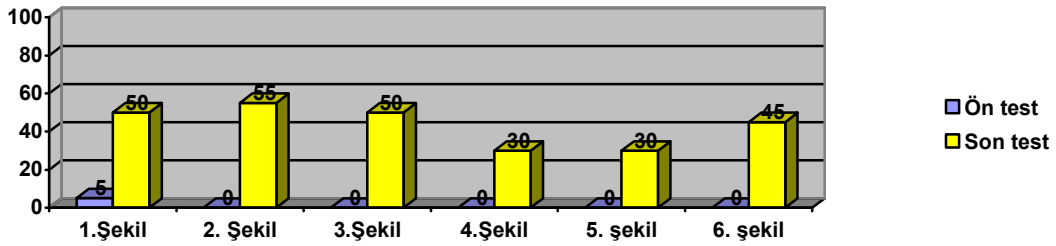


Grafik 3 incelendiğinde, her şekil için son test sonuçlarında doğru cevaplandırma oranında artış olduğu görülmüştür. Şekil 4 hariç diğer şekillerde ön testte bu soruya doğru cevap veren öğrenci olmamıştır. Son test sonuçlarında doğru cevaplandırma oranında artış olmasına karşın bu artış çok fazla olmamıştır, hatta 1., 3. ve 5. şekillerdeki doğru cevaplandırma oranının da %50 nin altında olduğu görülmüştür. Doğru cevaplandırma oranındaki artışın sebebi yine öğrencilerin somut modellerle oynayarak ve oluşturdukları şekillerin üzerinde tek tek üç yüzü görünen küpleri

işaretleyerek bulmalarına dayandırılabilir. Aynı şekilde bazı öğrenciler üç yüzü görünen bir küpü bulduktan sonra (örneğin şeklin sol yüzünde) simetriden yararlanarak diğer küpleri (aynı şekilde duran şeklin sağ yüzünde) de bulmuşlardır. Ön testte ve son testte bazı öğrencilerin verdikleri cevaplara bakıldığında küp sayılarını doğru cevaptan bir ya da iki eksik yazdıkları görülmüştür. Bu cevaplara dayanarak öğrencilerin şekli zihinlerinde döndürürken veya resme bakarak cevap verirken görünmeyen yüzlerini çok dikkate almamalarından, arkada kalan küpleri saymayı unutmalarından kaynaklanan yanlışlarının da olduğu söylenebilir.

Ön test ve son testte “şekilde 2 yüzü görünen kaç tane küp vardır?” sorusuna her şekil için verilen doğru cevaplandırma yüzdeleri Grafik 4’de verilmiştir.

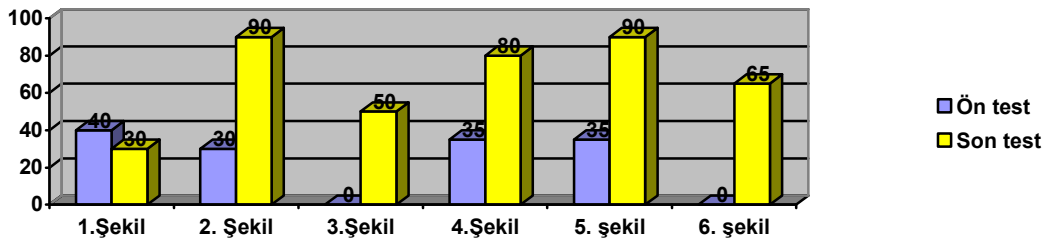
Grafik 4. “Şekilde 2 Yüzü Görünen Kaç Tane Küp Vardır?” Sorusuna Her Şekil İçin Verilen Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri



Grafik 4 incelendiğinde, her şekil için, son test sonuçlarında doğru cevaplandırma oranında artış olduğu görülmüştür. Ön testte 1. şekil haricindeki tüm şekillerde bu soruyu doğru cevaplandıran öğrenci bulunmamaktadır. Bu durum iki yüzü görünen küplerin şeklin kâğıt üzerinde görünmeyen kısımlarının da olmasından ve öğrencilerin bu durumu düşünmemesinden kaynaklanıyor olabilir. Dolayısıyla öğrenciler düzlem tasvirlerini tam olarak gözlerinde üç boyutlu olarak canlandıramamaktadırlar. Son test sonuçlarında doğru cevaplandırma oranında artış olmasına karşın 4., 5. ve 6. şekillerde bu artış %50 nin altında olmuştur. Son test sonuçlarındaki bu artışın sebebi, öğrencilerin oluşturdukları üç boyutlu şekiller ellerindeyken bu soruları cevaplandırmaları ve bilgisayar uygulamaları ile tekrar pekiştirmeleri olabilir. Öğrencilerin cevap kâğıtlarına bakıldığında yanlış cevap veren öğrencilerin eksik saymalar yaptığı görülmektedir. Bu durum bazı öğrencilerin şeklin zihinlerinde dönüşümlerini tam anlamıyla yapamamalarından kaynaklanıyor olabilir. Dikkat ve konsantrinin önemli olduğu bu şekildeki soruların çözümlerinde öğrencilerin dikkatsizlikleri de yanlış cevaplar vermelerinin sebeplerinden olabilir.

Ön test ve son testte “şekilde hiçbir yüzü görünmeyen kaç tane küp vardır?” sorusuna her şekil için verilen doğru cevaplandırma yüzdeleri Tablo 6’da verilmiştir.

Grafik 5. “Şekilde Hiçbir Yüzü Görünmeyen Kaç Tane Küp Vardır?” Sorusuna Her Şekil İçin Verilen Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri

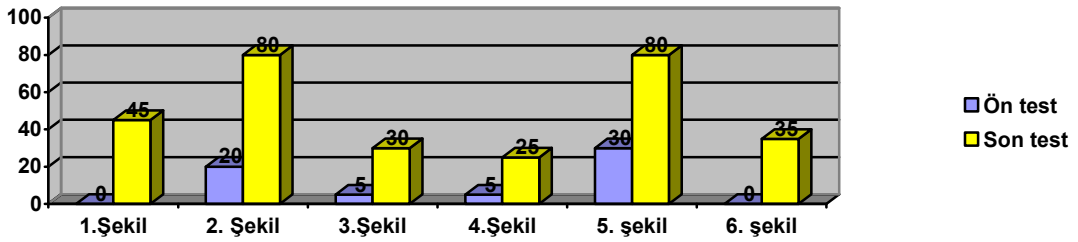


Grafik 5 incelendiğinde, 1. şekil hariç son test sonuçlarındaki doğru cevaplandırma oranlarında artış olduğu görülmüştür. Bu artışların hepsi %50 nin üzerinde olmuştur. 1. şekilde ise öğrenciler son

testte, ön teste göre daha çok yanlış cevap vermişlerdir. Son testte ön teste göre başarının düşük olmasının sebebi, cevabı 0 olan bu soru için ön testte öğrencilerin bilemedikleri takdirde cevaba 0 yazmaları olabilir. Son testte öğrenciler, fiziksel şekillerle de meşgul edildiklerinden dolayı soruları daha bilinçli cevaplandırmışlar fakat yine de başarı %50 nin altında olmuştur. Bunun sebebi şekli tam anlamıyla zihinlerinde döndürememeleri olabilir. En fazla başarı 2. ve 5. şekillerde olmuştur. Bunun sebebi de öğrencilerin bu şekilleri zihinlerinde daha kolay döndürebilmeleri ve görünmeyen küp sayısının olmadığını rahatlıkla fark edebilmeleri olabilir.

Ön test ve son testte “şekilde 1 yüzü görünen kaç tane küp vardır?” sorusuna her şekil için verilen doğru cevaplandırma yüzdeleri Grafik 6’de verilmiştir.

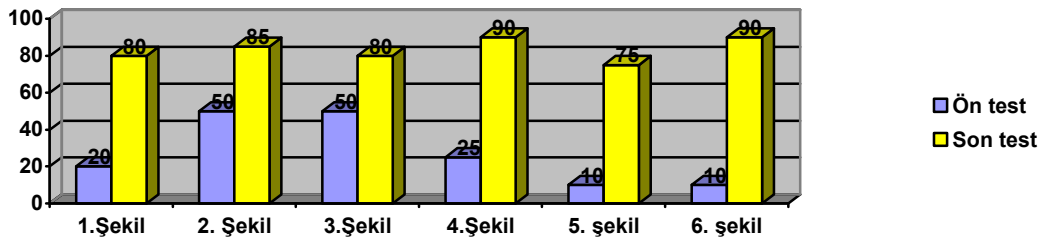
Grafik 6. “Şekilde 1 Yüzü Görünen Kaç Tane Küp Vardır?” Sorusuna Her Şekil İçin Verilen Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri



Grafik 6 incelendiğinde, bütün şekillerde ön teste göre doğru cevaplandırma oranında artış olduğu görülmüştür. Buna rağmen son testte doğru cevaplandırma oranlarının 1., 3.,4. ve 6. şekilde %50 nin altında olduğu görülmüştür. Bunun sebebi 1 yüzü görünen küplerin şeklin düzlem tasvirlerinde görünmeyen, fakat üç boyutta var olan küplerinin fazlalığından ve öğrencilerin şekilleri tam olarak görselleştirememeleri olabilir. Öğrencilerin somut modellerle oynamaları ve bu soruları oluşturdukları üç boyutlu şekiller üzerinde bakarak cevaplandırmaları bu sorudaki doğru cevapların artmasının bir diğer nedeni olabilir.

Ön test ve son testteki şekillerin farklı yönlerden görünümünün çizimlerinin sorulduğu sorulara her şekil için verilen doğru cevaplandırma yüzdeleri Grafik 7’de verilmiştir.

Grafik 7. Şekillerin Farklı Yönlerden Görünümünün Çizimlerinin İstendiği Sorulara Her Şekil İçin Verilen Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri

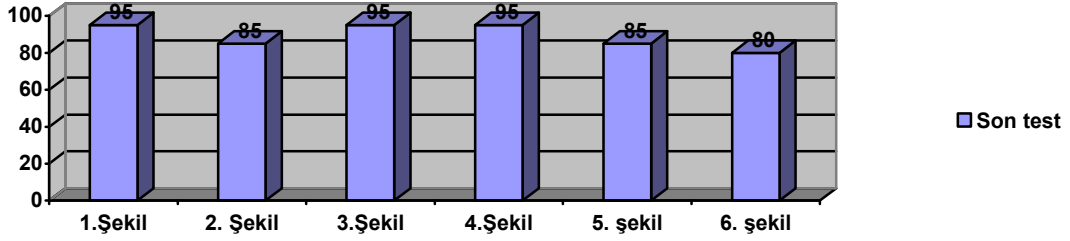


Grafik 7 incelendiğinde, bütün şekiller için ön teste göre doğru cevaplandırma oranının belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür. Bu artışın sebebi öğrencilerin bilgisayar uygulamalarında oluşturdukları şekil üzerinde bu soruyu cevaplandırırken şekli döndürmeleri ve ekran üzerinde şeklin iki boyutlu düzlemde nasıl görüldüğünü rahatlıkla fark edebilmeleri olabilir. Ayrıca bilgisayar uygulamaları öğrencilerin düzlem tasvirlerini daha rahat anlayıp, yorumlamalarını sağlamış olabilir.

Genel olarak bakıldığında öğrencilerin son test sonuçlarında başarının büyük oranda arttığı görülmektedir. Bu artışın nedenlerinden biri öğrencilerle yapılan görüşmeler sırasında, öğrencilere bu tür soruların çözümünde dikkatin önemini sezdirilmesinden kaynaklanıyor olabilir.

Öğrencilerin son testte eklenen şekillerin kodlamalarının sorulduğu soruları doğru cevaplandırma yüzdeleri Grafik 8’da verilmiştir.

Grafik 8. Öğrencilerin Son Testte Eklenen ve Şekillerin Kodlamalarının Sorulduğu Soruları Doğru Cevaplandırma Yüzdeleri



Grafik 8 incelendiğinde, öğrencilerin bu soruyu son testte yüksek oranda doğru cevaplandıkları görülmüştür. Öğrenciler birim küplerle üç boyutlu şekilleri kendileri oluştururken şeklin iki boyutlu düzlemde göremedikleri yerlerinde de küplerin olduğunu fark etmelerinden dolayı ve oluşturdukları şekilleri bilgisayar ekranında döndürürken de aynı şekilde şeklin iki boyutta görünmeyen yüzlerinde küpler olduğunu fark etmelerinden dolayı bu soruya büyük bir oranda doğru cevap vermiş olabilirler.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Öğrencilerin somut modeller oluşturma uygulamaları sonucunda, somut birim küpler kullanılarak üç boyutlu yapıları oluştururken toplam birim küp sayısını sistemli sayarak (Önce şeklin en alt yüzünde kalan küplerin sayılması, sonra şeklin ikinci sırasına geçme, şekli birim küplerden oluşmuş daha büyük bir küp veya dikdörtgenler prizması gibi düşünüp sonra olmayan küpleri çıkarma gibi) bulmayı öğrendikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca, öğrenciler bu derslerle düzlem tasvirlerini uygun şekilde görselleştirme yeteneği kazanarak oluşturdukları modellerde şeklin kâğıt üzerinde görünmeyen küplerinin olabileceğini fark etmişlerdir. Etkinliklerde karmaşık ve daha fazla birim küp içeren düzlem tasvirlerindeki küp sayılarını ve farklı sayıda görünen yüz sayılarını bulurken daha çok hata yaptıkları ve görselleştirmede zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerden üç boyutlu yapıların farklı yönlerden görünümünün çizilmesinin istendiği sorularda somut modeller tek başına yeterli olmamıştır. Öğrenciler şeklin istenilen yönden görünümünü çizerken yükseltileri veya kendilerine yakın olan kısımların daha açık, uzak olanlarını daha koyu çizmeye çalışmışlardır. Ayrıca, ön teste başarıları düşük olan öğrencilerin somut modelleri de daha uzun sürede yaptıkları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Melancon (1994), Werthessen (1999) yaptıkları deneysel çalışmalarda el ile kullanılan materyallerle çalışan öğrencilerin, kullanmayanlara göre uzamsal yetenek testlerinden daha başarılı olduklarını belirtmişlerdir. Battista (1989) tarafından uzamsal görmenin gelişmesine odaklanan ve temel eğitim esaslarına göre düzenlenen geometri kurslarında çoğunlukla el ile kullanılabilen ve pratik yardımcı aktiviteler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ön test ve son test sonuçlarında anlamlı yüksek uzamsal görme puanları kaydedilmiştir. Gutierrez (1992)'nin de öğrencilerin üç boyutlu geometride çalışırken ve üç boyutlu nesnelere ele alırken, üç bağlamda çalışmalarını gerektiğini belirttiği çalışmasında somut modellerin kullanımını bu üç bağlamdan biri olarak kabul etmiştir.

Bilgisayar uygulamaları ile elde edilen bulgulardan elde edilen sonuçlar ise; öğrencilerin izometrik çizim programı yardımıyla düzlem tasvirlerinde göremedikleri küplerin farkına vardıklarını, kullandıkları dinamik çizim programı yardımıyla üç boyutlu şekillerin farklı yönlerden görünümünü görme imkanı bulmalarından dolayı öğrencilerin görselleştirme yeteneği kazandıkları ve farklı sayıda görünen yüz sayısı ile ilgili soruları ekranda bu şekilleri döndürerek cevaplandırabilmişlerdir. Ayrıca,

üç boyutlu cisimlerin kodlamalarını, şekilleri ekranda döndürerek şekillerin kâğıt üzerinde göremedikleri yerlerinde de birim küplerin olduğunu fark etmelerinden dolayı kolaylıkla yapabilmişlerdir. Bilgisayar uygulamalarında oluşturdukları yapıların farklı yönlerden görünümünü ekranda (düzlemde) net bir şekilde görüp, bu konudaki hatalı düşüncelerini giderebilmişlerdir.

Literatür incelendiğinde, öğrencilerde uzamsal görseelliği geliştirme çalışmalarında ilköğretim çağında ve özellikle üniversite mühendislik programlarında bilgisayar uygulamalarına başvurulduğu görülmüştür. Olkun (2003b), ilköğretim öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini mühendislik çizim yaklaşımlarıyla geliştirmek için tasarladığı aktivite örnekleri ile öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilebileceğini göstermiştir. Christou ve arkadaşlarının (2007) DALEST projesi adı altında yürüttükleri çalışmada da hedeflenen, dinamik geometri yazılımları ile öğrencilerin görsel düşünme becerilerini geliştirebilmektir. Gutierrez (1992), üç boyutlu geometride öğrenme sürecini anlamak için Van Hiele düşünme modelini temel almış ve üç boyutlu geometriyi öğretirken uygulama basamaklarının gerçek somut modellerin kullanımını, bilgisayar ekranında verilen üç boyutluların kullanımını ve kâğıt üzerinde verilen düzlem tasvirlerini içermesi gerektiğini vurgulamıştır. Keller ve Hart (2002), öğrencilerin uzamsal görme yeteneklerinin gelişmesine yardımcı olabileceklerini düşündükleri izometrik çizimlerin küçük uygulamalarının yer aldığı öğretim programını değerlendirmeleri ve bu on-line kaynaklardan oluşan eğitsel materyallerin etkililiğini araştırmaları sonucunda küçük uygulamalara dayanan eğitsel materyallerin öğrencilerin izometrik çizimler yaratma, üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu temsillerinin izometrik çizimlerini birleştirme yeteneklerini geliştirerek onların uzamsal görme becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir.

Ön test-son test karşılaştırılmasından elde edilen sonuçlar ise; şekildeki birim küp sayısının az olduğu sorularda öğrencilerin zihinden dönmeyi daha kolay yapmalarından dolayı doğru cevaplandırma oranı daha fazla olduğu, şekillerdeki, üç yüzü, iki yüzü, bir yüzü görünen küp sayılarının sorulduğu soruların şekildeki birim küp sayısı arttıkça daha az oranda doğru cevaplandırıldığı görülmüş iken son testlerde şekildeki farklı yönlerden görünümünü çizmedeki başarı oranının büyük ölçüde artmış olduğu görülmektedir. Öğrenciler şekillerdeki toplam küp sayısına paralel olarak şeklin kodlamalarını da %90 civarında doğru yapmışlardır. Dört yüzü görünen birim küp sayısının sorulduğu sorular, şekillerdeki dört yüzü görünen küplerin daha belirgin olması ve şeklin düzlem tasvirlerinde de görülmesinden dolayı daha fazla oranda doğru cevaplandırılmıştır. Hiçbir yüzü görünmeyen küp sayılarının sorulduğu sorularda da, zihinden dönüşümleri kolay olan ve daha az birim küp içeren sorularda daha fazla başarı olmuştur.

Elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak öğretmenlerin üç boyutlu geometri öğretiminde kavram bilgisine önem vermeleri ve geometrik kavramları öğrencilere somut modeller yardımıyla göstermeleri önerilebilir. İlköğretim düzeyinde öğrencilerin iki boyutlu verilen düzlemsel tasvirleri üç boyutlu düşünebilmelerini tersine üç boyutlu verilen somut nesnelere de iki boyutlu görebilmeleri için çeşitli bilgisayar programları kullanarak ekran üzerinde düzlemsel tasvirlerini görmeleri sağlanmalıdır. Öğrencilerin uzamsal yeteneklerini kullanmaları gereken soruları doğru cevaplandırmada önemli etkenlerden olan dikkat ve konsantrasyonun önemi öğrencilere sezdirilmelidir. Yeni öğretim programı uzamsal yeteneklerin geliştirilmesi üzerinde durmakta, eş küplerden oluşturulmuş yapıların farklı yönlerden görünümü çizdirilmesiyle öğrencilerin olaylara farklı bakış açılarından bakmalarını hedeflemektedir. Kılavuz kitaplarına bakıldığında bu yeteneğin kazandırılması ile ilgili çok az bir sürenin verildiği görülmektedir. Bu yeteneğin geliştirilmesi ile ilgili konular öğretim programına yayılabilir. İlköğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerini geliştirebilmek için; somut modeller, dinamik bilgisayar yazılımları ile kâğıt üzerinde verilen düzlem çizimleri birlikte ele alınırsa öğrenme daha etkin hale gelebilir.

KAYNAKÇA

- Battista, M., Wheatley, G. & Talsma, G., (1989). Spatial visualization, formal reasoning, and geometric problem-solving strategies of preservice elementary teachers. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 11(4)*, 17-30.
- Bulut, S. & Köroğlu, S., (2000). On Birinci Sınıf Öğrencilerinin Ve Matematik Öğretmen Adaylarının Uzaysal Yeteneklerinin İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*, 56-61.

- Christou, C., Pittalis, M., Mousoulides, N., Pitta, D., Jones, K., Sendova, E. & Boytchev, P., (2007). *Developing an Active Learning Environment for the Learning of Stereometry*. Paper presented at the 8th International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT8).
- Clements, D.H. & Mcmillen, S., (1996). Rethinking “concrete” manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2 (5), 270-279.
- Clements, D.H., (1999). ‘Concrete’ Manipulatives, ‘Concrete’ Ideas, State Universty of New York, Buffalo, USA. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- Gutierrez, A., (1992). Exploring the Links Between Van Hiele Levels and 3-Dimensional Geometry. *Structural Topology*, 31-47.
- İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı ve Klavuzu (2007).
- Keller, B. & Hart, E., (2002). Improving Students’ Spatial Visualization Skills and Teachers’ Pedagogical Content Knowledge by Using On-Line Curriculum-Embedded Applets , *Overview of a Research and Development Project*, June 21.
- McClurg, P., Lee J., Shavaliar, M. & Jacobsen, K.,(1997). Exploring Children’s Spatial Visual Thinking In An HyperGami Environment. *VisionQuest: Journeys toward Visual Literacy*, 257-266.
- NCTM (1989). Curriculum and Evaluation Standarts For School Mathematics.
- Olkun, S., (2003)a. Öğrencilere Hacim Formülü Ne Zaman Anlamalı Gelir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 25, 160-165
- Olkun, S., (2003)b. Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 1-10. [Online]: <<http://www.ex.ac.uk/cimt/ijmtl/ijabout.htm>>. (2007.03.18).
- Olkun, S., (2003)c. Establishing Conceptual Bases for the Measurement of Volume. *International Online Journal Science and Mathematics Education*, 3 (September). [Online]: <<http://www.upd.edu.ph/~ismed/online/articles/establishing/abstract.htm>>. (2006.02.10).
- Olkun, S., & Sinoplu, B., (2008). The Effect of Pre-Engineering Activities on 4th and 5th Grade Students’ Understanding of Rectangular Solids Made of Small Cubes. *International Online Journal Science and Mathematics Education*, 8, 1-9. [Online]: <http://www.upd.edu.ph/~ismed/online/articles/effect/Vol8_The%20Effect.pdf>. (2006.06.09).
- Smith, S., (1998). *An Introduction To Geometry Through Shape, Vision And Position*. Unpublished manuscript. University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa.
- Sowell, E.J. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20, 498-505.
- Strong, S. & Smith, R., (2002). Spatial Visualization: Fundamentals and Trends In Engineering Graphics. *Journal of Industrial Technology*, 18(1).
- Tesouro, M. & Puiggalí, J., (2007). The Computer Helps in The Acquisition of Educational Knowledge. *An Experience with Spanish’s Students, Interactive Educational Multimedia*, 14(April) , 102-115.
- Werthessen, H., (1999). Instruction in Spatial Skills And its Effect on Self-Efficacy and Achievement in Mental Rotation And Spatial visualization. Ph. D.Thesis, Columbia University. [Online]: <<http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9634439>>. (2007.03.24).