



Teaching Geometric Objects with Dynamic Geometry Software

Bengüsu UĞUR^{1,*}, Selin URHAN², Selay ARKÜN KOCADERE²

¹Yahşiler Middle School, Denizli TURKEY, ²Hacettepe Üniversitesi, Ankara, TURKEY

Received: 31.03.2016

Accepted: 21.10.2016

Abstract- The studies in the literature and the views of two mathematics teachers gathered within the scope of this study point to the fact that some difficulties are experienced in the teaching of geometric objects and students' achievement in this topic is low. This study is an action research to improve the teaching and learning process of geometric objects. Activities about geometric objects considering 8th grade maths curriculum were developed with Cabri 3D dynamic geometry software which has features like 3D drawing and calculation. The opinions of three experts in mathematics education and a math teacher were received about the activities and the necessary changes were made. The revised activities were applied on 18 eight graders for 3 weeks. The practitioner teacher's opinions have been received and analyzed after the application. The teacher noted that the activities facilitated students' understanding of geometric objects. According to the teacher, other positive aspects of the application are that the activities increase students' motivation by attracting their attention; they help teachers to save time during the teaching process in class; and they can also be actively repeated at home. On the other hand, the teacher mentioned that some difficulties were experienced in some situations about the use of Cabri 3D. Activities were reformulated taking the teacher's suggestions into account, and a variety of application and research recommendations were made in the study.

Keywords: teaching geometry, geometric objects, Cabri 3D, ICT, technology-assisted mathematics education.

DOI: 10.17522/balikesirnef.278069

Summary

Introduction

Geometry is an important tool in recognizing and interpreting the environment we live in (NCTM, 2000). It contributes to students' critical thinking and problem solving skills (Pesen, 2006). In many studies conducted in Turkey, it was emphasized that students'

* Corresponding author: Bengüsu UĞUR, Yahşiler Secondary School, Tavas, Denizli, TURKEY.

achievement in geometry is low (Fidan & Türnüklü, 2010). In their study Yılmaz, Turgut and Kabakçı (2008) found that students learn geometry topics mechanically rather than conceptually and they cannot determine the relationship among the geometric shapes. As a result of the studies, it was found that the problem experienced in teaching geometry is the difficulty in understanding the static view of geometric shapes and detecting the three dimensional view (Accascina & Rogora, 2006; Kösa, 2011).

There are various studies indicating that the use of information and communication technologies (ICT) provides significant difference in students' achievement in geometry (Akçay, Aydoğdu, Yıldırım & Şensoy, 2005; Çekbaş, Yakar, Yıldırım & Savran, 2003). Baki (2000) mentioned that when the technologies that visualize and concretize the concepts and relationships are used efficiently, they affect teaching and learning in a positive manner. It is believed that technology-supported geometry teaching could be an effective method in helping students to visualize geometric shapes, in understanding the relationship among them, in recognizing and developing their spatial thinking abilities (Gürbüz & Gülburnu, 2013).

There are some specifically-developed tools to be used in the teaching of geometry. Some of these tools are Geometer's Sketchpad, Cabri 2D and 3D and GeoGebra. The studies on the use of geometry software in geometry teaching show that there is a significant difference in student achievement when geometry software is used (Botana, 2014; Erbaş & Yenmez, 2011). Through Cabri 3D, which is a three-dimensional dynamic geometry software, geometric shapes are modelled and concretized with suitable displays (Karaarslan, Boz & Yıldırım, 2013).

Methodology

The current study is an action research. Action research studies involve understanding and solving a problem or collecting and analyzing data to determine the problems that emerge during implementation and to solve them (Berg, 2001). In an action research, a problem is determined; an implementation process is established to solve the problem; the procedure is followed; the obtained results are evaluated; and finally, the measures to be taken for future practice are determined (Yıldırım & Şimşek, 2011). The method to be employed in the current study is technical/scientific/collaborative action research. The steps which were followed in this study were determined according to Yıldırım and Şimşek (2011).

At the first stage, the literature about teaching geometric objects topic was reviewed, and two mathematics teachers were interviewed. In addition to literature, the teachers also emphasized the difficulty in the teaching and learning process of three dimensional objects. In

this respect, the research problem of the study was determined as *"What could be done to improve the teaching process of the geometric objects topic?"* At the second stage, in order to explore the research problem more in detail, the views of a mathematics teacher who was the practitioner in the study were taken. Also, the studies on geometry in general and the teaching of geometric objects in particular were examined in detail to establish conceptual framework, to finalize the research questions and to prepare the data collection tools (Yıldırım & Şimşek, 2011). Next, the data were organized and analyzed. The results indicate that when it is planned effectively, technology-supported teaching simplifies the teaching of geometry and concretize the geometric objects. As a result, the research question was reformulated as *"Can the qualified educational materials produced through dynamic geometry software support the teaching of geometric objects?"* At the third stage, which is the action plan development and implementation stage, the skills expected from students to acquire the three dimensional objects within the scope of 8th grade curriculum was analyzed in detail. Also, the activities on this topic in textbook were examined. In line with the objectives stated in the curriculum, 20 activities were designed in Cabri 3D software for student use. To assess the alignment of these activities with the objectives, three experts in mathematics education and the practitioner mathematics teacher were consulted. In line with the opinions of these experts, corrections were made in seven activities, and four activities were completely excluded from the study. At the implementation stage, the teacher conducted the teaching of geometric objects in a computer lab through the activities with 18 eight graders for three weeks. At the fourth stage, which is the evaluation stage, a semi-structured interview was conducted with the practitioner teacher. The interview data was examined by two researchers, and the positive and negative aspects of the implementation and the suggestions were determined as the subthemes that emerged from the data. The strategies as expert evaluation, participant confirmation, specifying the limitations of the study, providing a detailed description of data collection and analysis processes, and giving quotations were used to increase the trustworthiness of the study. While preparing a new implementation plan, the missing, negative and unfunctional aspects of the activities were corrected based on the opinions of the teacher who followed the implementation procedure, and the activities were made ready for future use.

Results and Discussion

In general, the teacher found the implementation useful and thought that the implementation facilitated the teaching and learning of geometric objects. These results

coincide with those in the literature which state that technology-supported geometry teaching is an intriguing (Şimşek & Yücekaya, 2014) and effective method; it increases student achievement (Bintaş & Bağcıvan, 2007; Forsythe, 2007; Yıldız, 2009); and the use of geometry software in teaching geometry provides a meaningful difference in student achievement (Botana, 2014; Erbaş & Yenmez, 2011). As expressed by the teacher, the positive aspects of the implementation are that the activities increase student motivation by attracting their attention; they help teachers save time during the teaching process in class; and they can also be actively repeated home. The teacher also mentioned that some difficulties were experienced in the use of Cabri 3D. As indicated by the teacher, most of the students had difficulty in constructing of geometric objects in the activities and some students who need personal support had difficulty doing the activities.

Within the scope of the study, the piloting of the activities designed to facilitate students' understanding of geometric objects topic was completed. In the next step, it is planned to conduct studies to statistically reveal whether these activities provide a significant difference in student achievement.

Geometrik Cisimler Konusunun Dinamik Geometri Yazılımı ile Öğretimi

Bengüsu UĞUR^{1,†}, Selin URHAN², Selay ARKÜN KOCADERE²

¹Milli Eğitim Bakanlığı, Denizli, TÜRKİYE; ²Hacettepe Üniversitesi, Ankara, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 31.03.2016

Makale Kabul Tarihi: 21.10.2016

Özet- Alan yazında yer alan çalışmalar ve çalışma kapsamında iki matematik öğretmeninden alınan görüşler, geometrik cisimler konusunun öğretimi sürecinde zorluklar yaşandığına ve konuya ait başarının düşük olduğuna işaret etmektedir. Bu çalışma; 3 boyutlu (3B) geometrik cisimler konusunun öğrenme ve öğretme sürecini iyileştirmek amacıyla yapılan bir eylem araştırmasıdır. Çalışmada 8. sınıf matematik öğretim programında yer alan geometrik cisimler konusuna yönelik olarak, 3 boyutlu çizim ve hesaplama gibi özelliklere sahip Cabri 3D dinamik geometri yazılımı ile etkinlikler geliştirilmiştir. Etkinlikler hakkında üç matematik eğitimi alan uzmanından ve bir matematik öğretmeninden görüş alınmış, gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Güncellenen etkinlikler 18 sekizinci sınıf öğrencisine, 3 hafta boyunca uygulanmıştır. Uygulama sonrasında öğretmenin görüşleri alınmış ve analiz edilmiştir. Öğretmen, etkinliklerin öğrencilerin geometrik şekilleri kavramasını kolaylaştırdığını belirtmiştir. Etkinliklerin ilgi çekerek öğrencilerin motivasyonunu yükseltmesini, sınıf içinde öğretim sürecinde zaman kazandırmasını ve etkinliklerin evde de aktif şekilde tekrar edilebilmesini uygulamanın olumlu yönleri olarak dile getirmiştir. Öte yandan bazı durumlarda Cabri 3D kullanımı ile ilgili sıkıntılar yaşandığını da ifade etmiştir. Öğretmenin getirdiği öneriler dikkate alınarak etkinlikler güncellenmiş, çeşitli uygulama ve araştırma önerileri getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: geometri öğretimi, geometrik cisimler, Cabri 3D, BİT, teknoloji destekli matematik öğretimi.

Giriş

Yaşadığımız çevreyi tanımak ve anlamlandırmak için önemli bir araç olan geometrinin (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000), öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine katkı sağladığı bilinmektedir (Pesen, 2006). Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması 2011 (TIMSS) sonuçlarına göre, Türkiye “geometrik biçim ve ölçü” alanında görece olarak en düşük performansı göstermiştir. Bu alanda Türkiye’nin aldığı puan, genel ortalamanın 22 puan gerisindedir ve bu fark

† İletişim: Bengüsu UĞUR, Bilişim Teknolojileri Öğretmeni, Yahşiler Ortaokulu, Tavas, Denizli, TÜRKİYE.

E-mail: bengusuugur@gmail.com

istatistiksel olarak anlamlıdır (Oral & McGivney 2013). Türkiye’de yapılan birçok çalışmada da, öğrencilerin geometri başarısının yüksek olmadığı vurgulanmaktadır (Fidan & Türnüklü, 2010). Yılmaz, Turgut ve Kabakçı (2008), ortaöğretim öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri üzerine yaptıkları çalışmada, öğrencilerin geometri konularını kavramsal değil de şekilsel olarak öğrendiğini; şekiller içi analiz yapamadığını; geometrik şekiller arasındaki ilişkileri saptayamadığını belirtmiştir.

Geometri öğretiminin asıl amacı, çeşitli gösterimler ve üç boyutlu şekiller yardımı ile öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmektir (Ben-Chaim, Lappan & Houang, 1989); ancak yapılan çalışmalar üç boyutlu geometri konularında hedeflenen amaçlara ulaşmadan ders döneminin sonlandığını göstermektedir (Katona 2008, Kösa 2011). Toptaş (2008), ilköğretim 1-5. sınıf öğrencilerinin öğretim programında yer alan uzamsal ilişkilerle ilgili terimlerin birçoğunu kullanmadığını; iki boyutlu geometrik şekilleri karıştırdığını; üç boyutlu cisimleri ise tam olarak tanıyamadığını ve sınıflayamadığını belirlemiştir. Tutak ve Birgin (2008) öğrencilerin, geometri ile ilgili konulardan korktuğunu; geometriye karşı olumsuz tutum geliştirdiğini; bunun sonucu olarak da geometride pek çok hata yaptığını belirtmiştir. Benzer şekilde alan yazında öğretmen adaylarının geometrik cisimler konusunda zorluk çektiğini gösteren birçok çalışma olduğu da görülmektedir (Altaylı, Konyalıoğlu, Hızarcı & Kaplan, 2014; Bozkurt & Koç, 2012; Gökkurt, Şahin, Başbüyük, Erdem & Soylu, 2014; Koçak, Gökkurt & Soylu, 2014).

Yapılan çalışmalar doğrultusunda geometri öğretiminde yaşanan güçlüğü temel sebepleri, öğrencilerin geometrik cisimlerin statik görünümünü kavramada güçlük çekmesi ve üç boyutu algılamada sorun yaşaması olarak belirlenmiştir (Accascina & Rogora 2006; Kösa, 2011). Geometri öğretimi, öğrencilerin şekilleri zihinlerinde üç boyutlu canlandırmasını sağlayacak ve uzamsal düşünme becerisini geliştirecek; çıkarımda bulunmasını, genelleme yapmasını ve kavramsal anlamasını kolaylaştıracak tarzda olmalıdır (Gürbüz & Gülburnu, 2013).

Geometri öğretiminde hedeflenen amaçlara ulaşabilmek ve alan yazında geometri öğretimi üzerine yapılmış çalışmalarda belirlenen aksaklıkları giderebilmek için teknoloji desteğinden faydalanılabileceği düşünülmektedir. Nitekim güncellenen matematik öğretimi programında, bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) kullanımına dikkat çekmek için; teknolojinin sürekli geliştiğine ve anlamlı matematik öğretimi için yeni fırsatlar sunduğuna vurgu yapılmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2013).

Eğitimde BİT kullanımının öğrenci başarısı üzerinde anlamlı fark ortaya çıkardığını gösteren birçok çalışma vardır (Akçay, Aydoğdu, Yıldırım & Şensoy, 2005; Çekbaş, Yakar, Yıldırım & Savran, 2003). Matematik öğretiminde teknoloji kullanımı üzerine yapılan çalışmalar da, benzer şekilde, teknoloji kullanımının öğrencilerin matematik başarısını arttırdığını işaret etmektedir (Karakuş, 2008; Marrades & Gutierrez, 2000; Önal, Demir & Güloğlu, 2013; Şimşek & Yücekaya, 2014). Baki (2000), özellikle matematiksel kavramları ve ilişkileri görselleştirerek somutlaştıran teknolojilerin, etkili ve uygun şekilde kullanıldığında, öğrenmeyi ve öğretmeyi olumlu yönde etkileyeceğini belirtmiştir. Teknoloji destekli matematik öğretimi konusunda yapılmış 85 çalışmanın incelendiği bir meta analiz çalışmasının sonuçları, teknoloji kullanımının öğrencilerin matematik başarısında anlamlı bir fark ortaya koyduğunu göstermiştir (Li & Ma, 2010).

Geometri konularının teknoloji desteği ile öğretilmesinin de öğrenci başarısını arttırdığı görülmüştür (Bintaş & Bağcıvan, 2007; Forsythe, 2007; Yıldız, 2009). Şimşek ve Yücekaya (2014) tarafından yapılan çalışmada öğrenciler, teknoloji kullanarak işledikleri geometri dersini daha eğlenceli ve dikkat çekici bulmuşlar; teknoloji kullanımının öğrenmelerini kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Teknoloji destekli geometri öğretiminin, öğrencilerin geometrik cisimleri tanımasını ve görselleştirmesini, geometrik cisimler arasındaki ilişkileri anlamasını kolaylaştırmak ve uzamsal düşünme becerisini geliştirmek için etkili bir yöntem olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Gürbüz & Gülburnu, 2013). Güven ve Karataş (2003) da BİT'i; geometri sınıflarına sunduğu fırsatlar sayesinde kavramsal öğrenmeleri kolaylaştırma konusunda umut vaat eden araçlar olarak nitelendirmektedir.

Geometri öğretimi için özel olarak geliştirilmiş bazı araçlar vardır. Bunlar Geometer's Sketchpad, Cabri 2D ve 3D, GeoGebra gibi yazılımlardır. Geometri yazılımlarının geometri öğretiminde kullanımı ile ilgili yapılmış olan çalışmalar; yazılımın kullanımı ile öğrenenlerin başarısında anlamlı fark oluşturduğunu göstermektedir (Botana, 2014; Erbaş & Yenmez, 2011).

Bu çalışmada alan yazında sıklıkla vurgulanan 3 boyutlu (3B) cisimlerin öğretiminde yaşanan sıkıntıları azaltmak amacıyla, söz konusu dinamik geometri yazılımlarından biriyle ders materyali geliştirmek ve buna ilişkin bir uygulama yaparak, uygulamanın sonuçlarını betimlemek amaçlanmıştır.

Yöntem

Bu çalışma bir eylem araştırması olarak tasarlanmıştır. Eylem araştırması, bir problemi anlamaya ve çözmeye ya da uygulama sürecinde ortaya çıkan sorunların belirlenmesine ve

çözülmesine yönelik veri toplamayı ve analiz etmeyi içeren bir araştırma yaklaşımıdır (Berg, 2001). Bu süreç bir problemin belirlenmesi, bu problemin çözümüne yönelik bir uygulama planı yapılması, uygulamanın gerçekleştirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve ileriye yönelik alınacak önlemlerin belirlenmesinden oluşmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu araştırma yaklaşımı, öğretmenlerin bir araştırmacı gözüyle kendi öğretim ortamlarında karşılaştıkları sorunları sorgulamalarına ve bu sorunlara çözüm üretmelerine fırsat tanınması yönüyle oldukça faydalı ve gereklidir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Eylem araştırmalarında problemi çözmeye yönelik hazırlanmış uygulama, uygulayıcının bizzat kendisi tarafından yürütülebileceği gibi bir araştırmacının desteği ile de gerçekleştirilebilir (Berg, 2001). Bu yönüyle düşünüldüğünde, eylem araştırmalarında araştırma ve uygulama süreçleri arasında diğer araştırma yaklaşımlarında ortaya çıkan boşluğun doldurulabildiği söylenebilir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Berg (2001), farklı yaklaşımları bir araya getirerek eylem araştırmalarını "teknik / bilimsel / işbirlikçi eylem araştırması", "uygulama / karşılıklı işbirliği / tartışma odaklı eylem araştırması", "özgürleştirici / geliştirici / eleştirel eylem araştırması" şeklinde sınıflandırmıştır. Teknik / bilimsel / işbirlikçi eylem araştırmasında amaç, mevcut bir kuramsal çerçeve içinde bir uygulamayı test etmek ya da değerlendirmektir (Berg, 2001). Buna göre, kuramsal çerçeveye hakim bir araştırmacının rehberliğinde, uygulayıcı yeni bir yaklaşımı öğrenme öğretme sürecinde uygular ve uygulamanın ardından süreç, araştırmacı tarafından analiz edilerek değerlendirilir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Bu çalışmada yöntem olarak teknik / bilimsel / işbirlikçi eylem araştırması temel alınmıştır. Çalışmanın genelinde süreci yapılandırmaya yönelik olarak Yıldırım ve Şimşek (2011)'in belirttiği eylem araştırması adımları takip edilmiştir.

a) *Araştırma problemine karar verme*

Eylem araştırmasının ilk adımı olan araştırma problemine karar verme aşamasında bir problem durumu ya da uygulama sürecinde irdelenmesi gereken bir boyutun genel olarak belirlenmesi amaçlanır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu aşamada, TIMSS 2011 sonuçları incelenmiş ve Türkiye'nin öğrenme alanları arasında "geometrik biçim ve ölçü" alanında görece olarak en düşük performansı gösterdiği görülmüştür (Oral & McGivney, 2013). Bu konuya ilişkin alan yazın taranmış, öğrenenlerin 3 boyutlu cisimleri tam olarak tanıyıp sınıflandıramadığı, geometri ile ilgili konularda olumsuz tutum geliştirdiği ve bu konuda pek çok hata yaptığı belirlenmiştir (Tutak & Birgin, 2008; Altaylı, Konyalıoğlu, Hızarcı & Kaplan, 2014; Bozkurt & Koç, 2012; Gökkurt, Şahin, Başbüyük, Erdem & Soylu, 2014;

Koçak, Gökkurt & Soylu, 2014). Sohbet tarzı görüşme ile (Patton, 2014) iki matematik öğretmeninden görüş alınmıştır. Bu konunun öğretiminde özellikle üç boyutlu cisimlerin algılanması nedeniyle güçlük yaşadığı öğretmenler tarafından da dile getirilmiştir. Bu bağlamda çalışmada araştırma problemi "*Geometrik cisimler konusunun öğretim sürecini iyileştirmek için neler yapılabilir?*" olarak belirlenmiştir.

b) Alan yazın taraması, veri toplanması ve analizi

Yıldırım ve Şimşek (2011), veri toplama aşamasında araştırma problemini daha detaylı biçimde ortaya koymak ve problemin çözümüne yönelik öneriler geliştirmek amacıyla araştırmacı notları, öğrenci ödevleri, bireysel ya da odak grup görüşmesi, gözlem, anket ve doküman gibi veri kaynaklarından yararlanılabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada görüşme yöntemi kullanılmış ve araştırma problemini daha detaylı biçimde ortaya koymak adına bu araştırmanın uygulayıcısı rolünde olan ve alanında dokuz yıllık deneyime sahip bir matematik öğretmeni ile görüşme yapılmıştır. Görüşme sürecinde öğretmene derslerinde üç boyutlu cisimleri hangi yöntemle öğrettiği, öğretim sürecinde karşılaştığı zorluklar ve bu zorlukları azaltmak adına aldığı önlemler sorulmuştur.

Alan yazın tarama aşamasında araştırma problemine kavramsal çerçeve oluşturmak, araştırma sorularını netleştirmek ve veri toplama araçlarını hazırlamak amacıyla (Yıldırım ve Şimşek, 2011) genelde geometri, özelde geometrik cisimlerin öğretimi üzerine yapılmış çalışmalar detaylıca incelenmiştir. Bu bağlamda teknoloji destekli eğitimin geometri öğretimini kolaylaştırdığı, soyut kavramlar içeren geometrik cisimler konusunun somutlaştırılmasını sağladığı görülmüştür (Şimşek & Yücekaya, 2014; Gürbüz & Gülburnu, 2013; Yıldız, 2009; Bintaş & Bağcıvan, 2007; Forsythe, 2007). Bu noktada teknolojinin bir araç olarak ele alınması gerektiğini; ilettiği mesajın ve bunu iletme için seçilen pedagojik yaklaşımın, en az teknolojinin yapısı, aracın sağladığı imkanlar kadar önemli olduğunu hatırlamak önemlidir. Bu bağlamda söz konusu teknoloji kullanılarak geliştirilen ürünün öğretimsel açıdan nitelikli olması önem arz etmektedir (Baki, 2000; Kurt, 2013). Aksi takdirde teknoloji entegrasyonunun temel amacı olan öğretimi iyileştirmek ve/veya kolaylaştırmak söz konusu olmayacaktır. Bu doğrultuda hem araç seçimine dikkat edilmesi, hem de öğretimsel açıdan nitelikli içerik geliştirilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Alan yazında geometri öğretimi sürecine teknoloji desteği sağlamak amacıyla kullanılan araçlar incelenmiş; kullanışlı ve etkili olmaları yönünden değerlendirilmiştir. Bu araçlardan biri olan Cabri 3D, geometrik şekillerin uygun gösterimlerle modellenerek somutlaştırılmaya çalışıldığı üç boyutlu dinamik geometri yazılımıdır (Karaarslan, Boz & Yıldırım, 2013). Üç

boyutlu cisimlerin öğretimi konusunda önemli bir potansiyele sahip olduğu bilinen (Accascina & Rogara, 2006), kullanıcıya şekillere her açıdan bakma imkânı veren ve şekillerin arka planında kalan kısımları görünür hale getirebilen Cabri 3D yazılımı kullanılarak geliştirilecek etkileşimli uygulamaların geometrik cisimlerin öğretimin sürecini iyileştirebileceği düşünülmüştür.

Eylem araştırmasının bu adımında araştırma probleminin sınırlandırılması beklenmektedir. Bu bağlamda, alan yazın taraması ve veri analizi sonucunda araştırma problemi “*Dinamik geometri yazılımları aracılığıyla üretilen öğretimsel açıdan nitelikli materyaller geometrik cisimlerin öğretimine destek sağlayabilir mi?*” şekline dönüşmüştür.

c) *Eylem - izleme planı geliştirme ve uygulama*

Bu aşamada sürece ilişkin bir çözüm planı ya da alternatif bir uygulama geliştirilir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu amaçla çalışmanın bu basamağında, 8. sınıf öğretim programında yer alan üç boyutlu cisimler konusuna ilişkin kazanımlar detaylı biçimde incelenmiştir. Bunun yanı sıra, öğretmen kılavuz kitabında yer alan konuyla ilgili etkinlikler değerlendirilmiştir. Öğretim programındaki kazanımlara uygun olacak şekilde, Cabri 3D yazılımı kullanılarak, öğrencilerin kullanımına yönelik 20 etkinlik hazırlanmıştır. Öğretimsel açıdan nitelikli bir materyal geliştirmenin önemi göz önüne alınarak, etkinliklerin kazanımlara uygunluğu konusunda matematik eğitimi alanında çalışan üç öğretim elemanından ve etkinliklerin uygulayıcısı olan matematik öğretmeninden görüşme yoluyla uzman görüşü alınmıştır. Bu süreçte görüşmeyi yapan araştırmacı, uzmanlara tüm etkinlikleri bilgisayar ortamında sunmuş, her bir etkinliğin hangi kazanıma yönelik olarak, ne amaçla geliştirildiği bilgisini hem sözlü hem önceden hazırlanmış bir formda yazılı olarak vermiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda, yedi etkinlikte düzeltme yapılmıştır. Aynı kazanıma yönelik olduğu belirlenen, ilgili olduğu kazanımı tam olarak karşılayamadığı düşünülen, kavram yanılgısına sebep olabileceği öngörülen ya da söz konusu kazanımın teknoloji desteği olmadan da kolaylıkla öğretilbileceği belirlenen dört etkinlik uygulamadan tamamen çıkartılmıştır. Oluşturulan etkinliklerin Ankara’da bir özel okulda 18 sekizinci sınıf öğrencisine, geometrik cisimler ünitesinin işlendiği 3 hafta boyunca toplam 12 ders saatinde uygulanması planlanmıştır.

İzleme planı geliştirme aşamasında da söz konusu etkinliklerin uygulanma sürecini takip etmek adına derslerin video kaydının alınması ve uygulama sürecinin ardından öğretmenle ve öğrencilerle görüşme yapılması düşünülmüştür. Bu amaca yönelik olarak okul yönetimi ile görüşülmüş ancak uygulama sürecinin video kaydı konusunda izin alınamamıştır.

Benzer şekilde öğrenci görüşü alınması da okul yönetimi tarafından uygun bulunmamıştır. Yalnızca uygulamayı yürüten öğretmen ile görüşülebileceği anlaşılmıştır. Bunlara ek olarak bu aşamada uygulamayı yürütecek öğretmenle etkinlikler üzerinden ayrıntılı biçimde gidilmiş ve etkinliklerin uygulanması konusunda öğretmenle işbirliği içerisinde zaman planlaması yapılmıştır. Görüşmeler sonucunda öğretmen, geometrik cisimler konusunun anlatımına yönelik hazırladığı ders planlarını etkinlikleri uygulayacak biçimde düzenlemiştir.

Eylem planının uygulanması aşamasında öğretmen ders planına uygun şekilde, geometrik cisimlerin konu anlatımını bilgisayar laboratuvarında bu etkinliklerin desteği ile yapmıştır.

d) Değerlendirme

Uygulamanın analizi ve değerlendirilmesi aşamasında uygulama sonuçlarını analiz etmek ve çalışmanın başında belirlenen araştırma probleminin ne derece çözüldüğüne yönelik değerlendirme yapmak amacıyla bu dersi yürüten öğretmen ile etkinlikler, dersin işleniş süreci, süreçte öğrencilerin durumu konularında yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Görüşme sorularına Ek 1’de yer verilmiştir.

Görüşme verileri iki araştırmacı tarafından incelenmiş ve veriler çerçevesinde temalar oluşturulmuştur. Yıldırım ve Şimşek (2011), nitel çalışmalarda araştırma sürecinin ve sonuçlarının açık, tutarlı ve başka araştırmacılar tarafından teyit edilebilir olmasını inandırıcılık olarak tanımlamakta ve elde edilen bulguların gerçekliğine, benzer ortamlarda sonuçların geçerliğine, süreçlerin tutarlığına, verilerin nesnel bir yaklaşımla toplandığına ilişkin kanıtlar sunulması gerektiğini belirtmektedir. Bu bağlamda, nitel araştırmalarda inandırıcılığı arttırmak adına uzun süreli etkileşim, derin odaklı veri toplama, çeşitleme, uzman incelemesi, katılımcı teyidi gibi stratejiler kullanılması gerekmektedir (Lincoln & Guba, 1985). Bu çalışmada inandırıcılığı arttırmak amacıyla yararlanılan stratejilerden biri uzman incelemesidir. Araştırma konusu hakkında genel bilgiye sahip ve nitel araştırma yöntemleri konusunda uzman bir öğretim elemanına görüşme verileri ve temalar gönderilmiştir. Uzman görüşme verilerini ve analizini incelemiş; araştırmacılara geri bildirimde bulunmuştur. Uzman tarafından getirilen eleştirilerden biri, “öğrencilerin aktif olması” ve “uygulamaların ilgi çekmesi” alt temalarına ait açıklamaların birbirini ile kesiştiği; bir diğeri ise “yönergeleri uygulama zorluğu” alt temasının, temelde yatan teknik problemleri vurgulamaktan uzak olduğu yönünde olmuştur. Uzmanın yönlendirmesi doğrultusunda öğrencilerin etkinliklerde yer alan yönergeleri uygulamadaki sıkıntıları derinlemesine incelenerek raporlanmıştır. Bu ve benzeri güncellemeler, araştırmacılar hemfikir olana kadar

uzmanın yönlendirmesi doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan yeni tema başlıkları altında yer alan görüşme verileri iki ayrı araştırmacı tarafından yeniden kodlanmış ve araştırmacıların görüşlerinin birbirleri ile uyumlu çıktığı görülmüştür. Bunun yanı sıra inandırıcılığı arttırmak adına görüşme verilerinin analiz sonuçları üzerine katılımcı teyidi alınmıştır. Görüşme verileri ve analizi bir rapor halinde görüşme yapılan ve etkinliklerin uygulayıcısı olan öğretmene gönderilmiş; öğretmenden raporu okuyarak verilerin tamliğini, analizlerin gerçekliği yansıtmadaki yeterliğini ve sonuçların kendi algılarına ve yaşantılarına ilişkin olup olmadığını değerlendirmesi; düşüncelerini yazılı olarak belirtmesi istenmiştir. Öğretmen analiz sonuçlarını teyit etmiştir; bu doğrultuda sonuçlar üzerinde bir düzeltmeye gerek duyulmamıştır. Roberts, Priest ve Traynor (2006), araştırmada süreçteki her şeyin açık bir şekilde ortaya konulmasının da inandırıcılığı arttırabileceğini belirtmiştir. Bu bağlamda, ayrıntılı betimleme ile eylem araştırmasında gerçekleştirilen tüm işlemler detaylı bir biçimde adım adım açıklanarak inandırıcılık arttırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca çalışmada inandırıcılığı arttırmak için araştırmacının sınırlılıklarını verme (Glesne & Peshkin, 1992, akt: Yıldırım, 2010) ve katılımcılardan elde edilen verilerin analizinde bazı örnekleri geneli yansıtacak biçimde ayrıntılı alıntılar yaparak sunma (Twycross & Shields, 2005) stratejileri de kullanılmıştır.

Eylem araştırmasının son basamağını oluşturan yeni eylem planı hazırlama aşamasında uygulama sürecini yürüten öğretmenin görüşleri çerçevesinde etkinliklerin eksik, olumsuz ya da öğretim sürecinde işlemeyen yönleri düzeltilmiş ve etkinlikler yeniden uygulanmaya hazır hale getirilmiştir.

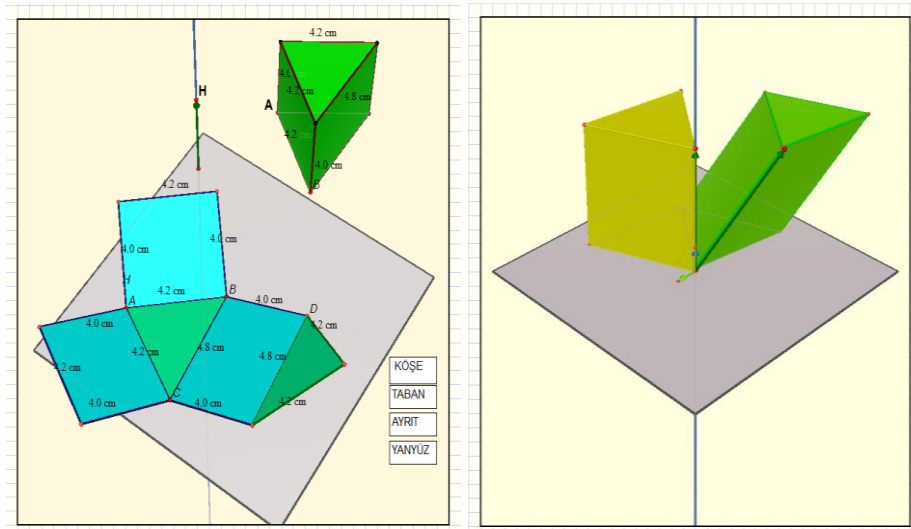
Geliştirilen Etkinlikler

Etkinlik 1. Prizmalar ve prizmaların temel özelliklerine yönelik etkinlikler

Etkinlik 1.1 Bu etkinlik ile "Üçgen prizmayı inşa eder, temel elemanlarını belirler ve yüzey açınımını çizer" kazanımı hedeflenmiştir. Etkinlikte iki adet üçgen prizma ve bir kontrol noktası ile prizmanın temel elemanları yer almaktadır. Kontrol çubuğu ile hareket ettirilerek her iki prizmanın da yüksekliği değiştirilebilmektedir. Üçgen prizmalardan açık olanı "D" noktası hareket ettirilerek açılıp kapanmaktadır. Böylece öğrenen prizmanın yüzey açınımını görebilmektedir. Etkinlikte prizmanın temel elemanlarının isimleri, prizmalar üzerinde istenilen yere taşınabilmektedir ancak doğruluğunun öğretmen tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir. Aynı kontrol noktası kullanılarak sayfa üzerinde öğrenen tarafından başka prizmalar oluşturulabilmektedir. Etkinlik uzmanlar tarafından kazanıma uygun bulunmuştur. Özellikle kapalı formdaki prizma büyüdükçe, açınımının da büyümesi ve benzer şekilde

açınım büyüdükçe kapalı formunun da büyümesi, prizmalar ile açınımları arasındaki bağlantıyı görme açısından etkili bulunmuştur.

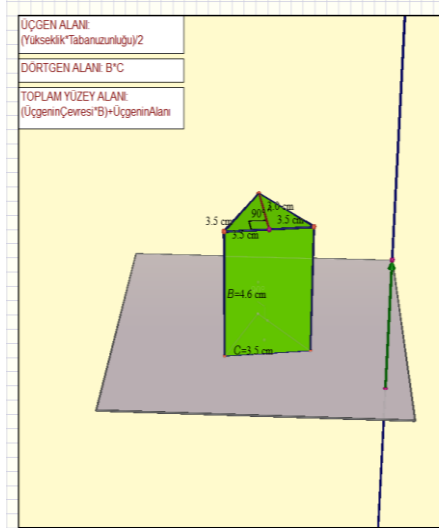
Etkinlik 1.2. Eğik prizma ile dik prizma arasındaki farkı göstermek amacıyla hazırlanmış bir etkinliktir. Etkinlikte eğik prizmanın yüzey ile yaptığı açı öğrenen tarafından değiştirildikçe, prizmanın duruşunun nasıl değiştiği gözlemlenmektedir. Dik prizmanın açısı sabitlenmiştir. Eğik prizmanın yüzey ile yaptığı açı 90 derece olarak ayarlandığında, öğrencilerin eğik prizmanın dik prizmaya dönüştüğünü görmeleri mümkündür. Uzmanlar uygulamayı faydalı bulmuş, ancak eğik prizmanın yüzey ile arasındaki açının yanlış yerde işaretlendiğini belirtmişlerdir. Bu uyarı bağlamında açı doğru yerde işaretlenmiş ve etkinlik düzeltilmiş bu haliyle uzmanlara tekrar sunulmuş onaylatılmıştır.



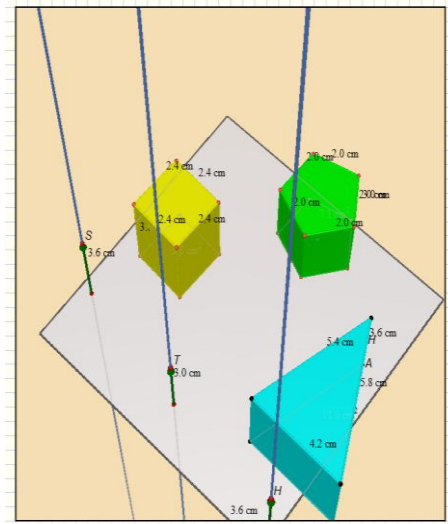
Etkinlik 1.1

Etkinlik 1.2

Etkinlik 1.3. uygulamasında bir kontrol noktasına bağlı üçgen prizma yer almaktadır. Bu uygulama "Dik prizmaların yüzey alan bağıntısını oluşturur" kazanımına yönelik hazırlanmıştır. Uygulama içerisinde yüzey alan bağıntısına yer verilmiş ve öğrenenin bağıntı için gerekli uzunlukları değiştirebilmesi mümkün kılınmıştır. Uygulamada prizmanın yüzey açınımına da ulaşılabildiğinden öğrenenin kavramları görselleştirerek bağlantıyı algılaması hedeflenmektedir. Uzmanlar etkinliği kazanıma uygun bulmuşlardır. Ancak şeklin üst tabanı olarak verilen üçgenin yüksekliğinin üçgenden bağımsız hareket edebildiği görülmüş, düzeltme yapılmıştır.



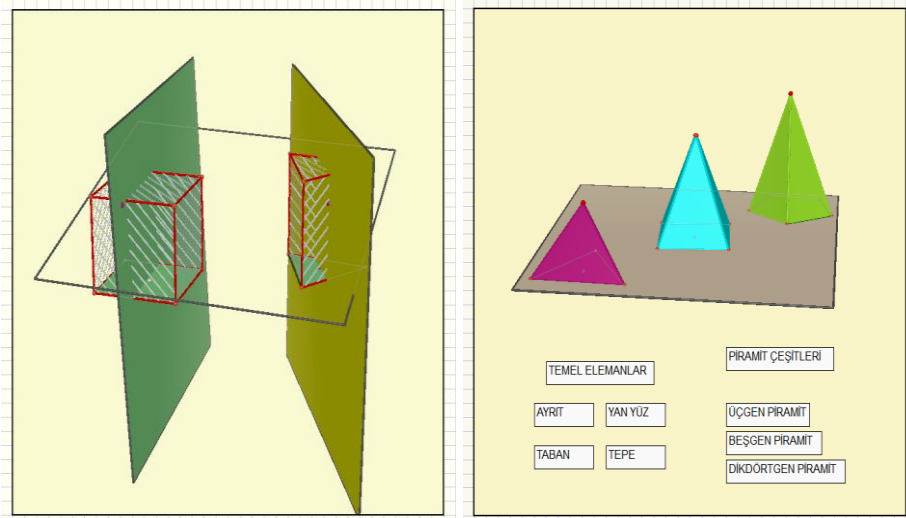
Etkinlik 1.3



Etkinlik 1.4

Etkinlik 1.4 uygulamasında üçgen prizmanın yanı sıra beşgen ve dörtgen prizmalara da yer verilmiştir. Öğretim programındaki uyarı dikkate alınarak, öğrenenin farklı prizmaların yüzey alan bağıntılarını oluşturabilmesi amaçlanmıştır. Uzmanlar prizmaların açılabilmesini faydalı bulmuşlar; yüzey alanının daha kolay hesaplanabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca üçgen prizmanın üst tabanını oluşturan üçgenin yüksekliğinin ve üçgenin üç kenarının bulunduğu durumda kullanılan alan formülünün etkinlikte verilmesinin daha uygun olacağını dile getirmişlerdir. Buna ilişkin düzeltmeler yapılmıştır.

Etkinlik 1.5 uygulamasında üçgen ve dörtgen prizmalar yer almaktadır. Bu uygulama "Bir düzlem ile bir geometrik cismin ara kesitini belirler ve inşa eder" kazanımına yönelik geliştirilmiştir. Uygulama içerisinde yer alan prizmalar düzlem tarafından kesilerek oluşacak şeklin gözlenmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu uygulamanın ilk halinde prizmalara ek olarak koninin ve kürenin de ara kesit düzlemlerine yer verilmiştir. Ancak uzmanlar dört farklı geometrik şeklin aynı düzlem üzerinde verilmesinin karışıklığa yol açabileceğini belirtmişlerdir. Buna göre bu etkinlikte yalnızca üçgen ve dörtgen prizmalara ve ara kesit düzlemlerine yer verilmiştir. Ayrıca geometrik cisimlerin ara kesit düzlemleri ile kesişimleri sonucunda oluşan şekillerin renkli olarak gösterilmesi önerilmiştir, etkinlik buna göre güncellenmiştir.



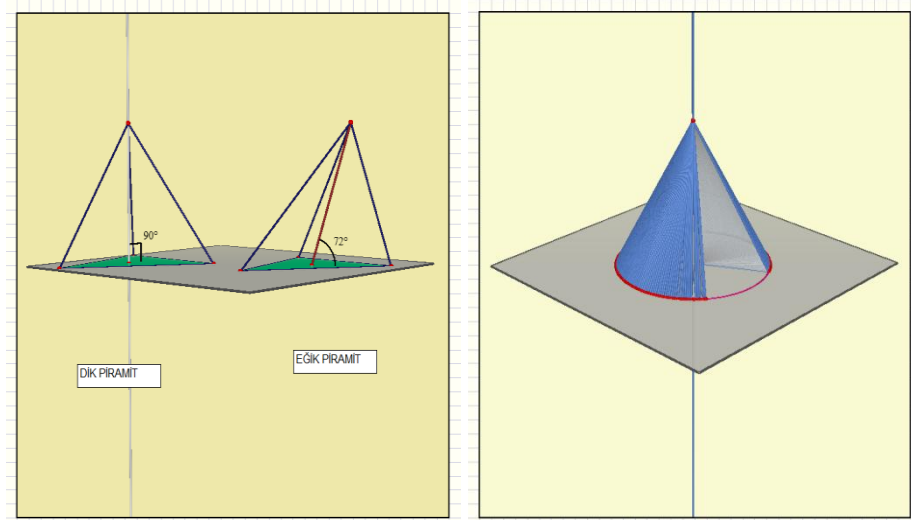
Etkinlik 1.5

Etkinlik 2.1

Etkinlik 2. Piramit ve piramidin temel özelliklerine yönelik etkinlikler

Etkinlik 2.1 uygulaması "Piramidi inşa eder, temel elemanlarını belirler ve yüzey açılımını çizer" kazanımına yöneliktir. Üçgen, dörtgen ve beşgen piramitlere yer verilerek piramit çeşitlerinin kavratılması ile ilgili uyarı da dikkate alınmıştır. Aynı zamanda piramidin temel elemanlarına yer verilerek öğrenenin temel elemanları kavraması sağlanmaya çalışılmıştır. Uzmanlar etkinliği ilgili kazanıma uygun bulmuşlardır. Ancak şekillerin renklendirilmesini önermişlerdir, etkinlik buna göre güncellenmiştir.

Etkinlik 2.2 uygulaması dik piramit ile eğik piramit arasındaki farkları ortaya koymak için hazırlanmıştır. Eğik piramidin taban düzlemi ile yaptığı açı değiştirilerek, piramidin görünümündeki farklılık gözlenebilmektedir. Dik prizmanın açısı ise sabittir. Öğrenciler eğik piramidin açısını değiştirerek 90 derece yapmaları durumunda, eğik piramidin dik piramide dönüştüğünü görebilmektedirler. Ancak uzmanlar, eğik piramidin taban düzlemi ile yaptığı açıyı değiştirerek şekli farklı açılardan incelediklerinde açının yanlış yerde işaretlendiğini görmüşlerdir. Eğik prizma ve taban düzlemi arasındaki açı doğru yerde işaretlenerek gerekli düzeltme yapılmıştır.



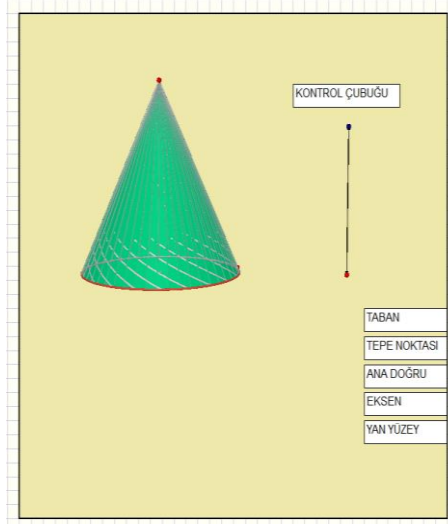
Etkinlik 2.2

Etkinlik 3.1

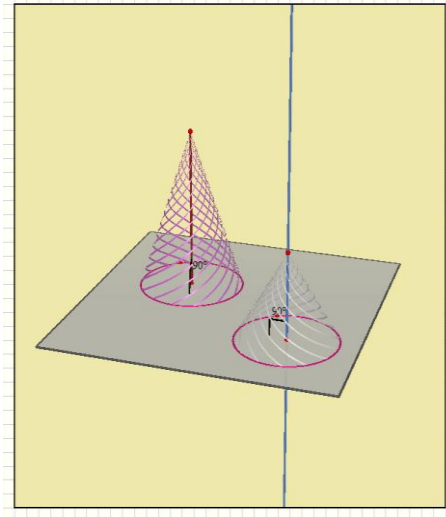
Etkinlik 3. Koni ve koninin temel özelliklerine yönelik etkinlikler

Etkinlik 3.1 uygulaması içerisinde, dik üçgenin dönerek koniyi oluşturduğunu gösteren bir animasyon yer almaktadır. Uygulama "Koninin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve yüzey açımını çizer" kazanımına yönelik geliştirilmiştir. Etkinlik, ilgili kazanıma uygun bulunmuş; ancak uygulamada animasyon butonuna basılmayıp, koninin tabanını oluşturacak çember hareket ettirildiğinde karışık şekillerin ortaya çıktığı fark edilmiştir. Çemberin sabitlenmesi önerilmiş, ancak Cabri 3D programında bu mümkün olmamıştır. Etkinliği çıkarmak yerine, öğrencilerin noktaları hareket ettirmeden doğrudan animasyonu başlatmasına yönelik yönerge ile kullanılmasına karar verilmiştir.

Etkinlik 3.2 uygulaması "Koninin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve yüzey açımını çizer" kazanımına yönelik geliştirilmiştir. Etkinlikte kontrol çubuğu hareket ettirilerek yüzey açımının görülmesi sağlanan kapalı formdaki koni ile temel elemanlarına yer verilmiştir. Yüzey açımına ulaşılan koninin temel elemanları öğrenen tarafından daha rahat algılanabilecektir. Etkinlik 3.1'dekine benzer şekilde, uzmanlar kontrol çubuğu yerine başka noktaları hareket ettirdiklerinde karmaşık şekiller oluştuğunu görmüşlerdir. Programın sınırlılığı gereği bir düzeltme yapılamamıştır. Etkinliğin kontrol çubuğu ile yönetilmesine yönelik bir yönerge ile kullanılmasına karar verilmiştir.

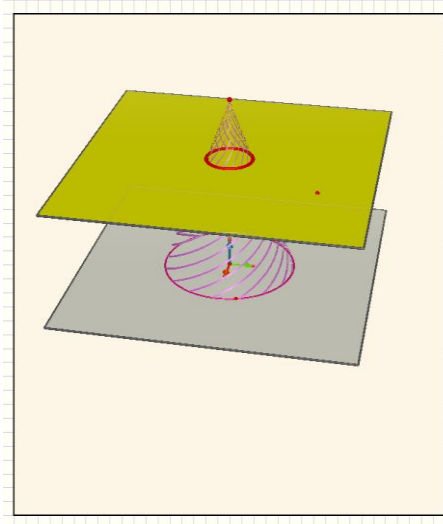


Etkinlik 3.2

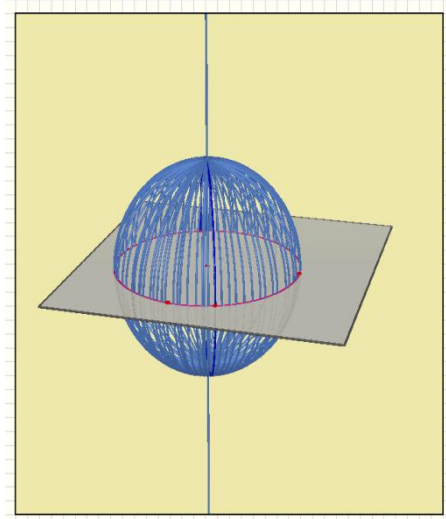


Etkinlik 3.3

Etkinlik 3.3 uygulaması ile öğretim programında vurgulanan dik koni ile eğik koni cisimlerine yer verilmiştir. Öğrenen eğik koninin kontrol noktalarını hareket ettirerek taban ile yaptığı açının değişmesini sağlayabilmektedir. Eğik koninin tabanla yaptığı açı 90 derece yapıldığında eğik koninin dik koniye dönüştüğü görülebilmektedir. Uzmanlar, eğik koninin taban düzlemi ile yaptığı açının yanlış işaretlendiğini, taban düzlemi ile koninin eksenini arasında kalacak şekilde işaretlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Gerekli düzeltme yapılmıştır.



Etkinlik 3.4

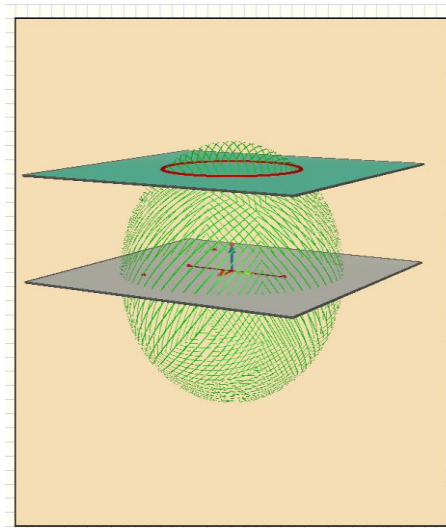


Etkinlik 4.1

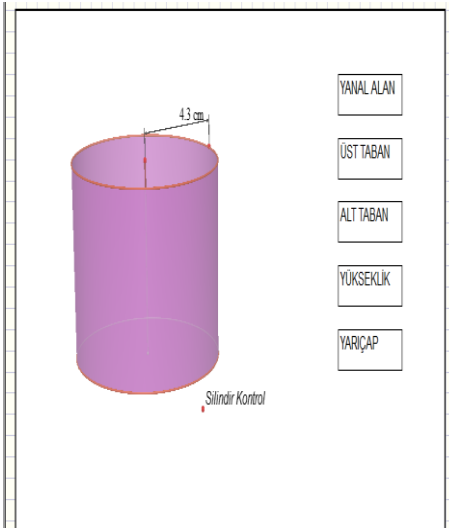
Etkinlik 3.4 "Bir düzlem ile geometrik cismin ara kesitini belirler ve inşa eder" kazanımına yöneliktir. Öğrenen koninin yatay bir düzlem tarafından kesilerek oluşturulan ara kesitinin görünümünü elde edebilmektedir. Etkinlik 1.5'ten ayrılarak yeniden yapılandırılan bu etkinliğin ilk halinde koni animasyonla oluşturulmakta iken; uzmanlar Etkinlik 3.1'de koni animasyonla verildiği için tekrarına gerek olmadığını belirtmişler ve burada koninin doğrudan verilmesini önermişlerdir. Bu görüş doğrultusunda animasyon kaldırılmıştır.

Etkinlik 4. Küre ve kürenin özelliklerine yönelik etkinlikler

Etkinlik 4.1 uygulaması "Kürenin temel elemanlarını belirler ve inşa eder." kazanımına yönelik olarak geliştirilmiştir. Başlangıçta birbirine dik iki daire görülen etkinlikte, animasyon ile yatay düzleme dik daire harekete geçerek yataydaki dairenin etrafında dönmekte ve küre oluşmaktadır. Etkinlikle öğrenene kürenin nasıl oluştuğunu ve temel elemanlarını gözlemleme olanağı sunulmaya çalışılmıştır. Uzmanlar, animasyonu izlemek yerine şekil üzerindeki noktalar hareket ettirildiğinde karmaşık şekillerin oluştuğunu fark etmişlerdir. Noktaların sabitlenmesi önerilmiş ancak Cabri 3D şekil üzerindeki noktaları sabitlemeye izin vermemiştir. Etkinliğin doğrudan animasyonu başlatmaya yönelik bir yönerge ile kullanılmasına karar verilmiştir.



Etkinlik 4.2

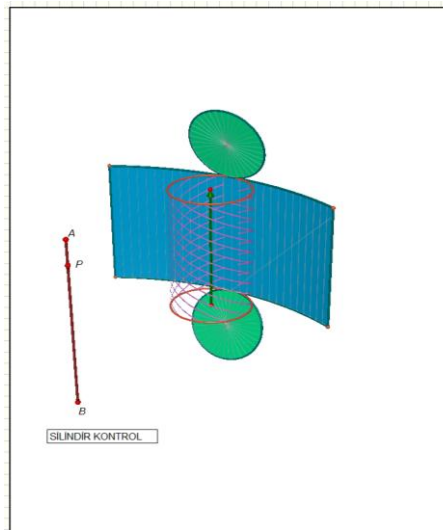


Etkinlik 5.1

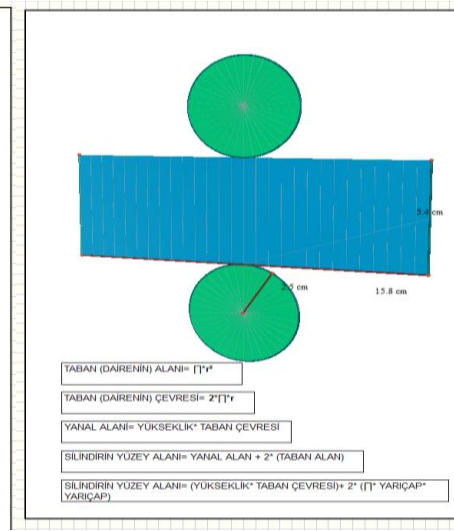
Etkinlik 4.2 'de yer alan küre bir düzlem ile kesilerek ara kesitinin görüntüsüne ulaşılmıştır. Bu uygulamada "*Bir düzlem ile geometrik cismin ara kesitini belirler ve inşa eder*" kazanımını hedeflenmiştir. Bu etkinlik, Etkinlik 1.5.'ten ayrılması sonucunda oluşturulmuş etkinliklerden biridir ve uzmanlar tarafından kazanıma uygun bulunmuştur.

Etkinlik 5. Dairesel silindir ve dairesel silindirin özelliklerine yönelik etkinlikler

Etkinlik 5.1 uygulaması "Silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve yüzey açılımını çizer" kazanımı temel alınarak geliştirilmiştir. Kontrol noktası kullanılarak silindirin boyutu değiştirilebilmektedir. Temel elemanlara yer verilen etkinlikte, öğrenenin terimleri uygun yerlere yerleştirmesi beklenmektedir. Etkinlik uzmanlarca kazanıma uygun bulunmuştur. Uzmanlar silindirin açık formunun kapalı formu ile etkileşimli olmaması sebebiyle, etkinlikte silindirin yalnızca kapalı formunun verilmesinin daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Bunun üzerine silindirin açık hali etkinlikten çıkartılmıştır.



Etkinlik 5.2



Etkinlik 5.3

Etkinlik 5.2 uygulaması da "Silindirin temel elemanlarını belirler, inşa eder ve yüzey açılımını çizer" kazanımına yönelik geliştirilmiştir. Kontrol noktası sayesinde silindir açık ve kapalı konumlarına getirilerek silindirin yüzey açılımını görülebilmektedir. Uzmanlar öğrencilerin etkinlikte yer alan görseli açarak silindirin yüzey açılımını görmelerini; kapatarak da silindirin inşasını yapmalarını kazanıma uygun bulmuşlardır. Kontrol noktası dışındaki noktaların sabitlenmesini önermişler, ancak yazılım buna imkan tanımamıştır. Etkinliğin kontrol çubuğu ile yönetilmesine yönelik bir yönerge ile kullanılmasına karar verilmiştir.

Etkinlik 5.3 uygulaması "Dik silindirin yüzey alan bağıntısını oluşturur" kazanımına yönelik geliştirilmiştir. Çalışmada açık halde yüzey açılımını görünen silindir ile silindirin yüzey alan bağıntısına yer verilmiş; öğrenenin silindirin yüzey alan formülü ile yüzey açılımı arasındaki ilişkiyi görsel olarak kurması sağlanmaya çalışılmıştır. Uzmanlar etkinliği kazanıma uygun

bulmuşlardır. Açık hali verilmiş silindirin tüm yüzlerinin görünebilir olmasının, öğrencilerin silindirin yüzey alan formülünü algılamasını kolaylaştıracağını belirtmişlerdir.

Bulgular

Uygulama sürecine ilişkin öğretmenle yapılan görüşmeden elde edilen verilerin analizi, çalışma kapsamında hazırlanan etkinliklerin geometrik cisimlerin öğretimi sürecinde kullanılmasının, 3B cisimleri kavramayı kolaylaştırdığına ve konunun algılanmasına destek olduğuna işaret etmiştir. Buna dair öğretmen görüşlerine ilişkin örnekler aşağıda aktarılmaktadır.

“Daha öncesinde bu şekilleri kafalarında canlandırmakta zorlandıklarını şimdi böyle olunca çok daha iyi anladıklarını söylediler. (...) Şekilleri döndürebilmeleri, şekillerin her yüzünü görebilmeleri, arakesitlerini görebilmeleri, renklendirme bunların hepsi çok faydalıydı eminim. (...) Sınıfta performansı pek de yüksek olmayan öğrencilerin bu kez daha iyi performans sergilediklerini gördüm. İyi olanlar zaten yine her zamanki gibi iyiydi. (...) Anlayan zaten anlıyor ama anlamakta zorlananlar için bu görsel destek çok iyi oluyor. Kavramları görerek öğrenmeleri ve şekilleri 3 boyutlu olarak görmeleri algılamalarını kolaylaştırıyor; akılda kalıcılık artıyor. (...) Geri bildirimler olumluymuştu. Derste sorduğum sorulara güzel cevap verdiler. Sonrasında final sınavında bu konuyla ilgili çıkan sorularda aldıkları puanlar benim bu görüşümü destekliyor. Tabii hepsi değil sadece çoğunluk için söylüyorum bunları. (...) Bu öğrencilerin çoğu final sınavında bu konuyla ilgili çıkmış soruları da yapabildi.”

“Bu uygulamaları kullanmasaydım, konuyu kitaptan, düz anlatımla arada da soru cevap yaparak, şekilleri tahtaya kendim çizerek ve bazen de çocuklara çizdirerek işleyecektim. Şekillerin açık halini falan da çizirdim tabii ki ama böyle etkili olmazdı elbette. Önceden hazırladığım sorularımı çözerdim yine, şekilleri tahtaya çizerek. Üç boyutlu şekilleri öğrencilerden kafalarında canlandırmalarını isterdim. Zorlandıkları noktalarda söz konusu şekillere örnekler sunardım. Yani dikdörtgenler prizması olarak, klasiktir hani, sınıfı düşünmelerini isterdim. Tabii bunlar yeteri kadar etkili olmuyor bence. Bu etkinlikler sayesinde anlatımın daha canlı olduğunu düşünüyorum. Görselliğin fazla olması sebebiyle öğrenme artıyor. Görsel olarak algılamada destek isteyen öğrencilere yeteri kadar destek verememiş oluyoruz bu şekilde. Çünkü bazı öğrenciler ciddi anlamda zorluk yaşıyor üç boyutlu şekilleri kafalarında canlandırmada. Bu sebeple soruları çözemiyorlar, performansları düşük oluyor. Bu öğrencilerin derse katılımını ve başarısını yükseltmek adına bu etkinliklerin işe yarayabileceğini düşünüyorum. Sınıftaki dönütler de genel olarak bunu işaret ediyordu.”

Yukarıda araştırmanın “*Dinamik geometri yazılımları aracılığıyla üretilen öğretimsel açıdan nitelikli materyaller geometrik cisimlerin öğretimine destek sağlayabilir mi?*” sorusu yanıtlanmış olmakla birlikte, elde edilen görüşme verilerinin analizinde farklı bulgulara da

ulaşmıştır. Bu doğrultuda uygulama sürecine ilişkin veriler analiz edilerek, sonuçlar “uygulamanın olumlu yanları”, “uygulamanın olumsuz yanları” ve “öneriler” olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır.

Uygulamanın olumlu yanları

Öğretmen, Cabri 3D ile hazırlanmış etkinliklerin öğrencilere ve genel olarak öğrenme-öğretme sürecine etkisine ilişkin olumlu görüş bildirmiştir. Uygulamanın öğrencilerin geometrik cisimler konusunu öğrenmesini kolaylaştırdığını düşünmektedir. Buna neden olarak üç alt temayı vurguladığı görülmüştür: (a) etkinliklerin ilgi çekerek motivasyonu yükseltmesi, (b) tahtaya çizim ve deftere aktarma sürecini ortadan kaldırarak zaman kazandırması (c) etkinliklerin evde de aktif bir şekilde tekrar edilebilecek olması.

- a) “Öğrenciler derse her zamankinden daha fazla ilgi gösterdiler. (...) Herkes merakla dinledi. Motivasyonları yüksekti. Yöneltiğim soruları cevaplamaya çalıştılar. Etkinlikleri yapmakta baya hevesliydim. Yapabileceklerini görünce şaşkınlık ve mutlu oldular.”
- b) “Bir de düz anlatım ve tahtaya yazma yönteminde en büyük dezavantaj öğrencilerin de tahtaya yazılanları defterlerine geçirmelerini beklemek. (...) Bu tarz etkinliklerin düz anlatıma göre zaman kazandırdığını düşünüyorum. Şekillerin açık hallerini tahtaya çizip öğrencilerden defterlerine geçirmelerini beklemek gibi bir derdim olmadı. (...) Ayrıca bu etkinlikler sayesinde zamanın daha etkili kullanıldığını düşünüyorum.”
- “ (...) Tabi benzer şekilde öğrenciler için de daha az yorucu ve daha fazla akılda kalıcı. Yazıp çizmekle vakit kaybetmesi yerine zamanını görselliği bol etkinlikler yaparak geçirmesi sağlanmış oluyor.”
- c) “Evde istediği zaman etkinliklerine de açıp bakabilecekler öğrenciler. Bu durum, zaman açısından çok rahatlatıcı. Ayrıca hareketli notlar alır gibisiniz. Yani bu, öğrenci için de düz yazıyla aldığı çizdiği notlarına göre çok daha faydalı.”

Uygulamanın olumsuz yanları

Öğretmenin uygulamada yaşanan sıkıntılara ilişkin görüşleri bu başlık altında ele alınmıştır. Öğretmen, çoğu öğrencinin etkinliklerde yer alan geometrik cisimlerin açınımını yapmakta, özel desteğe ihtiyaç duyan bazı öğrencilerin ise etkinlikleri yürütmekte zorlandığını belirtmiştir.

“Genel olarak tepkiler olumluydu. Ancak çoğu öğrenci şekilleri açıp kapatmada zorlandı. Her bir aktivitede animasyon butonu olmasını beklediler. Kendiliğinden gerçekleşecek bir hareketlilik olmasını beklediler. (...) Bir iki öğrencim programı kullanmakta oldukça zorlandılar. Devam etmek istemediler. Yönergeleri tam olarak anlayamadılar. Tekrar anlattım ancak çoğunlukla etkinlikleri tamamlayamadılar ve yakınlarındaki arkadaşlarından yardım aldılar. (...) Zaten

performansları ve başarı düzeyleri düşük öğrenciler bu bahsettiklerim. Ama belki ilgilerini çeker bu etkinlikler diye düşünmüştüm ancak aksine daha çok dağıldıklarını gözlemledim. (...) Bu durumun başka bir sebebi bu öğrencilerimin özel desteğe ihtiyaç duymaları olabilir. Yani bu öğrencilerimin dikkat dağınıklığı var. Derse konsantre olmakta ve verilen yönergeleri takip etmekte zorlanıyorlar.”

Öneriler

Öğretmenin görüşme sonucunda ortaya çıkan önerileri iki alt başlıkta toplanmıştır. Biri geliştirilen etkinliklerin düzeltilmesine ve geliştirilmesine, diğeri ise bundan sonra yapılacak uygulamalara yöneliktir.

Öğretmen etkinliklerin içeriği ve uygulaması ile ilgili olarak (a) animasyona daha fazla yer verilmesini, (b) öğrenciler yönergenin dışına çıktığında karmaşık şekillerin oluşmaması için noktaların sabitlenmesini ve (c) etkinlik sonunda daha kapsamlı ve zor sorular olmasını önermiştir.

- a) “Animasyonun daha bol olmasını isterim. Çünkü öğrencilerin bu programı kullanması çok kolay olmadı. Bu sebeple biraz vakit kaybettik. Animasyon olması halinde kullanım daha da kolay olabilirdi. Ama bir yandan öğrencinin kendisinin yapmasının tabii ki daha etkili olacağını da düşünüyorum.”
- b) “Bazı noktaların sanırım hareketsiz hale getirilmesi gerekirdi. Buna program izin veriyor mu bilmiyorum ama o noktalardan tutup şekli çekiştiren öğrenciler karmaşık şekiller elde ettiler ve etkinlikler amacından saptı.”
- c) “Bunun yanı sıra etkinliklerin bazılarının sonunda sorular vardı. Bu sorular biraz basit düzeydeydi. Bunların yanında daha kapsamlı sorular hazırlanabilirdi. Karmaşık şekillerin alanını ya da çevresini hesaplatmaya yönelik sorular var. Mesela bu tip soruların görselleştirilmesi daha güzel olabilir.”

Öğretmen daha sonraki uygulamalara yönelik önerilerinde, farklı konulara ilişkin benzer etkinliklerin geliştirilmesi gerektiğini belirtmiş, ayrıca diğer öğretmenlere benzer uygulamaları derslerinde kullanmayı tavsiye etmiştir.

“Kazanımlara yönelik benzer uygulamaların geliştirilmesi iyi olur. Zaten çocuklar da bunu merak ettiler. Bu programla başka hangi konularda etkinlik yapabileceğimizi sordular. (...) Eğer işlersek güzel olacağını düşündüklerini söylediler.”

“Geometri bu tip etkinliklere çok açık, çok da ihtiyaç duyuyor. Üçgende kenarortay, kenar orta dikme, açıortay, yükseklik gibi konularda olabilir mesela. Üçgenlerde benzerlik ve eşlik konusunda olabilir. Trigonometrik bağıntıları işlerken olabilir.”

“Bence bu öğretmen için de farklı bir tecrübe. Yani kendimizi bu alanlarda geliştirmemiz gerektiğini de düşünüyorum. Artık bambaşka bir öğrenci kitlesi var önümüzde. Teknoloji ile iç içe büyüyen, ellerinden telefon düşmeyen, sürekli bilgisayarda bir şeyler yapan, teknolojiye aşina öğrencilerle çalışıyoruz. Böyle bir öğrenci kitlesine hala bu tip konuları klasik şekilde tahtada anlatmak bence çok yavan kalıyor. Öğrenciler illa ki bir şeyler arıyor. Bir hareketlilik, bir şekil, bir görsel obje... Bu anlamda öğretmenler de kendilerini geliştirmeli ve öğrencilerin gereksinimlerine yönelik hareket etmeli. Öğretmen merkezli değil öğrenci merkezli öğretim yapmak çok önemli. Bu etkinlikler tam da bunu sağlıyor. Mümkün olan her konuda bu tip etkinliklerin hazırlanmasını isterim.”

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

“Dinamik geometri yazılımları aracılığıyla üretilen öğretimsel açıdan nitelikli materyaller, geometrik cisimlerin öğretime destek sağlayabilir mi?” sorusuna odaklanan ve bir eylem araştırması olarak yürütülen bu çalışmada, Cabri 3D yazılımı kullanılarak, 8. sınıf düzeyinde “geometrik cisimler” ünitesinde yer alan konuların öğretime yönelik etkinlikler geliştirilerek uygulanmış ve sürece ilişkin uygulayıcı öğretmenin görüşleri değerlendirilmiştir.

Dinamik geometri yazılımı kullanılan bu çalışmada, etkinliklerin öğretimsel açıdan nitelikli olmasına önem verilmiş ve süreç boyunca matematik eğitimi alan uzmanları ve matematik öğretmenlerinin görüşlerinden faydalanılmıştır. Bu bağlamda, araştırma problemine verilen yanıtın yanı sıra, çalışmada detayları ile aktarılan etkinliklerin alan yazına katkı getireceği düşünülmektedir.

18 sekizinci sınıf öğrencisi ile 3 hafta boyunca yürütülen uygulamanın, amaçlandığı şekilde 3B şekilleri kavramayı kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra öğretmenin görüşleri (a) etkinliklerin ilgi çekerek motivasyonu yükselttiği, (b) tahtaya çizim ve deftere aktarma sürecini ortadan kaldırarak zaman kazandırdığı, (c) etkinliklerin evde aktif bir şekilde tekrar edilebileceği şeklinde olmuştur.

Genel bir ifadeyle öğretmen uygulamayı faydalı bulmuş ve uygulamanın geometrik cisimler konusunu öğrenmeyi ve öğretmeyi kolaylaştırdığını düşünmüştür. Bu sonuçlar, alan yazında teknoloji destekli geometri öğretiminin ilgi çekici (Şimşek & Yücekaya, 2014) ve etkili bir yöntem olduğunu, öğrenci başarısını arttırdığını (Bintaş & Bağcıvan, 2007; Forsythe, 2007; Yıldız, 2009) ve geometri öğretiminde geometri yazılımlarının kullanılmasının öğrenenlerin başarısında anlamlı bir fark yarattığını (Erbaş & Yenmez, 2011; Botana, 2014) belirten çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Benzer şekilde Gürbüz ve Gülburnu (2013) da, Cabri 3D ile yapılan geometri öğretiminin, öğrencilerin geometrik cisimler ve geometrik

cisimlerin hacim hesabı konularındaki kavramsal anlamasına katkı sağladığını ve geleneksel öğretime kıyasla kavramsal anlamayı kolaylaştırdığını belirtmektedir.

Diğer yandan öğretmen sınıfta performansı yüksek olan ve özel eğitim ihtiyacı olan iki uçtaki öğrenciler için etkinliklerin bir fark yaratmadığını belirtmiştir. Özellikle performansı düşük bazı öğrencilerin uygulamalar nedeniyle dersten koptuğunu dile getirmiştir. Bu bulguya ilişkin derinlemesine araştırmalar yapılması önerilebilir ve benzer etkinliklerin basit, orta ve yüksek olmak üzere üç seviyeli geliştirilmesi durumunda tüm sınıfa etki etme potansiyeli olacağı söylenebilir.

Öğretmen sınıf yönetimine dair kaygıları doğrultusunda, öğrencilerin aktif olacağı dinamik etkinliklerdense, izleyerek takip edebileceği animasyonlara daha fazla yer verilmesini önermiştir. Oysa ki Alakoç (2003), öğretim sürecinde öğrencilerin bilgiyi işitsel ve görsel yollarla öğrenmesinin ve aktif şekilde bilgiye erişmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu süreçte öğrenciye deneme yanılma ve hata yapma serbestliği tanınmalıdır (Baştürk & Yavuz, 2008). Bu çalışmada geliştirilmiş etkinliklerde de, görselliği artırmanın yanı sıra öğrencilerin geometrik cisimler konusunu, cisimlerin açınımları yaparak ve bu sayede tüm yüzlerini görerek öğrenmelerini sağlamak amaçlandığından, bu öneriyi uygulamaya koymak anlamlı görünmemektedir. Bunun etkileşimi azaltacağı ve bu durumun da etkinliklerin asıl amacından sapmasına yol açacağı öngörülmektedir.

Çalışma Cabri 3D'nin nokta sabitleme, birden çok noktayı isimlendirme, şeklin üzerinde yükseklik vb. çizme özelliklerinin olmaması gibi bazı kullanılabilirlik problemlerinin fark edilmesine neden olmuştur. Etkinliklerde, uzmanlar tarafından dile getirilmesine rağmen yapılamayan düzeltmeler olmuştur. Uzmanların tahmini doğrultusunda öğretmen, bu noktalarda sıkıntı yaşamıştır. Bu noktada kullanılabilirliği daha yüksek, GeoGebra gibi farklı yazılımlar ile etkinlik geliştirmek de getirilebilecek öneriler arasındadır. Geliştirmeye uzman görüşleri doğrultusunda bu çalışma kapsamında çıkarılan piramit ve koninin yüzey alanına yönelik kazanımlardan başlanılabilir. Uygulayıcı öğretmenin de belirttiği gibi, üçgende kenarortay, kenar orta dikme, açıortay, yükseklik, benzerlik, eşlik ve trigonometrik bağıntılar gibi konularda da etkinlikler geliştirilmesi önerilebilir.

Okulun kurumsal yapısı gereği uygulama sürecinin video kaydının yapılamaması ve uygulama sonrasında öğrencilerden görüş alınamaması çalışmanın diğer sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Etkinlikler öğretmenin görüşleri doğrultusunda yeniden düzenlenerek değişiklikler yapılmıştır. Sonraki çalışmalarda etkinliklerin bu haliyle daha kapsamlı

uygulamalar gerçekleştirerek, daha fazla uygulayıcı ve öğrenci görüşü alınarak değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Çalışma kapsamında, öğrencilerin “geometrik cisimler” konusuna ilişkin öğrenme zorluklarını azaltmak amacıyla geliştirilmiş etkinliklerin pilot uygulaması tamamlanmıştır. Daha sonraki çalışmalarda etkinliklerin öğrencilerin başarılarında anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığını istatistiksel olarak belirlemeye yönelik çalışmaların yapılması planlanmaktadır.

Kaynakça

- Accascina, G. & Rogora, E. (2006). Using Cabri 3D diagrams for teaching geometry. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13(1), 1-12.
- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım, H. İ. & Şensoy, Ö. (2005). Fen eğitiminde ilköğretim 6. sınıflarda çiçekli bitkiler konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 101-116.
- Alakoç, Z. (2003). Matematik Öğretiminde Teknolojik Modern Öğretim Yaklaşımları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology TOJET*, 2(1), 43-49.
- Altaylı, D., Konyalıoğlu, A., Hızarcı, S. & Kaplan, A. (2014). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyutlu cisimlere ilişkin pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 10, 4-24.
- Baki, A. (2000). Bilgisayar donanımlı ortamda matematik öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 186-193.
- Baştürk S. & Yavuz İ. (2008). *Öğretmen Adaylarının İnteraktif Geometri Programı Kullanarak Ders Etkinliği Hazırlamadaki Zorlukları*. VIII. International Educational Technology Conference. 6-9 May, Anadolu University, Eskişehir.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G. & Houang, R. (1989). Adolescent's ability to communicate spatial information: Analyzing and effecting students' performance. *Educational Studies in Mathematics*, 20, 121-146.
- Berg, B. L. (2001). *Qualitative research methods for the social sciences* (4. baskı). Boston: Allyn and Bacon.
- Bintaş, J. & Bağcıvan, B. (2007). İlköğretim yedinci sınıfta bilgisayar destekli geometri öğretimi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 33-45.
- Botana, F. (2014). A parametric approach to 3D dynamic geometry. *Mathematics and Computers in Simulation*, 104, 3-20.
- Bozkurt, A. & Koç, Y. (2012). İlköğretim matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin

- prizma kavramına dair bilgilerinin incelenmesi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(4), 2941-2952.
- Çekbaş, Y., Yakar, H., Yıldırım, B. & Savran, A. (2003). Bilgisayar destekli eğitimin öğrenciler üzerine etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 2(4), 11.
- Erbaş, A. K. & Yenmez, A. A. (2011). The effect of inquiry-based explorations in a dynamic geometry environment on sixth grade students' achievements in polygons. *Computers & Education*, 57(4), 2462-2475.
- Fidan, Y. & Türnüklü, E. (2010). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 185-197.
- Forsythe, S. (2007). Learning geometry through dynamic geometry software. *Mathematics Teaching Incorporating Micromath*, 202, 31-35.
- Gökkurt, B., Şahin, Ö., Başbüyük, K., Erdem, E. & Soylu, Y. (2014, Mayıs). Öğretmen adaylarının koni kavramına ilişkin pedagojik alan bilgilerinin bazı bileşenler açısından incelenmesi. 13. Matematik Sempozyumunda sunulan sözlü bildiri. Karabük: Karabük Üniversitesi.
- Gürbüz, R. & Gülburnu, M. (2013). 8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan Cabri 3D'nin kavramsal öğrenmeye etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 224-241.
- Güven, B. & Karataş, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme. Öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 67-78.
- Karaarslan, E., Boz, B. & Yıldırım, K. (2013). *Matematik ve geometri eğitiminde teknoloji tabanlı yaklaşımlar*, Türkiye İnternet konferansında sunulan sözlü bildiri. İstanbul Üniversitesi.
- Karakuş, Ö. (2008). *Bilgisayar destekli dönüşüm geometrisi öğretiminin öğrenci erişimine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Katona, J. (2008). Solving 2 and 3- dimensional problems with help of dynamical geometry software. *Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*.
- Koçak, M., Gökkurt, B. & Soylu, Y. (2014, Mayıs). *Matematik öğretmeni adaylarının silindir kavramıyla ilgili pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi*. 13. Matematik Sempozyumunda sunulan sözlü bildiri. Karabük: Karabük Üniversitesi.

- Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin incelenmesi*. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kurt, A. A. (2013). Eğitimde teknoloji entegrasyonuna kavramsal ve kuramsal bakış. İçinde I. K. Yurdakul (Ed.) *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı* (ss.1-37). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Li, Q. & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215-243.
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA:Sage.
- Marrades R. & Gutiérrez Á. (2000). Proofs produced by secondary school students learning geometry in a dynamic computer environment, *Educational Studies in Mathematics*, 44, 87-125.
- MEB. (2013). Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx?islem=1&kno=215> (Erişim Tarihi: 16.01.2015)
- NCTM. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: *National Council of Teachers of Mathematics*.
- Oral, I. & McGivney, E. (2013). Türkiye'de Matematik ve Fen Bilimleri Alanlarında Öğrenci Performansı ve Başarının Belirleyicileri. *TIMSS 2011 Analizi. Eğitim Reformu Girişimi*. Sabancı Üniversitesi.
- Önal, N. Demir, & Güloğlu C. (2013). Yedinci sınıflarda bilgisayar destekli geometri öğretiminin öğrenci başarısına etkisi, *Turkish Journal of Education*, 2(1), 19-28.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri* (Çev Edt. M. Mesut Bütün ve Selçuk Beşir Demir) Ankara: Pegem Akademi.
- Pesen, C. (2006). *Matematik öğretimi* (3. baskı). Ankara: Pegem yayıncılık.
- Roberts, P., Priest, H., & Traynor, M. (2006). Reliability and validity in research. *Nursing standard*, 20(44), 41.
- Şimşek, E. & Yücekaya, K. G. (2014). Dinamik geometri yazılımı ile öğretimin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisi, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 65-80.
- Toptaş, V. (2008). Geometri öğretiminde sınıfta yapılan etkinlikler ile öğretme-öğrenme sürecinin incelenmesi. *Elementary Education Online*, 7(1), 91-110.
- Tutak, T. & Birgin, O. (2008). *Geometri öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi*. 8th International Educational Technology Conference (s. 1058-1061). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Twycross, A., & Shields, L. (2005). Validity and reliability—What's it all about? Part 3 Issues

relating to qualitative studies, *Paediatric Care*, 17(1), 36-36.

Yıldırım, K. (2010). Nitel araştırmalarda niteliği artırma. *İlköğretim Online*, 9(1), 79-92

Yıldırım, A. & Şimşek H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Basım). Ankara.

Yıldız, Z. (2009). *Geometrik cisimlerin yüzey alanları ve hacimleri konularında bilgisayar destekli öğretimin ilköğretim 8. sınıf öğrenci tutumu ve başarısına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yılmaz, S., Turgut, M. & Kabakçı D. (2008). Ortaöğretim öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin incelenmesi: Erdek ve Buca Örneęi. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi* 8(1).

Ek: Uygulayıcı öğretmene yöneltilen görüşme soruları

- Bu derse ilişkin öğrencilerin tepkileri nasıldı?
- Bu derste öğrencilerin motivasyonu nasıldı?
- Bu derste öğrencilerin öğrenmeleri nasıldı?
- Uygulamanın dersinize katkı sağladığını düşünüyor musunuz? Nasıl?
- Uygulamanın dersinize katkısını artırmaya yönelik önerileriniz var mı? Nasıl?
- Uygulamada yaşadığınız sıkıntılar oldu mu? Nasıl?
- Yaşanan sıkıntıların çözümü için önerileriniz var mı?
- Bu uygulamaları kullanmasaydınız, konuyu nasıl işleyecektiniz? Bu durumda ne gibi farklılıklar olurdu?
- Diğer öğretmenlere bu ya da benzeri uygulamaları derslerinde kullanmalarını tavsiye eder misiniz? Neden?
- Kazanımlara yönelik benzer uygulamaların geliştirilmesini tercih eder misiniz? Neden?
- Benzer uygulamaların hangi kazanımlar için geliştirilmesini tercih edersiniz? Neden?