



Araştırma/Research

DOI: 10.7822/omuefd.586755

OMÜ Eğitim Fakültesi Dergisi

OMU Journal of Education Faculty

2020, 39(1), 40-68

## Matematik Temelli Çeşitli Teknoloji Uygulamalarının Lise Öğrencilerinin Katı Cisim ve Boyut Konularındaki Algılarına Etkisinin İncelenmesi\*

Ekin ALTIKARDEŞ<sup>1</sup>, Melike YİĞİT KOYUNKAYA<sup>2</sup>

Makalenin Geliş Tarihi: 04.07.2019

Yayına Kabul Tarihi: 06.06.2020

Online Yayınlanma Tarihi: 27.06.2020

Bu çalışmanın temel amacı, katı cisimler konusunun GeoGebra ve Cabri 3D dinamik matematik-geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar kullanılarak yapılan öğretiminin, 10. sınıf öğrencilerinin katı cisim ve boyut kavramlarına yönelik algılarına etkisini incelemektir. Çalışma durum çalışması ile desenlenmiştir. Çalışmanın katılımcılarını, bir devlet lisesinin aynı sınıfında öğrenim gören 20 tane 10. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında, öğrencilere öğretim verilmeden önce, katı cisim ve boyut kavramlarına dair 10 açık uçlu sorudan oluşan bir form uygulanmıştır. Böylece öğrencilerin bu kavramlara yönelik var olan algıları belirlenmeye çalışılmıştır. Formda öğrencilerden boyut ve katı cisim kavramlarını tanımlamaları, nokta, doğru, dikdörtgenel bölge, küp ve katı cisimlerin kaç boyutlu olduklarını nedenleriyle birlikte açıklamaları, 2 ve 3 boyutlu cisimler ile katı cisimlere örnek vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin formda yer alan soruları cevaplandırmalarının ardından öğrencilere, araştırmacılar tarafından katı cisim ve boyut kavramlarının öğretimine yönelik GeoGebra ve Cabri 3D yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar ile desteklenmiş 8 saatlik bir öğretim verilmiştir. Bu öğretim sonunda öğrencilerin cevaplarında herhangi bir değişiklik olup olmadığını incelemek amacıyla formdaki sorular öğrencilere tekrar sorulmuştur. Ayrıca, araştırma sürecinin tamamında gözlem yapılarak gözlem notları tutulmuş ve öğrencilerin verilen öğretim hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla gönüllü 5 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Toplanan veriler betimsel analiz ve içerik analizi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda tüm öğrencilerin boyut ve katı cisim kavramlarına yönelik algılarında olumlu yönde değişim olduğu saptanmıştır. Çalışma öncesinde öğrencilerin boyut ve katı cisim konularına dair sınırlı bir bilgiye sahip oldukları görüldükçe; çalışma sonrasında tüm öğrencilerin boyut ve katı cisim konularında matematiksel ifadeler kullanarak doğru yaklaşımlarda buldukları görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Katı cisim algısı, Boyut algısı, GeoGebra, Cabri 3D, Sanal manipulatif uygulamalar, Video temelli uygulamalar.

\* Bu çalışma birinci yazarın, ikinci yazar danışmanlığında tamamladığı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Ayrıca söz konusu çalışma VII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi'nde sözlü sunulan ve tam metin olarak basılan bildirinin genişletilmiş halidir.

<sup>1</sup> Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, ekin.altikardes@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1813-9540

<sup>2</sup> Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, melike.koyunkaya@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7872-3917

Altıkardes, E. & Yiğit Koyunkaya, M. (2020). Matematik temelli çeşitli teknoloji uygulamalarının lise öğrencilerinin katı cisim ve boyut konularındaki algılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 40-68. DOI: 10.7822/omuefd.586755

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2020, 39(1), 40-68.

## GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz bilgi ve teknoloji çağında teknolojinin hızla gelişmesi, eğitim ve öğretimin de içerisinde bulunduğu çoğu alandaki uygulamaları etkilemiştir (Mishra ve Koehler, 2006). Eğitim-öğretim ve teknoloji arasındaki etkileşimler sonucunda eğitim teknolojisi ve öğretim teknolojisi kavramları ortaya çıkmıştır. Eğitimsel İletişimler ve Teknoloji Derneği (Association for Educational Communications and Technology [AECT], 2008) eğitim teknolojisini, teknolojik süreç ve kaynakların oluşturulması, kullanılması ve yönetimiyle öğrenmeyi destekleme ve performans geliştirmeye yönelik çalışmalar ve etik uygulamalar olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle eğitim teknolojisi, öğrenme durumlarına egemen olabilmek için ilgili bilgi, beceri ve yöntemlerin etkili bir biçimde kullanılmasıyla öğrenme-öğretme süreçlerinin işlevsel olarak yapılandırılmasıdır (Alkan, 2011). Öğretim teknolojileri ise eğitim teknolojilerinin bir alt kavramı olup, belirli bir disiplini ele alır ve bu disipline yönelik kaynakların tasarımı, geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesini kapsar (Alkan, 2011).

Eğitim ve öğretim teknolojilerinin günümüz öğrenme-öğretme süreçlerinde önemli bir yer edinmesiyle birlikte öğrenme-öğretme yaklaşımları, kullanılan araçlar, beklenen öğretmen ve öğrenci nitelikleri ve eğitim-öğretimden beklentiler büyük bir değişime uğramıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013, 2018). Hızlı teknoloji gelişimi ile eğitim ve öğretimde meydana gelen bu değişimler ve matematiğin teknoloji kullanımı için elverişli bir disiplin olduğu (Pierce ve Ball, 2009) düşünüldüğünde, bu değişim ve gelişmelerin etkilerinin matematik eğitiminde de yaygın şekilde görülmesi kaçınılmaz hale gelmiştir (Wasserman, 2015). Teknolojinin öğrenme ve öğretmeyi geliştirmedeki rolü göz önünde bulundurulduğunda, matematik eğitiminde yapılan araştırmalarda bu konuya büyük ilgi gösterilmekte (Dalby ve Swan, 2019; Geiger, Forgasz, Tan, Jardel ve Hill, 2012; Sinclair ve Yerushalmy, 2016) ve eğitim-öğretim teknolojilerinin kullanımı etkili bir öğretim ve öğrenme aracı olarak kabul edilmektedir (Robin, 2008).

Öğrencilere matematiği sevdirmek, matematiğin önemini hissettirmek ve öğrencilerin etkili öğrenmelerini sağlamak amacıyla teknolojik kaynaklardan yararlanılabilmekte ve böylece öğrencilerin sınıf ve günlük yaşam arasındaki bağlantıyı daha rahat kurmaları sağlanabilmektedir (Şahin, 2013). Matematik eğitiminde teknolojiden destek almak, öğrencilerin bilgilerini pekiştirmelerine ve yeni bilgileri daha kolay öğrenmelerine yardımcı olmakta ve matematik öğrenimini ve öğretimini olumlu yönde desteklemektedir (Lobo da Costa, de Carvalho ve Campos, 2017; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). MEB Ortaöğretim Matematik Öğretim Programlarında da farklı teknolojilerin kullanılmasının, çoklu temsillere imkân sağladığı, öğrencilerin matematiksel durumları daha iyi anlamalarına ve farklı düşünme yollarını tecrübe etmelerine yardımcı olduğu vurgulanmıştır (MEB, 2013, 2018). Ek olarak, bu programlarda, matematik derslerinde teknoloji kullanılmasının modelleme ve problem çözme sürecini desteklediği, öğrencilerin gerçek/gerçekçi matematik problemleri üzerinde çalışmalarına ve yaratıcı düşüncelerine fırsat tanıdığı da belirtilmiştir.

### *Matematik Eğitiminde Kullanılan Çeşitli Teknolojik Araçlar*

Teknolojik gelişmelerin matematik öğrenme ve öğretme sürecindeki olumlu etkileri dikkate alındığında, teknolojinin matematik derslerinde etkili şekilde kullanılması beklenmektedir (NCTM, 2000; Pierce ve Ball, 2009). Bu beklentiyi gerçekleştirebilmek için kullanılan teknolojik araçlardan biri dinamik matematik-geometri yazılımlarıdır. Dinamik matematik-geometri yazılımları ile öğrenciler geometrik şekiller oluşturabilmekte bu şekiller üzerinde etkileşimli incelemeler yapabilmektedir (Furner ve Marinac, 2007; MEB, 2013). Bu yazılımlar öğrencilerin, değişenleri ve değişmeyenleri incelemelerini, varsayımlarda bulunmalarını, çıkarım yapmalarını, sözel ve görsel bilgileri harmanlamalarını ve şekilleri görselleştirerek yorumlamalarını sağlamaktadır (Goldenberg, 1999; Güven ve Karataş, 2003). Ayrıca, söz konusu yazılımlar öğrencilerin soyut düşünme becerilerini geliştirmekte ve başarılarını arttırmaktadır (NCTM, 2000; Pitta-Pantazi ve Christou, 2008).

Sık kullanılan dinamik matematik yazılımlarından ikisi GeoGebra ve Cabri 3D yazılımlarıdır. GeoGebra bilgisayar cebir sistemleri ve dinamik geometri yazılımlarını birleştiren, öğrenme ve öğretme süreçlerinde ilköğretimden üniversiteye kadar kullanılabilen, öğrencilerin cebir ve geometri arasında ilişki kurmalarını sağlayan ücretsiz bir yazılımdır (Hohenwarter ve Jones, 2007; Hohenwarter ve Preiner, 2007). GeoGebra, farklı temsil biçimlerini barındırarak öğrencilerin bu temsiller arasında ilişki kurmalarını kolaylaştırmaktadır (Dikovic, 2009). Bu yazılım öğrencilerin matematiksel kavramları görselleştirmelerine ve birbiriyle ilişkilendirmelerine yardımcı olmakta (Karadağ ve McDougall, 2009), sürüklenme özelliği ile de şekillerin değiştirilmesi ve hareket ettirilmesine olanak tanımaktadır (Dikovic, 2009). Cabri 3D ise üç boyutlu geometri öğretimi için üretilmiş bir dinamik geometri yazılımı olup, nokta, doğru, düzlem, küre, prizma, koni ve silindir gibi şekillerin kolaylıkla oluşturulmasını ve üç boyutlu uzayın keşfedilmesini sağlar (Gülburnu, 2013). Cabri 3D, öğrenme ve öğretme sürecini daha etkileşimli hale getirerek öğrencilerin kavramları daha kolay anlamalarına, şekilleri manipüle etmelerine ve görselleştirmelerine yardımcı olur (Hartatiana, Darhim ve Nurlaelah, 2018). Ayrıca öğrenciler, bu yazılım ile geometrik cisimler arasındaki ilişkileri görebilmekte, oluşturdukları geometrik şekilleri döndürüp inceleyebilme fırsatı bulabilmekte ve bu yapılar üzerinde (alan, hacim vb.) ölçümler yapabilmektedir (Gülburnu, 2013; Güneş, 2016).

Matematik derslerinde bu iki yazılımın kullanılması ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; çalışmaların genellikle ilköğretim öğrencileri ile gerçekleştirildiği, lise öğrencileri ile yapılan çalışmaların sayısının daha az olduğu görülmüştür (Alkhateeb ve Al-Duwairi, 2019; Akgül, 2014; Akhri ve Mahmudi, 2015; Gülburnu, 2013; Hikmah, Rezeki ve Toma, 2019; Öcal, 2017; Paoletti, Monahan ve Vishnubhotla, 2017; Poon, 2018; Priatna, 2017). Bu çalışmalarda genellikle, GeoGebra ve Cabri 3D yazılımlarının öğrencilerin görselleştirme, uzamsal düşünme, geometrik muhakeme yapma ve geometrik düşünme becerilerine, belirli bir matematik-geometri konusunu öğrenmelerine ve kavramlarına, başarılarına, derse yönelik motivasyonlarına, tutumlarına etkisi incelenmiştir. Çalışmaların sonuçları, bu yazılımların kullanımının öğrencilerin konuyu öğrenmelerini ve anlamlandırmalarını kolaylaştırdığını, başarılarını ve derse olan ilgilerini arttırdığını, olumlu tutumlar geliştirmelerini sağladığını, uzamsal ve geometrik düşünme ile görselleştirme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir.

Matematik öğretiminde ve öğreniminde teknolojinin etkili şekilde kullanılması beklentisini karşılayabilecek bir diğer araç ise sanal manipulatiflerdir. Sanal manipulatifler öğrencilerin matematiksel bilgiyi yapılandırma amacıyla fırsatlar sunan web tabanlı, interaktif, dinamik, yeniden kullanılabilir nesnelere (Kay ve Knaack, 2007). Ayrıca sanal manipulatifler, soyut kavram ve ilişkileri bilgisayar ortamında somutlaştırarak öğrencilerin kavramları daha iyi anlama, kavramlar üzerinde yorum yapma, kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetme ve kavramları problem çözmede kullanabilme yeteneklerini geliştirmelerinde yardımcı olmaktadır (Durmuş ve Karakırık, 2006). Sanal manipulatifler ile ilgili öğrencilerle yapılan çalışmalara bakıldığında, sanal manipulatiflerin kullanımının etkilerinin tartışıldığı ve öğrencilerin bir matematik konusunu öğrenmelerine katkısının araştırıldığı çalışmalara rastlanmıştır (Moyer-Packenham ve Westenskow, 2013; Sarama ve Clements, 2016; Satzangi ve Miller, 2017). Bu çalışmaların sonucunda, matematik derslerinde sanal manipulatiflerin kullanımının birçok yönden faydalı olduğu ve öğrencilerin konuyu öğrenmelerini kolaylaştırıp, başarılarını attırdığı ortaya çıkmıştır.

Ayrıca, matematik derslerinde etkili bir teknoloji kullanımı sağlamak için başka bir araç olarak video temelli uygulamalar da kullanılabilir. Videoların eğitim-öğretim ortamlarında kullanılması, öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonlarını arttırmakta ve bilgilerin daha kalıcı öğrenilmesini sağlamaktadır (Duchastel, Fleury ve Provost, 1988; Hagen, 2002). Matematik eğitiminde videoların kullanılması ile ilgili çalışmaların genellikle öğretmenler ve öğretmen adaylarıyla gerçekleştirildiği ve sınıf içi öğretim videolarının analizine ve bu analizler sonucunda öğretimin iyileştirilmesi çabalarına dayandığı görülmüştür (Borko, Jacobs, Eiteljorg ve Pittman, 2008; Colestock ve Sherin, 2009).

İlgili alanyazının taranması sonucunda elde edilen bilgiler ışığında, matematik derslerinde teknoloji kullanılmasının matematiksel kavramların ve konuların daha iyi anlaşılması ve öğrencilerin bu kavramlara yönelik algılarının gelişimi açısından önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir. Çakıroğlu ve Baki (2016), matematik derslerinde teknolojinin farklı kullanımının, öğrencilerin konuyu ya da kavramları algılayışlarında farklılıklara sebep olabileceğini ve bu farklılıkların belirlenmesi açısından literatüre katkı sağlayacağını belirtmektedir. Ayrıca, matematik eğitiminde dinamik geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamaların kullanımının öğrencilerin algılarına etkisini inceleyen çalışmalara bakıldığında, bu araçların öğrencilerin bir matematik konusuna yönelik algılarına etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmaların, öğrencilerin matematiğe, matematik öğrenmeye, kendi matematiksel bilgi ve becerilerine, teknoloji destekli matematik eğitimine ve bu eğitimde kullanılan yöntemlere yönelik algılarına odaklandığı görülmüştür (Adams ve Dove, 2018; Dove ve Dove, 2017; Krishnan, 2016; Ziegelmeier ve Topaz, 2015). Bu doğrultuda, bu çalışmada, teknoloji kullanımına uygun olduğu düşünülen katı cisim ve boyut konuları ele alınmış ve 10. sınıf öğrencilerine bu konulara yönelik GeoGebra ve Cabri 3D dinamik matematik-geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamaların kullanıldığı bir öğretim verilmiştir. Bu öğretimin lise öğrencilerin söz konusu konulara yönelik algılarına etkisi incelenerek literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

#### ***Katı Cisimler Konusunun Öğretimi ve Öğrenimi Üzerine Yapılan Çalışmalar***

Geometrinin temel kavramlarından biri olan katı cisimler, matematik dersleri kapsamında anlatılan 3 boyutlu cisimlerin genel adıdır ve ilköğretimden ortaöğretime kadar öğretim programlarında yer almaktadır (Ergin ve Türnüklü, 2015). Katı cisimlerin kâğıt, kalem gibi geleneksel araç ve gereçlerle öğretimi yaygın olmasına rağmen konunun uygulama sürecinde çeşitli zorluklar yaşanmaktadır. Örneğin, üç boyutlu cisimlerin düzlem üzerinde gösterilmesi öğrencilerin geometrik cisimler arasındaki ilişkileri görmelerini zorlaştırmakta ve konunun ilgi çekiciliğini azaltmaktadır (Uysal, 2013). Yapılan çalışmalar ve standartlarda, teknolojik araçlar kullanılarak bu zorlukların çözümüne katkı sağlanabileceği düşünülmektedir (Mulligan, 2015; NCTM, 2000; Slobodsky, Ocheretovy, Roiz ve Shtarkman, 2018). Teknoloji, şekillerin çoklu perspektiflerinin görülmesine ve öğrencilerin geometrik ilişkileri daha rahat fark etmelerine olanak tanımaktadır (Chang, Wu, Lai ve Sung, 2016). Öğrencilerin teknoloji kullanımı ile gördükleri hareketler, büzülmeler ve şekillerin döndürülmesi, zihinlerinde bu işlemleri daha kolay yapmalarına yardımcı olmaktadır (Uysal, 2013). Teknolojik araçlardan destek almak, öğrencilerin şekiller ve kavramlar arasında ilişki kurmalarını sağlamakta, çıkarımlar yapmalarını kolaylaştırmakta ve matematiği görselleştirmesi bakımından faydalı ve gerekli olmaktadır (NCTM, 2000; Yıldız, Baltacı ve Aktümen, 2012).

Katı cisimler konusunun çeşitli teknolojik araçlar kullanılarak öğretimine yönelik farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde Hidayah, Dwijanto ve Istiandaru (2018), katı cisimlerin öğretiminde sanal manipulatiflerin kullanılmasının etkililiğini ve pratikliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda manipulatif kullanımının beşinci sınıf öğrencilerinin katı cisimlere yönelik kavram anlayışlarını geliştirdiği, konuyu anlamalarını ve ilişki kurmalarını kolaylaştırdığı görülmüştür. Bir diğer çalışmada Okumuş ve Hollebrands (2016), lise öğrencilerinin iki boyutlu şekilleri kâğıt-kalem, Cabri 3D ve sanal manipulatifler kullanarak döndürmeleri ile üç boyutlu şekilleri oluşturma yollarını analiz etmişlerdir. Neticede, öğrencilerin bu işlemi kâğıt-kalem ile gerçekleştirmekte zorlandıkları ve söz konusu işlemi en iyi Cabri 3D programı ile yapabildikleri saptanmıştır. Hwang, Su, Huang ve Dong (2009), katı cisimlerin öğretimi için yenilikçi bir sanal manipulatif ve akıllı tahta sistemi geliştirmişlerdir. Sonuçlar, önerilen sistemin yararlı olarak algılandığını ve öğrencilerin çeşitli problem çözme stratejilerini kullanmalarına ve kavram yanılgılarının ortaya çıkarılmasına yardımcı olduğunu göstermiştir. Başka bir çalışmada Uysal (2013), katı cisimler konusunun GeoGebra kullanılarak öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin başarısına etkisini incelemiştir. Çalışmadan elde edilen

bulgulara göre, GeoGebra kullanımının öğrencilerin başarılarını arttırmada geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Akgül (2014) ise çalışmasında, katı cisimlerin alan ve hacimleri konularının öğretiminde Cabri 3D yazılımını kullanarak öğrencilerin başarılarını ve matematiğe yönelik tutumlarını araştırmıştır. Araştırma sonucunda Cabri 3D yazılımını kullanarak yapılan öğretimin ortaokul öğrencilerinin matematik başarılarını ve tutumunu arttırmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Katı cisimler konusunun teknoloji destek alınarak öğretilmesine ilişkin verilen çalışmalardan elde edilen olumlu sonuçlar dikkate alındığında, öğretim sürecine etkili bir şekilde teknoloji entegrasyonu yapılarak, öğrencilerin öğretilmesi hedeflenen konuya dair algılarının değişimine ve gelişimine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir. Çünkü öğretim ortamlarının düzenlenmesi, etkinliklerin belirlenmesi, ders araç gereçlerinin ve öğretim yöntemlerinin seçimi ve kullanılması süreci öğrencilerin ilgili konuya dair algılarının değişimi ve gelişiminde önemlidir (Güveli, İpek, Atasoy ve Güveli, 2011). Buradan hareketle, bu çalışmanın temel amacı katı cisimler konusunun GeoGebra ve Cabri 3D dinamik matematik-geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar kullanılarak öğretiminin, 10. sınıf öğrencilerinin katı cisim ve boyut kavramlarına yönelik algılarına etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, öğrencilerin katı cisim ve boyut konularındaki öğretimden önceki algıları ve bu algılarının öğretim sonrasındaki değişimleri araştırılmıştır. Ek olarak bu çalışmada, öğrencilerin uygulanan öğretim ile ilgili görüşleri de değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen araştırma problemi "Katı cisimler konusunun GeoGebra ve Cabri 3D gibi dinamik matematik-geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar kullanılarak öğretiminin 10. sınıf öğrencilerinin katı cisim ve boyut kavramlarına yönelik algılarına etkisi nasıldır?" şeklindedir. Bu problemi destekleyen alt problemler ise şöyledir:

- 10. sınıf öğrencilerinin uygulanan öğretimden önceki ve sonraki boyut kavramının tanımına yönelik algıları nasıldır?
- 10. sınıf öğrencilerinin uygulanan öğretimden önceki ve sonraki katı cisim kavramının tanımına yönelik algıları nasıldır?
- 10. sınıf öğrencilerinin uygulanan öğretimden önceki ve sonraki boyut sayısı algıları nasıldır?
- 10. sınıf öğrencilerinin uygulanan öğretime yönelik düşünceleri nelerdir?

## YÖNTEM

### *Araştırma Modeli*

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması, bir durumun, uygulanan bir eğitimin, öğretimin, programın, eylemin, sürecin ya da bir veya birden fazla bireyin özelliklerinin derinlemesine incelendiği bir araştırma yöntemidir (Cresswell, 2009, 2014). Durum çalışmaları "nasıl" ve "niçin" sorularını temel alarak bir olguyu doğal çevresinde inceler (Yin, 2018). Ayrıca, durum çalışmaları uygulanan bir eğitim veya öğretimin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarda kullanılabilir etkili yöntemlerden birisidir (Cresswell, 2014). Çalışmada, durum çalışması desenlerinden bütüncül tek durum desen benimsenmiştir. Bütüncül tek durum çalışmalarında benzer özellikte olan bir grup, birim olarak kabul edilir ve benzer durumda ortaya çıkan farklılıklara alternatif yollar bulunarak durumun özellikleri ayrıntılı bir şekilde açıklanır (Yin, 2018). Buradan hareketle, bu çalışmada 10. sınıf öğrencileri birim kabul edilmiş ve katı cisim ve boyut konularının matematik temelli çeşitli teknoloji uygulamaları kullanılarak öğretiminin bu birimin söz konusu konulara yönelik algıları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu noktada, öğrencilerin öğretim sonundaki durumlarını daha detaylı incelemek için, öğrencilerin çalışma öncesindeki durumları da benzer şekilde belirlenerek ortaya çıkan durumların karşılaştırılması yapılmıştır.

### *Çalışma Grubu*

Türkiye'nin batı bölgesinde yer alan bir devlet lisesinin aynı sınıfında öğrenim gören 20 tane 10. sınıf öğrencisi bu araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrenciler belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabilir durum örnekleme tekniği kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Örnekleme oluşturan sınıf seçilirken, sınıfın matematik öğretmeni ile iş birliği içinde ders işleneceği için rahat iletişim kurulabilecek, daha önceden karşılıklı güven ilişkisi oluşturulmuş bir öğretmen olması dikkate alınmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin kimliklerini gizli tutmak amacıyla, öğrenciler Ö-1, Ö-2,..., Ö-20 şeklinde kodlanmıştır.

### *Öğretim Süreci*

Çalışma kapsamında, araştırmacılardan biri, bir lisede 10. sınıfta katı cisimler konusu işlenirken (konunun başlangıcından bitimine kadar) derslere katılmış ve matematik öğretmeni ile işbirliği içerisinde hazırlanmış oldukları ders planlarını öğrencilere uygulamıştır. Ders planları hazırlanırken matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesinin de görüşleri alınmıştır. Bu görüşler de dikkate alınarak, her biri 2 ders saatinden oluşan 4 tane ders planı hazırlanmıştır. MEB 2013 Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı ışığında, dersin matematik öğretmenin önerisiyle bu çalışmada ders planları toplam 8 ders saati olarak tasarlanmıştır.

Hazırlanan ders planları ile öğrencilerin katı cisim ve boyut kavramlarına yönelik algılarını geliştirmek amaçlanmıştır. Bu ders planlarının sınıf içerisinde uygulanma süreci Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den de görüldüğü gibi, konu işlenirken öğretmen kendi uygulamalarını gerçekleştirmiştir. Araştırmacı ise ders planlarında yer alan etkinlikleri öğrencilere uygulamıştır. Araştırmacı etkinliklerini uygularken, öğretmen araştırmacıya ve sınıftaki öğrencilere herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Çalışmada 53 tane etkinlik kullanılmış olup, etkinlik ile kastedilen matematik temelli teknoloji uygulamalarının her biridir. Bu bağlamda, GeoGebra ve Cabri 3D yazılımları kullanılarak öğrencilere çeşitli etkinlikler yaptırılmış (Örn. Geogebra Matematik Uygulamaları, 2019), video temelli uygulamalar kullanılmış (Örn. Cabri 3D Sağdan Soldan Üstten Önden Arkadan Görünümler, 2019; Geometri Dersinde Katı Cisimler Konusuna Gerçek Hayattan Örnekler, 2019), sanal manipulatif uygulamalar içeren sitelerden etkinlikler uygulanmış ve teknoloji temelli eğitici oyunlar oynatılmıştır (Örn. Estimation, 2019; Geometric Solids, 2019; Isometric Drawing Tool, 2019; Visual-Spatial Intelligence Test, 2019).

Çalışma için hazırlanan etkinliklerde kullanılan teknolojik araçların seçimlerinde bazı faktörler dikkate alınmıştır. Örneğin, GeoGebra ve Cabri 3D yazılımları, 3 boyutlu geometri için uygun olmaları sebebiyle seçilmiştir. WinLogo, Geometer's Sketchpad, Cabri Geometry, Dr Geo, Euklides vb. birçok dinamik yazılım daha çok iki boyutlu geometri için tasarlanmıştır. Üç boyutlu geometrik cisimlerin öğretiminde bu yazılımlar üç boyut hissini verme ve farklı açılardan gözlem yapma imkânı sunamamaktadır (Gülburnu, 2013). Fakat yukarıda detaylı bahsedildiği gibi, GeoGebra ve Cabri 3D yazılımları öğrencilere bir geometrik şekli veya üç boyutlu cisim hareket ettirebilme, farklı açılardan görebilme, açık ve kapalı hallerini inceleyebilme, sürükleyebilme, alan/hacim/uzunluk hesabı yapabilme vb. birçok olanak tanımaktadır. Katı cisimler konusunun da üç boyutlu geometri içerisine girmesi sebebiyle bu iki yazılımın çalışma için daha uygun olacağı düşünülmüştür. Bu yazılımlar sayesinde öğrencilerin geometrik şekil ve cisimleri zihinlerinde canlandırabilmeleri, geometrik ve üç boyutlu düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlanabilmektedir. Ayrıca söz konusu iki yazılımın tercih edilmesinde akıllı tahta ile uyumlu olarak çalışmalarını ve kullanımlarının kolay olması (Kutluca ve Zengin, 2011) da etkili olmuştur. Bu çalışmada GeoGebra yazılımının kullanılmasında resmi internet sitesinde hem öğrencilere hem de öğretmenlere yönelik ücretsiz materyaller sunması da önemli bir unsurdur. Çalışma kapsamında sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar ise yukarıda ayrıntılı belirtildiği gibi, daha çok öğrencilerin derse yönelik ilgilerini ve motivasyonlarını

arttırmak, dikkatlerini çekmek ve onları şaşırtmak amacıyla kullanılmıştır. İlâveten bu araçlar katı cisimlerin görselleştirilmesinde etkili oldukları için tercih edilmiştir.

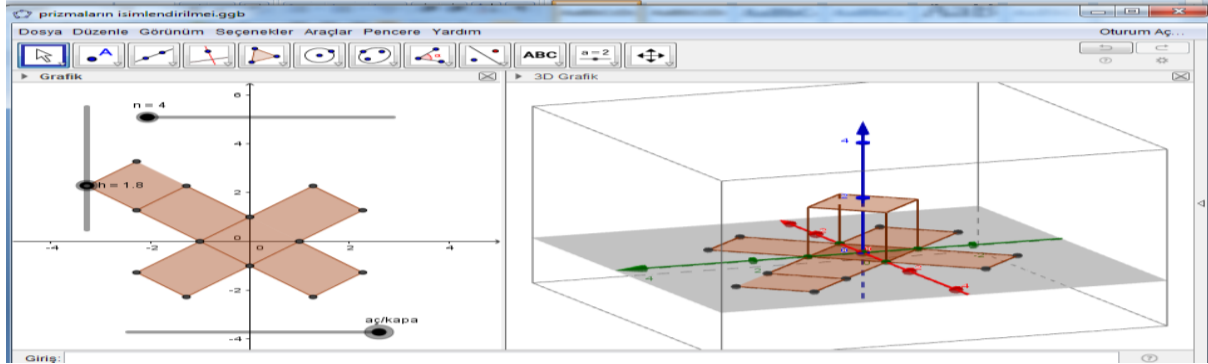
Çalışma çerçevesinde kullanılan teknolojik araçların öğrencilerin katı cisim ve boyut algıları üzerindeki ayrı ayrı etkileri ayrıştırılmamıştır. Yani başka bir deyişle, öğrencilerin katı cisim ve boyut algılarındaki değişime/değişmemeye hangi teknolojik aracın etki ettiği veya daha çok etki ettiği incelenmemiştir. Öğrenci algılarındaki söz konusu değişimin/değişmemenin ortaya çıkmasında tüm teknolojik araçların birbirine entegre bir biçimde kullanılmasının etkili olacağı düşünülmüştür.

**Tablo 1.**  
*Öğretim Süreci*

Ders Planları	Dersin İçeriği
Ders Planı I	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Katı cisimlerin günlük hayatta kullanımı ile ilgili tartışma, öğrencilere konu ile ilgili video izletilmesi (Araştırmacı yürütmüştür (A.Y.))</li> <li>-Prizmalardan genel olarak bahsedilmesi (Öğretmen yürütmüştür (Ö.Y.))</li> <li>-Dik prizmaların GeoGebra ile tanıtımının yapılması ve üçgen, dikdörtgen ve kare dik prizma ile küpün GeoGebra ile anlatılması (A.Y.)</li> <li>- Dik prizma ile ilgili örnekler çözülmesi (Ö.Y.)</li> <li>-Öğrencilere sanal manipulatif uygulamalar içeren sitelerden küplerle ilgili eğitici oyunlar oynatılması ve etkinlikler yaptırılması (A.Y.)</li> </ul>
Ders Planı II	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Altıgen dik prizmadan bahsedilmesi (Ö.Y.)</li> <li>-Altıgen dik prizmanın GeoGebra ve Cabri 3D programları ile tanıtılması (A.Y.)</li> <li>-Altıgen dik prizma hakkında örnekler çözülmesi (Ö.Y.)</li> <li>-Dik piramitlerin GeoGebra ile tanıtımının yapılması, GeoGebra ve Cabri 3D programlarından yararlanılarak dik piramit türlerinin anlatılması (A.Y.)</li> </ul>
Ders Planı III	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dik prizma ve piramitlerin özetlemesi (Ö.Y.) ve dik prizma ve piramitlerle ilgili etkinliklerin öğrencilere yazılı olarak yaptırılması ve bu etkinliklerin GeoGebra programı ve videolar kullanılarak görselleştirilmesi (A.Y.)</li> <li>-Silindirin tanıtımı (Ö.Y.) ve GeoGebra ile dik silindirin açılımının, özelliklerinin ve farklı düzlemlerle kesilmesiyle oluşan arakesitlerin anlatılması, dik silindir ile ilgili etkinliklerin öğrencilere yazılı olarak yaptırılması ve GeoGebra ile etkinliklerin görselleştirilmesi (A.Y.)</li> <li>-Dik silindir ile ilgili örnekler çözülmesi ve dik koninin tanıtılması (Ö.Y.)</li> <li>-GeoGebradan dik koninin açılımının, özelliklerinin ve farklı düzlemlerle kesilmesi ile oluşan arakesitlerin gösterilmesi, dik koni ile ilgili etkinliğin öğrencilere yazılı olarak yaptırılması ve GeoGebra ile bu etkinliğin görselleştirilmesi (A.Y.)</li> <li>-Dik koni ile ilgili örnekler çözülmesi (Ö.Y.)</li> </ul>
Ders Planı IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dik prizmalar, piramitler, silindir ve koni ile ilgili etkinliklerin öğrencilere yazılı olarak yaptırılması ve GeoGebra ile görselleştirilmesi (A.Y.)</li> <li>-GeoGebra ile kürenin özellikleri ve arakesitlerinin tanıtılması, küre ile ilişkili etkinliklerin öğrencilere yazılı olarak yaptırılması ve bu etkinliklerin GeoGebra ile görselleştirilmesi (A.Y.)</li> <li>-Küre ile ilgili örnekler çözülmesi (Ö.Y.)</li> </ul>

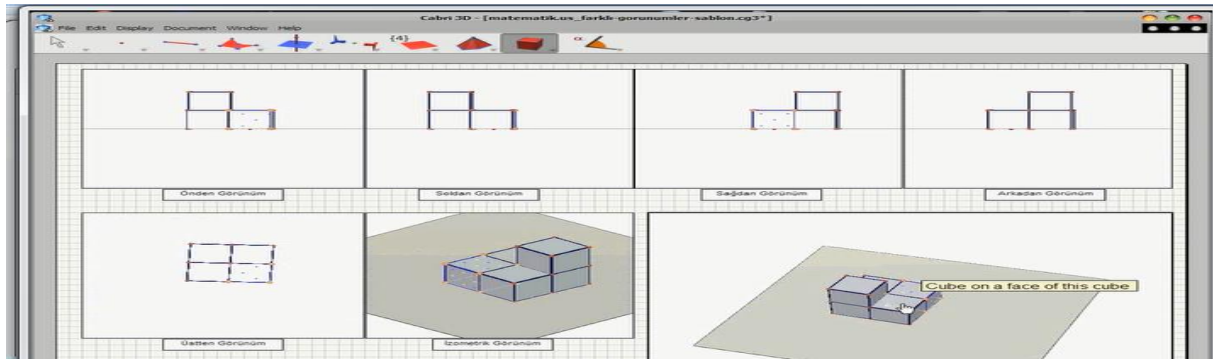
Tablo 1’de sunulan öğretim süreci çerçevesinde uygulanan etkinlikler süresince, öğrencilere katı cisim ile boyut kavramının tanımları, özellikleri ve bazı nesnelerin boyutları doğrudan verilmemiştir. Süreç içerisinde teknoloji uygulamalarından destek alınarak oluşturulan etkinliklerin uygulanması ile öğrenci algılarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu noktada sınıf içerisinde yapılan etkinliklerden biri Şekil 1’de verilmiştir. Bu etkinlikte oluşturulan n sürgüsü ile dik prizmaların tabanının kenar sayısının belirlenmesi amaçlanmış ve buna bağlı olarak sürgünün değişmesiyle üçgen dik prizma, dörtgen dik prizma gibi prizmaların şekilleri ve açık/kapalı halleri anlatılmıştır. Sınıf içi tartışmalarla, bu dik prizmalar ve prizmaların yan yüzleri ile alt ve üst tabanı hakkında öğrencilerin yorum yapmaları desteklenmiştir. Örneğin, bu tartışmalar ile öğrencilerin söz konusu dik prizmaların yanal yüzlerinin

birer dikdörtgen olduğu, dikdörtgenin en ve boy gibi iki bileşene sahip olmasından dolayı 2 boyutlu bir geometrik şekil olduğu gibi düşüncelere ulaşmaları hedeflenmiştir. Bu yan yüzlerin ve tabanların kapanmasıyla oluşan dik prizmaların en, boy, yükseklik gibi 3 bileşene sahip oldukları, bir derinliklerinin ve hacimlerinin olduğu, içlerinin doldurulabileceği vb. bilgiler görselleştirilerek, öğrencilerin bunları zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olunmaya çalışılmıştır. Böylece öğrencilerin 3 boyutlu düşünme becerilerinin geliştirilerek, 2 ve 3 boyut arasında ayırım yapabilmeleri ve katı cisimler ile boyut kavramlarını etkili bir biçimde kavrayabilmeleri amaçlanmıştır.



**Şekil 1.** Sınıf İçi Etkinlik Örneği-1

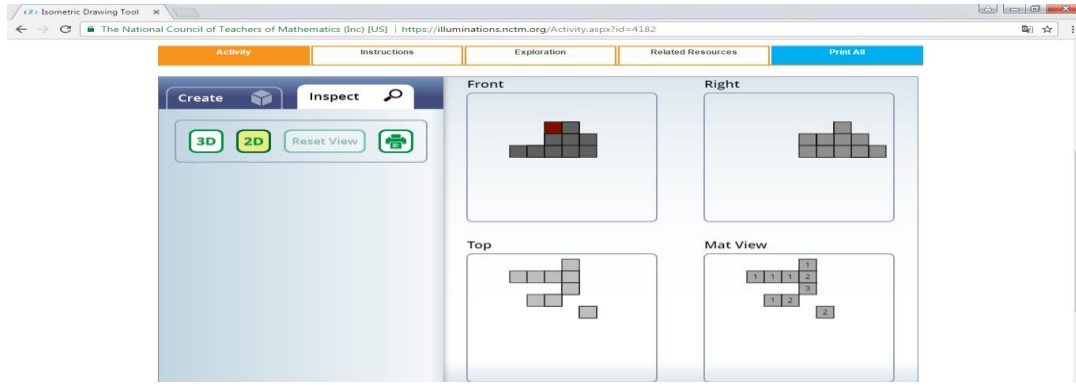
Şekil 1'de verilen GeoGebra etkinliğine ek olarak, Şekil 2'deki etkinlikte, Cabri 3D yazılımı kullanılarak öğrencilerden küplerle oluşturulan yapıların önden, sağdan, soldan, üstten, arkadan görünümünü incelemeleri ve bu görünümelerde arka arkaya veya üst üste kaçar küp olduğunu tahmin etmeleri istenmiştir. Böylece öğrencilerin boyut algılarının geliştirilmesi hedeflenmiştir.



**Şekil 2.** Sınıf İçi Etkinlik Örneği-2

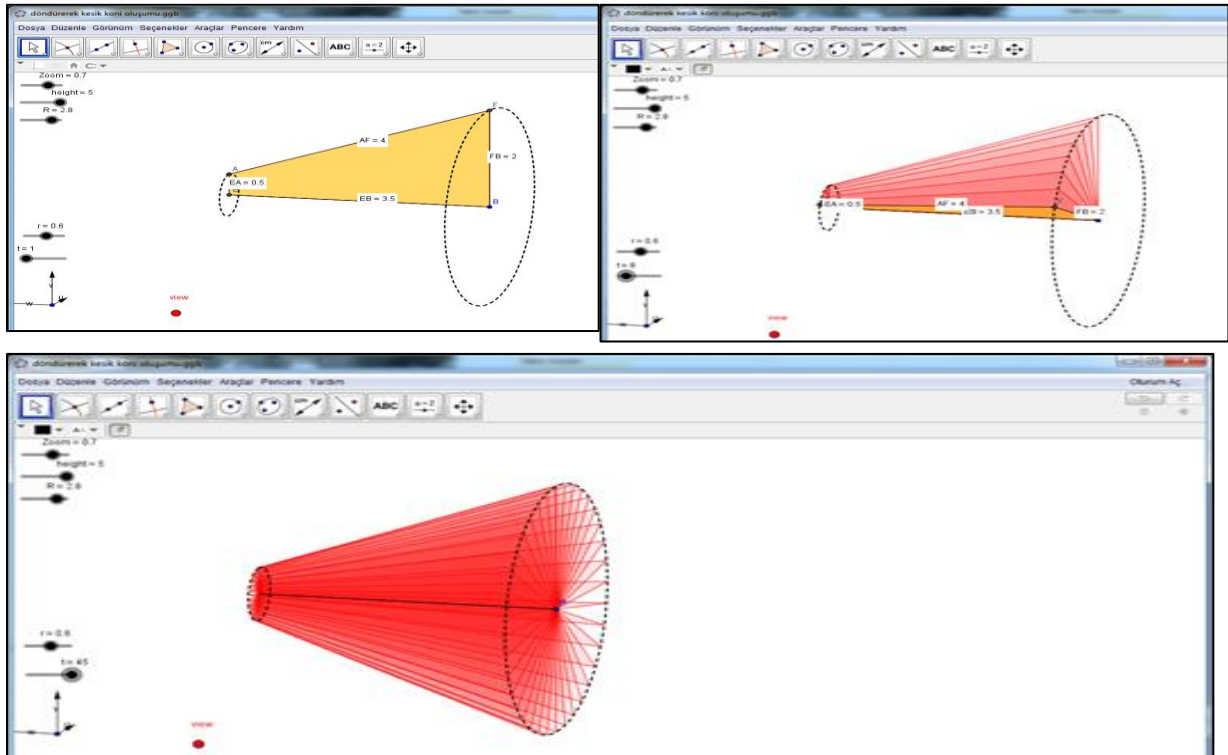
Şekil 2'de gösterilen etkinliğin ardından tamamlayıcı bir etkinlik olarak, Şekil 3'te yer alan etkinlik öğrencilere uygulanmıştır. Bu etkinlikte öğrenciler sanal manipulatif uygulamalar aracılığıyla küplerden istedikleri şekilde yapılar elde etmişler ve inşa ettikleri yapıları farklı açılardan incelemişlerdir. Bu işlemin ardından öğrenciler oluşturdukları yapının 2 boyut ve 3 boyuttaki görünümüne bakmışlar ve bu iki gösterimi birbirleriyle kıyaslamışlardır. Söz konusu yapıların 2 boyutta gösteriminde her bir küpün üzerinde yazan sayıların o küpün arkasında veya altında bulunan küplerin sayısını gösterdiğini keşfetmişler ve bunu 3 boyutlu olarak görüp doğrulamışlardır. Bu etkinlik ile öğrencilerin 2 boyut ve 3 boyut ayırımı ve sahip oldukları özellikler hakkındaki algılarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.





Şekil 3. Sınıf İçi Etkinlik Örneği-3

Şekil 4'te öğrencilere katı cisimlerin formal tanımı verilmeden, öğrencilerin katı cisimlerin ne anlama geldiğini ve sahip oldukları ayırıcı özellikleri bireysel olarak keşfetmelerini amaçlayan bir sınıf içi etkinlik örneği verilmiştir. GeoGebra yazılımının kullanıldığı bu etkinlikte verilen herhangi bir dik yamuğun yüksekliği etrafında  $360^\circ$  döndürülmesiyle bir kesik koni oluşacağı öğrencilere anlatılmıştır. Öğrencilerin sürgüleri kullanarak dik yamuğun uzunluklarını değiştirmeleri ve bu yamuğun döndürülmesi ile oluşan kesik koniyi ve özelliklerini gözlemlemeleri hedeflenmiştir. Bu etkinlik ile, öğrencilerin katı cisimlerin 2 boyutlu geometrik şekillerin döndürülmesi ile oluşabileceğini, oluşan cisimlerin belirli bir derinlikleri, hacimleri ve en/boy/yükseklik gibi bileşenlerinin olduğunu fark etmeleri amaçlanmıştır.



Şekil 4. Sınıf İçi Etkinlik Örneği-4

#### Veri Toplama Araçları

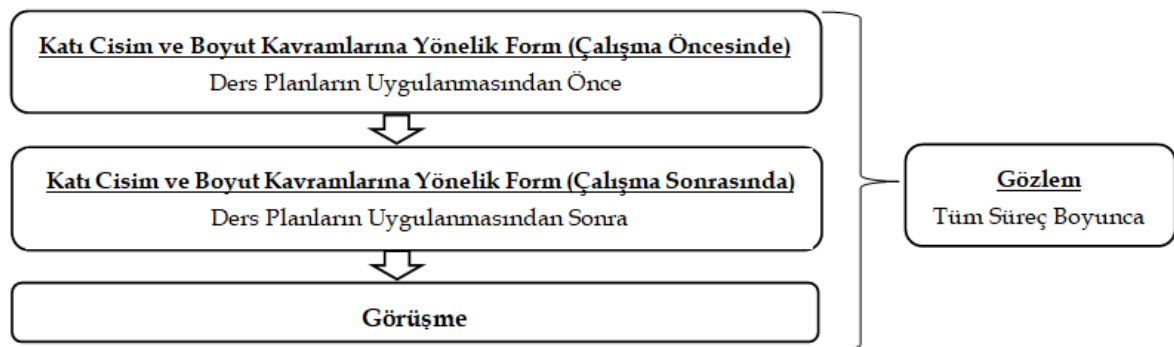
Çalışmanın veri grubu, tasarlanan ders planlarının uygulama öncesinde, uygulama sürecinde ve uygulama sonrasında toplanmıştır. Tablo 2'de verilen veri toplama araçlarının geliştirilmesinde matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesinin görüşleri alınmıştır ve araçlar bu görüşlere göre yeniden düzenlenmiştir.

**Tablo 2.**  
*Veri Toplama Araçları*

Araçlar	Amaç	İçerik
<b>Katı Cisim ve Boyut Kavramlarına Yönelik Form</b>	Bu ölçme aracı, verilen öğretimden önce ve sonra olmak üzere 2 kez, 20 öğrenciye uygulanmıştır. Bu aracın uygulanmasındaki amaç, lise öğrencilerinin katı cisimler ve boyut kavramlarına yönelik algılarının verilen öğretimden önce nasıl olduğunu ve verilen öğretimden sonra nasıl değiştiğini belirlemektir.	Bu ölçme aracında öğrencilere, boyut ve katı cisim kavramlarının tanımlarına, kaç boyut olduğuna, nokta, doğru, dikdörtgenel bölge ve küpün boyutlarına, 2 ve 3 boyutlu cisim örneklerine yönelik Ek 1’de verilen 10 tane açık uçlu soru sorulmuştur.
<b>Görüşme Formu</b>	Öğrencilerin verilen öğretime yönelik düşüncelerini belirlemek amacıyla, sınıf içerisinde gönüllü olan 5 öğrencinin tümü ile birebir olarak farklı zamanlarda yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmede, araştırma problemi ile ilgili tüm boyutların ve soruların kapsamını sağlamak için sorular listesini içeren görüşme formu kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).	Yapılan görüşmede öğrencilere Ek 2’de yer alan 12 tane açık uçlu soru yöneltilmiştir. Öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır ve yapılan görüşmeler transkript edilmiştir.
<b>Gözlem Formu</b>	Tasarlanan öğretimin öğrencilerin katı cisim ve boyut algılarına etkilerini ayrıntılı olarak değerlendirmek amacıyla gözlem formu çerçevesinde gözlemler yapılmıştır. Gözlem formunun kullanılma sebebi gözlem sürecinde her şeyin gözlenmesinin mümkün olmamasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).	Öğretim sürecinde ve uygulanan formlar sırasında katılımcılar araştırmacılardan biri tarafından gözlemlenmiştir ve gözlenenler not tutulmuştur. Yapılan gözlemler, hazırlanan gözlem formunda yer alan sınıf ortamı, sınıfın biçimsel yapısı, sınıf içi etkileşim, dersin işlenişi ve bilişsel yapı boyutları çerçevesinde yapılmıştır.

### *Veri Toplama Süreci*

Kullanılan veri toplama araçlarının kullanım sıraları ve uygulandıkları dönemler Şekil 5’te sunulmuştur.



**Şekil 5.** *Veri Toplama Süreci*

### *Verilerin Analizi*

Çalışma kapsamında veri toplama araçlarının uygulanması ile toplanan verilerin nasıl analiz edildiği Tablo 3’te sunulmuştur.

**Tablo 3.***Veri Analizi*

<b>Araçlar</b>	<b>Veri Analizi Yöntemi</b>
<b>Katı Cisim ve Boyut Kavramlarına Yönelik Form</b>	Katı cisim ve boyut kavramlarına yönelik öğrencilerin forma verdikleri cevaplar analiz edilirken her bir soruya verdikleri cevaplardaki benzerlikler ve farklılıklar soru bazında incelenmiştir. Bu incelemenin ardından öğrencilerin cevapları değerlendirilmiş ve öğrencilerin verilen öğretim sonunda katı cisim ve boyut kavramlarına yönelik bilgi düzeylerindeki gelişimleri öğrenci bazında irdelenmiştir.
<b>Görüşme</b>	Öğrencilerin cevapları içerik analizi ile analiz edilmiştir. İçerik analizinin tercih edilme sebebi, öğrencilerin öğretime ve bu öğretimin etkililiğine yönelik düşüncelerini derinlemesine incelemek, fark edilmeyen temaları fark etmektir. İçerik analizinde benzer veriler belirli kavram ve temalara göre bir araya getirilir, düzenlenir ve yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu kapsamda içerik analizi yapılırken, veriler düzenlenmiş, okunmuş, kodlanmış, temalar oluşturulmuş ve son olarak da temaların anlamı yorumlanmıştır.
<b>Gözlem</b>	Araştırmacı tarafından tutulan gözlem notları analiz edilirken, alınan notların tamamı okunmuştur ve gözlem notları içeriklerine göre sınıflandırılmıştır ve içeriği ile ilgili olan kısımlarda dile getirilmiştir.

***Geçerlik, Güvenirlik ve Etik***

Çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak için birden fazla veri toplama aracı kullanılarak veri çeşitlemesi yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Yukarıda bahsedildiği gibi gerekli tüm yerlerde matematik eğitim alanında uzman bir öğretim üyesinin ve matematik öğretmenin görüşleri alınmıştır. Ayrıca veri analizi kısmında belirlenmiş olan tema ve kodlamalar, matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesi tarafından da bağımsız olarak belirlenmiş ve %90 üzerinde uyum bulunmuştur. Farklı olan kodlamalar ve temalarda görüş birliğine varılarak düzenleme yapılmıştır.

***Etik Kurul İzin Bilgileri***

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur.

Etik Değerlendirmeyi Yapan Kurul Adı: Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Etik Değerlendirme Kararının Tarihi: 26.10.2017

Etik Değerlendirme Belgesi Sayı Numarası: 11

**BULGULAR**

Çalışmadan elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

***Öğrencilerin Öğretim Öncesindeki ve Sonrasındaki Boyut Kavramının Tanımına Yönelik Algıları***

Bu bölümde, öğrencilerin boyut kavramının tanımına yönelik uygulanan öğretim öncesindeki ve sonrasındaki algılarına ve gözlem notlarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğrencilerin “Sizce boyut nedir?” sorusuna öğretimden önce verdikleri cevapların neticesinde Tablo 4 oluşturulmuştur.

**Tablo 4.***Öğrencilerin Öğretim Öncesindeki Boyut Kavramının Tanımına Yönelik Algıları*

Öğrenciler	Evren ile ilişki kurma	Bakış açısına bağlı değişme	Cismin herhangi bir yöndeki uzanımı	İnsanın bir şekli veya cismi algılayışı	Varlıkları sınıflandıran araç	Bir cismin en, boy ve yüksekliği	3 tanesinin algılanabildiği fakat sonsuz tane olan şey
Öğrenci 1	+						
Öğrenci 2	+						
Öğrenci 3		+					
Öğrenci 4				+			
Öğrenci 5			+				
Öğrenci 6		+					
Öğrenci 7			+			+	
Öğrenci 8		+					
Öğrenci 9	+						
Öğrenci 10				+			
Öğrenci 11							+
Öğrenci 12							
Öğrenci 13							
Öğrenci 14							
Öğrenci 15		+					
Öğrenci 16			+				
Öğrenci 17		+					
Öğrenci 18					+		
Öğrenci 19		+				+	
Öğrenci 20							

Tablo 4'ten de görüldüğü gibi, Ö-1, Ö-2 ve Ö-9 boyut kavramını evren ile ilişkilendirerek tanımlarken; öğrenci 18 varlıkları sınıflandırmaya yarayan araç olarak tanımlamıştır. Bu 4 öğrencinin boyut kavramını genel ifadelerle tanımladıkları, bu kavrama yönelik herhangi bir matematiksel yaklaşımda bulunmadıkları dikkat çekmektedir. Ö-3, Ö-4, Ö-6, Ö-8, Ö-10, Ö-15 ve Ö-17 olmak üzere 7 öğrencinin de boyut kavramına yönelik doğru matematiksel yaklaşımlarda bulunamadıkları görülmektedir. Ö-12, Ö-13, Ö-14 ve Ö-20 olmak üzere 4 öğrencinin ise boyut kavramına yönelik herhangi bir tanım yapmadıkları göze çarpmaktadır. Ö-11'in sonsuz boyut olduğunu belirtmesi, Ö-7 ve Ö-19'un boyutun bir cismin en, boy ve yüksekliği olduğunu belirtmeleri ve Ö-5, Ö-7 ve Ö-16'nın boyutun bir cismin herhangi bir yöndeki uzanımı olduğunu ifade etmeleri dikkat çekicidir. Buradan hareketle bu 5 öğrencinin boyut kavramına yönelik doğru matematiksel yaklaşımda bulunmalarına rağmen, bu kavrama yönelik düzgün, yeterli bir matematiksel tanım yapamadıkları söylenebilir. Öğrencilerin boyutun ne demek olduğuna dair sorulan soruya verilen öğretim öncesinde verdikleri cevaplara genel olarak bakıldığında hiç bir öğrencinin bu kavrama dair düzgün ve yeterli bir tanım yapmadığı görülmektedir. Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te verilen etkinlikler ve benzerlerinin uygulanmasının ardından öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların analizi sonucunda ise Tablo 5 oluşturulmuştur.

**Tablo 5.***Öğrencilerin Öğretim Sonrasındaki Boyut Kavramının Tanımına Yönelik Algıları*

Öğrenciler	Bir nesnenin üzerindeki bir noktanın yerini belirlemek için gereken minimum nokta sayısı	Bir cismin yerini belirlemek için kullanılan kavram	Bir cismin en, boy ve yükseklik vb.'sinden her biri	Bir cismin bir doğrultuda ölçülmüş büyüklüğü
Öğrenci 1	+	+		
Öğrenci 2			+	
Öğrenci 3	+	+		
Öğrenci 4	+	+		

Öğrenci 5	+	+	
Öğrenci 6	+	+	
Öğrenci 7	+	+	
Öğrenci 8	+	+	
Öğrenci 9			+
Öğrenci 10			+
Öğrenci 11			+
Öğrenci 12	+	+	
Öğrenci 13	+	+	
Öğrenci 14	+	+	
Öğrenci 15	+	+	
Öğrenci 16			+
Öğrenci 17			+
Öğrenci 18	+	+	
Öğrenci 19	+	+	
Öğrenci 20		+	

Tablo 5'te, 13 öğrenci, hem boyut kavramının bir nesnenin üzerindeki bir noktanın yerini belirlemek için gereken minimum nokta sayısı olduğunu hem de boyut kavramının yer belirlemede bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Bu öğrencilerin boyut kavramına dair yaptıkları tanımın genel anlamda doğru olduğu görülmektedir. Ö-20 ise boyut kavramı ile ilgili olarak bir cismin yerini belirlemek için kullanıldığını ifade etmiştir. Ö-20'nin yaklaşımın da genel anlamda doğru olduğu fakat boyut tanımı için yetersiz olduğu söylenebilir. 5 öğrenci, boyutun bir cismin en, boy ya da yükseklik gibi değişkenlerinden her biri olduğunu belirtmişlerdir. Bu öğrencilerin doğru matematiksel yaklaşımlarda buldukları dikkat çekmektedir. Ö-16'nın ise boyut kavramına dair matematiksel bir yaklaşımda bulunduğu fakat yaklaşımının doğru bir matematiksel yaklaşım olmadığı görülmektedir. Çalışma sonrasındaki cevaplara genel olarak baktığımızda, tüm öğrencilerin boyut kavramına yönelik matematiksel yaklaşımlarda buldukları ve Ö-16 dışındaki 19 öğrencinin de yaklaşımının doğru olduğu dikkat çekmektedir. Boyut kavramının ne anlama geldiğine yönelik sorulan soruya öğrencilerin öğretim öncesindeki ve sonrasındaki cevapların kıyaslanması Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'da yer alan "x" sembolü öğrencilerin boyut kavramının tanımlanmasına yönelik herhangi bir matematiksel yaklaşımda bulunamadıklarını veya doğru olmayan matematiksel yaklaşımlarda bulduklarını belirtirken; "⊥" sembolü doğru matematiksel yaklaşımlarda bulduklarını fakat düzgün matematiksel bir tanım yapamadıklarını; "+" sembolü ise düzgün matematiksel bir tanım yapabildiklerini belirtmektedir. Tablo 8'de de benzer yaklaşım izlenmiştir.

**Tablo 6.**

*Öğrencilerin Öğretim Öncesindeki ve Sonrasındaki Boyut Kavramının Tanımına Yönelik Algılarının Kıyaslanması*

Öğrenciler	Öğretim Öncesindeki Boyut Tanımı	Öğretim Öncesindeki Boyut Tanımı
Öğrenci 1	x	+
Öğrenci 2	x	+
Öğrenci 3	x	+
Öğrenci 4	x	+
Öğrenci 5	⊥	+
Öğrenci 6	x	+
Öğrenci 7	⊥	+
Öğrenci 8	x	+
Öğrenci 9	x	+
Öğrenci 10	x	+
Öğrenci 11	⊥	+
Öğrenci 12	x	+
Öğrenci 13	x	+
Öğrenci 14	X	+

Öğrenci 15	X	+
Öğrenci 16	⊥	x
Öğrenci 17	X	+
Öğrenci 18	X	+
Öğrenci 19	⊥	+
Öğrenci 20	X	+

Tablo 6’da Ö-16 dışındaki tüm öğrencilerin boyut kavramının ne demek olduğuna yönelik algılarında gelişme olduğu görülmektedir. Bu durum uygulanan öğretimin boyut kavramının ne anlama geldiğinin öğrencilere kavratılmasında etkili olduğunu göstermektedir.

### *Öğrencilerin Öğretim Öncesindeki ve Sonrasındaki Katı Cisim Kavramının Tanımına Yönelik Algıları*

Bu bölümde, öğrencilerin uygulanan öğretim öncesindeki ve sonrasındaki katı cisim kavramının tanımına yönelik algılarına ve gözlem notlarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu noktada öğrencilere sorulan soru “Katı cisim ne demektir?” sorusudur.

Öğretimden önce, Ö-1 ve Ö-19, katı cisimleri biçimi belirli olan cisimler olarak görmektedirler. Ö-1 ve Ö-19’un, katı cisim kavramını genel ifadelerle açıklamaya çalıştığı, düzgün matematiksel bir tanım yapamadıkları göze çarpmıştır. Ö-2, Ö-4, Ö-13, Ö-14, Ö-15, Ö-17, Ö-18 ve Ö-20, katı cisim kavramına fiziksel olarak yaklaşmışlardır. Ö-2, Ö-4, Ö-13 ve Ö-18, katı cisimlerin sıvı ya da gaz olmayan cisimler olduğunu düşünmüşlerdir. Ö-14, Ö-17 ve Ö-18, katı cisimlerin maddenin üç halinden biri olduğunu ifade etmişlerdir. Ö-15, katı cisimleri belirli bir şekilleri olan, akmayan cisimler olarak görmektedir. Ö-20 ise katı cisimlerin vurulduğunda ses çıkartan cisimler olduğunu düşünmektedir.

Öğretim öncesinde Ö-3, Ö-6, Ö-8 ve Ö-12, katı cisim kavramını üç boyutlu cisimler olarak görmektedirler. Ö-3, katı cisimlerin belirli bir ağırlığı, hacmi ve yüksekliği olan üç boyutlu cisimler olduğunu ifade etmiştir. Ö-6, Ö-8 ve Ö-12’ ye göre katı cisimler belirli yükseklikleri ve hacimleri olan üç boyutlu cisimlerdir. Ayrıca Ö-6 ve Ö-12, katı cisimlerin enleri ve boyları olduğunu da belirtmişlerdir. Bunun yanında Ö-12 katı cisimlerin boşlukta yer kapladığını ve tanecikleri arasında boşluk olmadığını ifade etmiştir. Bu 4 öğrenci katı cisim kavramına yönelik doğru matematiksel yaklaşımlarda bulunmuşlardır. Bu öğrencilerin katı cisim kavramına yönelik yapmış oldukları tanımların genel anlamda doğru olduğu söylenebilir. Bunun yanında Ö-6 ve Ö-12, katı cisim kavramına dair daha ayrıntılı açıklamalarda bulunmuşlardır. Ö-11 ise katı cisimlerin geometrik cisimlerin üç boyutlu hali olduğunu ve katı cisimleri hissedebileceğimizi belirtmiştir. Burada Ö-11, katı cisim kavramına matematiksel yaklaşmıştır fakat yeterli matematiksel bir tanım yapamamıştır. Öğretimden önce Ö-5, Ö-7, Ö-9 ve Ö-16, katı cisimleri kenarları ve yüzeyleri eşit olan cisimler olarak görmektedirler. Bu öğrencilerin katı cisim kavramına yönelik doğru olmayan algılara sahip oldukları dikkat çekmektedir. Ö-10 da, katı cisimleri boyutu olan cisimler olarak tanımlamıştır. Bu tanımın yüzeysel ve yetersiz olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin aynı soruya, Şekil 4’teki gibi etkinlikleri içeren bir öğretim sonrasında verdikleri cevapların analizi sonucunda ise Tablo 7 ortaya çıkmıştır.

**Tablo 7.**

### *Öğrencilerin Öğretim Sonrasındaki Katı Cisim Kavramının Tanımına Yönelik Algıları*

Öğrenciler	3 boyutlu cisimlerin genel adı	Hacmi olma	Eni, boyu ve yüksekliği olma	Ağırlığı olma	Yoğunluğu olma
Öğrenci 1	+	+			
Öğrenci 2	+		+	+	
Öğrenci 3	+	+			
Öğrenci 4	+	+			
Öğrenci 5	+	+			
Öğrenci 6	+	+	+		

Öğrenci 7	+	+	+	
Öğrenci 8	+	+		
Öğrenci 9	+			
Öğrenci 10	+		+	+
Öğrenci 11	+		+	
Öğrenci 12	+	+		
Öğrenci 13	+	+		
Öğrenci 14	+	+	+	
Öğrenci 15	+	+	+	
Öğrenci 16	+		+	+
Öğrenci 17	+		+	
Öğrenci 18	+	+	+	
Öğrenci 19	+	+		
Öğrenci 20	+	+	+	

Tablo 7’de 20 öğrencinin de katı cisimler hakkında ifade ettiklerinin doğru matematiksel ifadeler olduğu görülmektedir. Yani katı cisimler konusunda öğretim öncesinde doğru olmayan algılara sahip olan öğrencilerin algılarında olumlu değişimler olduğu gözlemlenmiştir. Öğretim sonrasında ise tüm öğrenciler katı cisim kavramına yönelik doğru matematiksel yaklaşımlarda bulunmuşlar ve düzgün matematiksel bir tanım yapabilmişlerdir.

Katı cisim kavramının ne anlama geldiğine yönelik sorulan soruya öğrencilerin öğretim öncesindeki ve sonrasındaki cevaplarının kıyaslanması Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.**

*Öğrencilerin Öğretim Öncesindeki ve Sonrasındaki Katı Cisim Tanımına Yönelik Algılarının Kıyaslanması*

Öğrenciler	Öğretim Öncesindeki Katı Cisim Tanımı	Öğretim Sonrasındaki Katı Cisim Tanımı
Öğrenci 1	×	+
Öğrenci 2	×	+
Öğrenci 3	+	+
Öğrenci 4	×	+
Öğrenci 5	×	+
Öğrenci 6	+	+
Öğrenci 7	×	+
Öğrenci 8	+	+
Öğrenci 9	×	+
Öğrenci 10	×	+
Öğrenci 11	⊥	+
Öğrenci 12	+	+
Öğrenci 13	×	+
Öğrenci 14	×	+
Öğrenci 15	×	+
Öğrenci 16	×	+
Öğrenci 17	×	+
Öğrenci 18	×	+
Öğrenci 19	×	+
Öğrenci 20	×	+

Tablo 8’de Ö-3, Ö-6, Ö-8 ve Ö-12 dışındaki öğrencilerin katı cisim kavramının ne demek olduğuna yönelik algılarında gelişme olduğu görülmektedir. Ö-3, Ö-6, Ö-8 ve Ö-12’nin ise öğretimden önceki katı cisme yönelik doğru algılarını verilen öğretimden sonra da sürdürdükleri dikkat çekmektedir. Fakat bu 4 öğrenci de çalışma sonrasında uygulanan formda katı cisimlerin ne demek olduğuna yönelik sorulan soruya öğretim öncesine göre daha ayrıntılı cevaplar vermişlerdir. Buradan hareketle bu öğrencilerin de katı cisim algılarının geliştiği söylenebilir.

### Öğrencilerin Öğretim Öncesindeki ve Sonrasındaki Boyut Sayısı Algıları

Bu bölümde, öğrencilerin uygulanan öğretim öncesindeki ve sonrasındaki boyut sayısı algılarına ve gözlem notlarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğrencilerin boyut sayısı, nokta, doğru, dikdörtgenel bölge, küp ve katı cisimlerin boyut sayısına yönelik sorulara öğretim öncesinde verdikleri cevapların analizi sonucunda Tablo 9 oluşturulmuştur.

**Tablo 9.**  
*Öğrencilerin Öğretim Öncesindeki Boyut Sayısı Algıları*

Öğrenciler	Boyut sayısı	Noktanın boyutu	Doğrunun boyutu	Dikdörtgenel bölgenin boyutu	Küpün boyutu	Katı cisimlerin boyutu
Öğrenci 1	sonsuz	1	1	2	3	3
Öğrenci 2	sonsuz	1	1	2	2	2
Öğrenci 3	3	1	2	2	3	3
Öğrenci 4	3	1	2	1	3	3
Öğrenci 5	3	boyutsuz	1	3	3	3
Öğrenci 6	5	1	2	2	3	3
Öğrenci 7	4	boyutsuz	1	3	3	değişken
Öğrenci 8	5	1	2	2	3	3
Öğrenci 9	sonsuz	boyutsuz	1	3	3	3
Öğrenci 10	3	2	2	2	3	3
Öğrenci 11	sonsuz	2	2	2	2-3	3
Öğrenci 12	3	1	1	2	3	3
Öğrenci 13	sonsuz	1	2	3	3	3
Öğrenci 14	sonsuz	3	2	1	3	değişken
Öğrenci 15	5	2	2	2	3	3
Öğrenci 16	4	boyutsuz	1	3	3	değişken
Öğrenci 17	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	sonsuz
Öğrenci 18		sabit	1	2	3	3
Öğrenci 19		1	2	2	3	3
Öğrenci 20	sonsuz	1	sonsuz	2	3	değişken

Tablo 9'da, uygulanan öğretimden önce 20 öğrenci içerisinde 8 öğrencinin sonsuz boyut olduğunu farkında olduğu dikkat çekmektedir. Ö-18 ve Ö-19'un kaç boyut olduğuna yönelik sorulara cevap vermedikleri; kalan 10 öğrencinin ise doğru olmayan algılara sahip oldukları göze çarpmaktadır. Tablo 9'dan öğretimden önce 5 öğrencinin noktanın boyutsuz olduğunu farkında olduğu görülmektedir. Kalan 15 öğrencinin ise noktanın boyut sayısına yönelik doğru olmayan algıları olduğu ortaya çıkmıştır. Noktanın boyutu konusunda doğru olmayan algılara sahip olan öğrencilerin sayısının oldukça fazla olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 9'dan da görüldüğü gibi, öğretim verilmeden önce 20 öğrenci içerisinde 9 öğrencinin doğrunun bir boyutlu olduğunu; 13 öğrencinin dikdörtgenel bölgenin iki boyutlu olduğunu; 18 öğrencinin küpün üç boyutlu olduğunu ve 14 öğrencinin de katı cisimlerin üç boyutlu olduğunu bilincinde oldukları görülmektedir. Burada öğretimden önce de dikdörtgenel bölgenin, küpün ve katı cisimlerin boyutlarına yönelik doğru algılara sahip olan öğrencilerin sayısının fazla olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle öğrencilerin neredeyse tamamının katı cisimlerin üç boyutlu olduğunu öğretim öncesinde farkında olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum yapılan öğretim öncesinde birçok öğrencinin katı cisimlerin tanımına yönelik eksiklikleri olmasına rağmen katı cisimlerin boyut sayısına aşina olduklarını göstermektedir. Doğrunun bir boyutlu olduğunu farkında olan öğrenci sayısının ise dikdörtgenel bölge, küp ve katı cisimlere göre daha az olduğu dikkat çekmektedir. Tablo 6'da dikkat çeken bir başka unsur ise Ö-11'in küpün 2 ya da 3 boyutlu olabileceğini ifade etmesidir. Bu öğrenci küpün kağıda çizildiğinde 2, elimizde nesne olarak bulunduğunda ise 3 boyutlu olacağını ifade etmiştir. Bu öğrencinin küpe yönelik doğru matematiksel yaklaşımlarda bulunduğu söylenebilir.



Benzer şekilde 4 öğrencinin de katı cisimlerin boyutunun değişebileceğini ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin aynı soruya öğretim sonrasında verdikleri cevapların analizi sonucunda ise Tablo 10 oluşturulmuştur.

**Tablo 10.**  
*Öğrencilerin Öğretim Sonrasındaki Boyut Sayısı Algıları*

Öğrenciler	Boyut sayısı	Noktanın boyutu	Doğrunun boyutu	Dikdörtgenel bölgenin boyutu	Küpün boyutu	Katı cisimlerin boyutu
Öğrenci 1	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 2	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 3	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 4	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 5	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 6	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 7	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 8	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 9	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 10	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 11	sonsuz	boyutsuz	1	2	1-3	3
Öğrenci 12	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 13	sonsuz	boyutsuz	2	3	3	3
Öğrenci 14	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 15	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 16		boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 17	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 18	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 19	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3
Öğrenci 20	sonsuz	boyutsuz	1	2	3	3

Tablo 10'da Ö-16 dışındaki 19 öğrencinin sonsuz boyut olduğunu ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin sonsuz boyut olduğuna yönelik algılarının doğru bir matematiksel yaklaşım olduğu dikkat çekmektedir. Teknolojiden destek alınarak yapılan öğretimden önce noktanın boyutsuz olduğunun farkında olan öğrenci sayısı 5 iken; öğretimden sonra bu sayının 20'ye yükselmesi dikkat çekmektedir. Çalışma kapsamında öğrencilere noktanın boyutsuz olduğu bilgisi verilmemiştir. Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'teki ve benzeri etkinliklerin uygulanması sürecinde öğrencilerin çoğu, cisimlerin sahip oldukları en, boy, yükseklik gibi bileşenlerin sayısına bağlı olarak boyutun değişeceğini fark ettiklerini ve noktanın da bu bileşenlerden hiçbirine sahip olmadığı için boyutsuz olduğunu belirtmişlerdir. Tablo 10'da, öğretim sonrasında Ö-13 dışındaki tüm öğrencilerin doğrunun ve dikdörtgenel bölgenin boyut sayısına yönelik doğru algılara sahip oldukları göze çarpmaktadır. Öğretimden sonra ise doğrunun ve dikdörtgenel bölgenin boyut sayısının sorulduğu soruya doğru cevap veren öğrenci sayısının öğretimden öncekine göre arttığı göze çarpmaktadır. Bunların yanında Tablo 10'da 20 öğrenci içerisinde 19 öğrencinin küpün üç boyutlu; 20 öğrencinin de katı cisimlerin üç boyutlu olduğunun farkında olduğu dikkat çekmektedir. Tüm bunlardan hareketle neredeyse tüm öğrencilerin boyut sayısı, noktanın, doğrunun, dikdörtgenel bölgenin, küpün ve katı cisimlerin boyut sayısına yönelik algılarında öğretim öncesine göre gelişme olduğu sonucuna varılabilir.

Öğrencilerin kendilerinden iki boyutlu ve üç boyutlu cisimler ile katı cisimlere örnek vermelerinin istendiği sorularda öğretimden önce ve sonra verdikleri örneklerin değerlendirilmesi Tablo 11'de verilmiştir.

**Tablo 11.**  
Öğrencilerin Örneklerinin Değerlendirilmesi

Öğrenciler	2 Boyutlu Cisim Örnekleri		3 Boyutlu Cisim Örnekleri		Katı Cisim Örnekleri	
	Öğretim Öncesi	Öğretim Sonrası	Öğretim Öncesi	Öğretim Sonrası	Öğretim Öncesi	Öğretim Sonrası
Öğrenci 1	2 doğru	2 doğru	1 doğru	2 doğru	1 doğru	5 doğru
Öğrenci 2		3 doğru		4 doğru	3 doğru	3 doğru
Öğrenci 3	2 doğru	2 doğru	4 doğru	4 doğru	1 doğru	7 doğru
Öğrenci 4	1 yanlış	4 doğru	1 doğru	5 doğru	2 doğru	4 doğru
Öğrenci 5	1 doğru 1 yanlış	4 doğru	3 doğru	4 doğru	4 doğru	5 doğru
Öğrenci 6	1 doğru 1 yanlış	3 doğru	3 doğru	4 doğru	2 doğru	3 doğru
Öğrenci 7	1 doğru	3 doğru	1 doğru	4 doğru	3 doğru	5 doğru
Öğrenci 8	1 yanlış	3 doğru	2 doğru	5 doğru	2 doğru	3 doğru
Öğrenci 9	1 doğru 1 yanlış	3 doğru	3 doğru	3 doğru	1 doğru	6 doğru
Öğrenci 10	4 doğru 1 yanlış	3 doğru	4 doğru	6 doğru	2 doğru	5 doğru
Öğrenci 11	1 doğru 1 yanlış	3 doğru	3 doğru	5 doğru	4 doğru	6 doğru
Öğrenci 12	1 yanlış	2 doğru	2 doğru	3 doğru	3 doğru	1 doğru
Öğrenci 13	3 doğru	2 doğru	2 doğru	4 doğru	1 doğru	1 doğru
Öğrenci 14	1 yanlış	3 doğru	2 doğru	3 doğru		1 doğru
Öğrenci 15	1 doğru 2 yanlış	1 doğru 1 yanlış	3 doğru	3 doğru		1 doğru
Öğrenci 16	1 doğru	3 doğru	1 doğru	3 doğru	4 doğru	3 doğru
Öğrenci 17	3 doğru	2 doğru	3 doğru	6 doğru	3 doğru	8 doğru
Öğrenci 18	2 yanlış	2 doğru 2 yanlış	6 doğru	7 doğru	2 doğru	2 doğru
Öğrenci 19	2 doğru	2 doğru	2 doğru	5 doğru	1 doğru	4 doğru
Öğrenci 20	2 doğru	4 doğru	2 doğru	6 doğru	6 doğru	4 doğru

Tablo 11'den de görüldüğü gibi, öğretim sonrasında 14 öğrencinin 2 boyutlu cisimlere verdikleri doğru örnek sayısı artarken; 3 öğrencinin azalmıştır; 3 öğrencinin de sabit kalmıştır. Öğretimden sonra 10 öğrencinin 2 boyutlu cisimlere verdikleri yanlış örnek sayısı azalırken; 1 öğrencinin de sabit kalmıştır. 9 öğrenci öğretim öncesinde de sonrasında da, 2 boyutlu cisimlere hiç yanlış örnek vermemişlerdir. Uygulanan öğretimden sonra 17 öğrencinin 3 boyutlu cisimlere verdikleri doğru örnek sayısı artarken; 3 öğrencinin de sabit kalmıştır. Tüm öğrenciler hem öğretim öncesinde hem öğretim sonrasında, 3 boyutlu cisimlere hiç yanlış örnek vermemişlerdir. Öğretimden sonra 14 öğrencinin katı cisimlere verdikleri doğru örnek sayısı artarken; 3 öğrencinin azalmıştır; 3 öğrencinin de sabit kalmıştır. Tüm öğrenciler öğretim öncesinde ve sonrasında, katı cisimlere hiç yanlış örnek

vermemişlerdir. Ö-14 ve Ö-15'in öğretim öncesinde katı cisimlere hiç örnek vermedikleri fakat öğretim sonrasında doğru örnekler verdikleri dikkat çekmektedir.

### Öğrencilerin Öğretime Yönelik Düşünceleri

Araştırma kapsamında, Ö-4, Ö-8, Ö-11, Ö-13 ve Ö-15, görüşme için gönüllü olmuşlardır. Öğrencilerin EK 2'de verilen görüşme sorularına verdikleri cevapların analizi sonucunda ortaya çıkan temalar ise frekanslarıyla ve bazı öğrencilerin bu temalara dair gerekçeleriyle Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12.**

*Öğrencilerin Öğretime Dair Düşünceleri*

Temalar	F	Çünkü...
Kolay Öğrenme	20	"...boyut kavramını anlamamızı sağladı. Katı cisimleri daha iyi kavramamızı sağladı. Nasıl cisimler olduğunu, nelerden oluştuğunu ve özelliklerini iyi anlayabildik."
Canlandırma	17	"...katı cisimler teknoloji ile işlendiğinde onları gözümüzde daha rahat canlandırıyoruz. Açık- kapalı hallerini, başka yerlerden görünümünü tahmin edebiliyoruz."
Görselleştirme	16	"...teknoloji sayesinde bu cisimlerin açık ve kapalı hallerini, farklı açılardan görünümünü görüp, kavrayabildik. Sürgülerle oynadık, sürgülerle oynadıkça cisimlerde oluşan değişimleri inceledik."
Zevkli	12	"Kağıt kalem ile çözmektense teknoloji kullanarak çözmek daha güzel. Daha eğlenceli. Kağıt kalem ile çözmek sıradan ve sıkıcı."
Derse Olan İlginin Artması	10	"Dersin böyle işlenmesi derse olan ilgimi arttırıyor. Derste sıkılmadım"
Zaman Tasarrufu	10	"Teknoloji ile daha hızlı, daha pratik, daha doğru çözümler bulabiliyoruz. Teknoloji vakit kazanmak açısından gerekli."
Faydalı	9	"...teknoloji konular arası geçişlerde, konular arası ilişki kurmada ve ispat yapmada oldukça faydalı oluyor."
Gerekli	8	"Bence tüm matematik konularında teknoloji kullanılmalı. Ama geometri konularında daha da gerekli oluyor. Çünkü öğretmenin tahtaya çizip, öğrencilerin bunu algılamasını beklemesi yerine teknolojiyi kullanarak bize göstermesi gerekiyor."
Farklı Bakış Açıları	8	"...Farklı bakış açıları geliştirmemi sağladı."
3 Boyutlu Düşünmeyi Destekleme	7	"3 boyutlu düşünme becerisini arttırıyor."
Kalıcılık	6	"Teknoloji destekli öğretim görmek daha faydalı oldu, dersin aklımızda kalmasını sağladı."
Somatlaştırma	4	"Çünkü öğrenci hayal edemediği zaman bilgisayarda görmek daha somut oluyor."
Farklı	4	"...farklı geldi."
Beğenme	3	"Daha önce dersi bu şekilde işlemedik. Dersin böyle işlenmesinin iyi yönde bir etkisi oluyor, hoşuma gitti."
Şaşırtıcı	2	"Derste mesela prizmaların tabanındaki çokgenin kenar sayısı büyüdükçe silindire benzediğini, piramitlerin tabanındaki çokgenin kenar sayısı büyüdükçe koniye benzediğini görmüştük... Bunlar beni şaşırttı."
Verimli	2	"Çünkü öğrenci kafasında hayal edemediği zaman bilgisayarda görmek daha verimli oluyor."
Ezberden Uzaklaşma	2	"Dersler teknolojiyle birlikte işlenip, bunlar görsel olarak önümüze sunulduğunda formülleri ezberlememiş ve anlamış oluyoruz. Neyin nereden geldiğini kavriyoruz."

<b>Modelleme</b>	2	<i>"... artık cisimleri kafamda daha rahat ve daha hızlı modelleyebiliyorum."</i>
<b>Yenilikçi</b>	1	<i>"Artık kağıt-kalem biraz eski kalıyor. Teknoloji çağındayız. Her şey dijital. Dersi bu şekilde teknoloji ile işlemek yenilikçi bir şey."</i>

Tablo 12’de görüldüğü gibi öğrencilerin en çok üzerinde durdukları temalar “Kolay Öğrenme”, “Canlandırma”, “Görselleştirme” ve “Zevkli” temalarıdır. Öğrencilerin en az değindikleri temaların ise “Yenilikçi”, “Ezberden Uzaklaştırma”, “Modelleme”, “Verimli” ve “Şaşırtıcı” temaları olduğu görülmektedir.

Sınıf içerisinde yapılan gözlemler sonucunda ise neredeyse tüm öğrencilerin öğretimden önce, boyut ve katı cisim kavramlarının ne demek olduğuna dair yeterli bilgilerinin olmadığı, sorulan sorulara şaşırdıkları, daha önce bu kavramların ne demek olduğundan hiç bahsedilmediğini belirttikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrenciler daha önce akıllı tahtadan örnek soru çözmek dışında derslerde teknolojiden faydalanmadıklarını ve dolayısıyla verilen öğretimi ilgi çekici, farklı ve faydalı bulduklarını ifade etmişlerdir.

### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada GeoGebra ve Cabri 3D dinamik matematik-geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamaların kullanıldığı bir öğretimin 10. sınıf öğrencilerinin katı cisim ve boyut kavramlarına yönelik algılarına etkisi ve öğrencilerin söz konusu öğretime yönelik görüşleri incelenmiştir. Bu kapsamda, öğrencilerin boyut ve katı cisim kavramlarına yönelik algılarının geliştirilmesi ve katı cisimler konusunu öğrenmeleri amacıyla ders planları hazırlanmış ve öğrencilere uygulanmıştır. Ayrıca bu çalışmada, bir öğretmenin, öğrencilerin öğrenmelerini ve algılarını en üst düzeye çıkarmak için geleneksel sınıf öğretimini teknoloji ile harmanlayarak nasıl etkili şekilde kullanabileceğini göstermek hedeflenmiştir. Bu çerçevede çalışmanın, hem teknolojinin öğrencilerin katı cisim ve boyut algıları ve konuyu öğrenmeleri üzerindeki etkilerini araştırmak için, hem de öğretmenlere teknolojiyi nasıl kullanacaklarını planlarken yardımcı olmak için bir rehber olabileceği düşünülmektedir. Böylece hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin matematik derslerinin nasıl işlenebileceğine dair farklı bakış açıları geliştirmeleri sağlanabilir.

Uygulanan öğretimin katı cisimlerin görselleştirilmesini, öğrencilerin cisimleri farklı açılardan görebilmelerini ve inceleyebilmelerini, soyut matematiksel kavramların somutlaştırılmasını sağlaması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Verilen öğretimin bu özellikleri sayesinde öğrencilerin konuyu kavramalarına ve katı cisimleri zihinlerinde canlandırmalarına katkı sağlanmıştır. Nitekim öğrenciler de bu düşünceye paralel olarak uygulanan öğretimin katı cisimler konusunun görselleştirilmesini ve somutlaştırılmasını sağladığını ve cisimleri akıllarında daha rahat canlandırmalarına yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer sonuçlara Hartatiana, Darhim ve Nurlaelah (2018), Hikmah, Rezeki ve Toma (2019) ve Karadağ ve McDougall’ın (2009) çalışmalarında da rastlanmıştır. Bu çalışmada katı cisimler konusunun matematik temelli çeşitli teknoloji uygulamaları kullanılarak anlatılmasının amaçlarından biri öğrencilerin zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları 3 boyutlu cisimleri öğrenci için daha somut ve görsel hale getirerek öğrencilerin öğrenmelerini arttırmaktır. Dolayısıyla elde edilen bulgulara dayanarak çalışmanın bu amacına ulaştığı ve Dockendorff ve Solar’ın (2018) da belirttiği gibi, uygulanan öğretimin sunduğu görsel imkânların, derslerin verimli geçmesini ve öğrencilerin etkili öğrenmelerini desteklediği söylenebilir. Ayrıca uygulanan öğretimin yaşadığımız teknoloji çağındaki gelişmelere ayak uydurmak, günümüzdeki teknolojik fırsatlardan eğitim-öğretim alanında da faydalanmak, yeniliklere açık olup çağı yakalamak adına da önemli olduğu düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışmanın sonucunda, öğrencilerin daha önce boyut ve katı cisim kavramları hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin neredeyse tamamının katı cisimler

konusunu 8. sınıfta da işlediklerini fakat öğretmenlerinin boyut ve katı cisim kavramlarının ne demek olduğuna değinmediklerini belirtmeleri dikkat çekmiştir. Ülkemizde konuların işlenişi için ayrılan sürenin kısa olması, öğretmen yetiştirme programlarında kavramsal yapıların öğretime yeterli ağırlığın verilmemesi ve dolayısıyla öğretmenlerin önemli matematiksel kavramlara yönelik bilgilerinin yeterli olmaması bu durumun nedenleri arasında sayılabilir.

Çalışmanın öğrencilerin boyut ve katı cisim algılarına yönelik bulgularından elde edilen sonuçlara genel olarak bakıldığında, tüm öğrencilerin öğretimle birlikte boyut ve katı cisim kavramlarına yönelik algılarında olumlu yönde gelişmeler olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretimden önce, öğrencilerin çoğunun boyut ve katı cisim algılarının sınırlı olduğu görülmüştür. Öğretimden sonra ise öğrencilerin var olan sınırlı algılarının olumlu olarak değiştiği ve geliştiği belirlenmiştir. Teknoloji kullanımının öğrencilerin matematik öğrenmeye yönelik algılarına etkisini inceleyen Dove ve Dove'un (2017) çalışmasında da benzer bulgulara rastlanmaktadır. Dove ve Dove, çalışmasında teknoloji kullanımının öğrencilerin matematik öğrenmeye yönelik algılarını geliştirdiğine ulaşımlardır. Ayrıca bu sonuç, GeoGebra ve sanal manipulatif uygulamaların konuyu kavramaya etkisini gösteren Akhri ve Mahmudi (2015), Öcal (2017) ve Satzangi ve Miller'in (2017) çalışmalarında elde ettikleri bulgularla paralellik göstermektedir. Adams ve Dove (2018) ise matematik derslerinde teknolojiden destek alınarak yapılan öğretiminin öğrencilerin başarısını ve öğrenme algılarını etkileyip etkilemediğini incelemiştir. Bu inceleme sonucunda, teknoloji kullanımının öğrencilerin başarılarını arttırdığı fakat öğrenme algılarında önemli bir değişim yaratmadığı ortaya çıkmıştır. Araştırmacıların elde ettiği bu sonucun, bu çalışmada elde edilen sonuçlardan farklı olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, katı cisimler ve boyut kavramlarının öğretiminde çeşitli teknoloji uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin bu kavramlara yönelik algılarında önemli bir değişim ve gelişim doğurduğu belirlenmiştir.

Çalışmadan ulaşılan bir başka sonuç da, öğretimden önce öğrencilerin çoğunun nokta, doğru, dikdörtgenel bölge ve küp gibi bazı cisimlerin boyut sayısına, 2 ve 3 boyutlu cisimlere ilişkin doğru olmayan algılara sahip olduklarıdır. Öğretimden sonra ise öğrencilerin neredeyse tamamının nokta, doğru, dikdörtgenel bölge ve küp gibi cisimlerin boyut sayısını doğru şekilde belirleyebildikleri, 2 ve 3 boyutlu cisimler ile katı cisimlere daha fazla doğru örnek verebildikleri göze çarpmıştır. Bu sonuç uygulanan öğretimin öğrenciler üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu sonucun, gelecek yıllardaki teknoloji temelli eğitim uygulamalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Burada, Geogebra, Cabri 3D, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamaların kullanıldığı öğretimin katılımcılar üzerinde etkili olmasının hem kullanılan teknolojinin uygunluğuna hem de bunun öğretmen tarafından bir eğitim aracı olarak nasıl kullanıldığına bağlı olarak değiştiği dikkate alınmalıdır. Öğretmenlerin sorulara uygun şekilde cevap verebilmeleri, sınıf içi tartışma ortamı oluşturabilmeleri ve öğrencilerin geri bildirimlerinin kalitesine bağlı olarak farklı sonuçlar ortaya çıkma olasılığı yüksektir. Bu noktada öğretmenlerin teknolojiyi pasif bir araç olarak görmek yerine öğrencilerin öğrenmelerini geliştirebilecekleri bir süreç olarak görmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında öğrencilerin verilen öğretime dair düşüncelerini belirlemek amacıyla, gönüllü 5 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin bu görüşmelerde yer alan sorularına verdikleri cevaplardan hareketle 19 tema belirlenmiştir. Öğrencilerin en çok üzerinde durdukları temaların "Kolay Öğrenme", "Canlandırma", "Görselleştirme" ve "Zevkli" temaları olduğu; öğrencilerin en az değindikleri temaların ise "Yenilikçi", "Ezberden Uzaklaştırma", "Modelleme", "Verimli" ve "Şaşırtıcı" temaları olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmada belirlenen temalar çerçevesinde, öğrencilerin araştırma kapsamında uygulanan ders planlarını farklı, ilgi çekici ve zevkli buldukları saptanmıştır. Çoğu öğrenci dersin teknolojiden destek alınarak işlenmesinin dersi eğlenceli hale getirdiğini, derste sıkılmalarını önlediğini ve derse olan ilgilerini arttırdığını ifade etmiştir. Öğrencilerin derslerde teknolojik araçların kullanılmasına yönelik görüşlerinin belirlendiği birçok çalışmada benzer

sonuçlara rastlanmaktadır (Çakıroğlu ve Baki, 2016; Uysal, 2013; Wilson ve Grigorian, 2019). Öğrencilerin neredeyse tamamı matematik derslerinin teknoloji entegre edilerek işlenmesinin konuyu etkili ve rahat öğrenmelerine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Elde edilen bu sonuç pek çok çalışma ile paralellik göstermektedir (Akhirni ve Mahmudi, 2015; Awortwe, Nyatsikor ve Sarfo, 2019; Dalby ve Swan, 2019). Çalışma kapsamında öğrenciler katı cisimler konusunun GeoGebra, Cabri 3D, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar kullanılarak öğretilmesinin 3 boyutlu düşünme ve akıl yürütme becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Benzer sonuçlara Uysal (2013) ve Yıldız, Baltacı ve Aktümen'in (2012) çalışmalarında da rastlanmıştır.

Genel olarak bakıldığında, bu çalışmada teknoloji kullanımının öğrenciler üzerinde olumlu sonuçlar doğurduğuna ulaşılmıştır. Literatür incelendiğinde, matematiğin farklı konularında teknoloji kullanımının öğrenciler üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Böylece farklı çalışmaların bulguları kıyaslanarak, matematik derslerinde teknolojik araçların kullanımının etkileri hakkında daha ayrıntılı bilgiler elde edilebilir. Bu çerçevede, matematik öğretimi ve öğreniminde teknoloji kullanımı ile ilgili gelecekteki çalışmaların, bu tür uygulamaların ideal süresine ve öğrencilerin öğrenmelerine yönelik uzun vadeli kazanımlara odaklanması gerektiği düşünülmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerle matematik temelli teknoloji uygulamaları uzun süreli olarak gerçekleştirilmeli ve bu öğrenciler sonraki eğitim-öğretim hayatlarında bir takip çalışması yaklaşımıyla izlenmelidir. Böylece bu uygulamaların daha uzun vadeli etkilerine odaklanılabilecektir. Ayrıca, bu sayede bu öğrencilerin böyle uygulamalara maruziyeti olmayan öğrencilere göre matematik algılarının, öğrenmelerinin ve başarılarının zaman içinde nasıl değiştiği de keşfedilebilecektir. Bu takip sürecinde pek çok yeni araştırma konusunun ortaya çıkması ile literatüre katkı sağlanması da kuvvetle muhtemeldir. Bu noktada hem öğretmen adaylarına hem de öğretmenlere, öğrencileri için söz konusu deneyimleri tasarlamalarında destek olmak için çeşitli yollar bulmanın son derece önemli olduğu düşünülmektedir. Örneğin, bu çalışma kapsamında öğrencilerin daha önce derslerinde teknolojiyi etkili şekilde kullanmadıkları ve önceki öğretmenlerinin boyut ve katı cisim kavramlarının ne anlama geldiğinden hiç bahsetmedikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla öğretmenlerin, teknolojinin derslerde kullanılması ve önemli matematiksel kavramların öğretimi konularındaki farkındalıklarının artırılması gerektiği düşünülmektedir. Bu sebeple, ilk önce öğretmen adaylarının daha sonra da öğretmenlerin bu konuda desteklenmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için öğretmen adaylarının var olan öğretim programlarına teknolojinin derslere entegrasyonuna ve kavramsal yapılara yönelik dersler eklenebilir, var olan derslerin saatleri arttırılabilir ya da kapsamı genişletilebilir. Öğretmen adaylarına konu ile ilgili hizmet içi eğitimler verilerek, onların bu konudaki yeterlilikleri geliştirilebilir. Yine bu çalışmanın sonuçlarında öğrencilerin verilen öğretimden önceki boyut ve katı cisim kavramlarına yönelik bilgilerinin sınırlı olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin bu kavramlara yönelik bilgi düzeylerinin geliştirilmesi için gerek öğretim programlarında gerekse ders kitaplarında bu kavramlara daha fazla ağırlık verilebilir ve bu kavramların öğretimine yardımcı olabilecek, bu kavramları somutlaştırarak öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırabilecek teknoloji destekli materyaller eklenebilir. Ek olarak bu çalışma kapsamında bazı öğrencilerin teknoloji kullanımını geometri konularında, cebir konularına oranla daha gerekli buldukları saptanmıştır. Bu bağlamda, cebir konularında teknoloji kullanımına yönelik etkinlikler arttırılabilir ve geliştirilebilir.

**KAYNAKLAR**

- Adams, C. & Dove, A. (2018). Calculus students flipped out: The impact of flipped learning on calculus students' achievement and perceptions of learning. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 28(6), 600-615.
- Alkan, C. (2011). *Eğitim teknolojisi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Alkhateeb, M. A. & Al-Duwairi, A. M. (2019). The effect of using mobile applications (GeoGebra and Sketchpad) on the students' achievement. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(3), 523-533.
- Akgül, A. (2014). *Ortaokul 6, 7 ve 8. sınıflarda geometrik cisimlerin alan ve hacimlerinin öğretiminde Cabri 3D yazılımının öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Akhirni, A. & Mahmudi, A. (2015). Pengaruh pemanfaatan Cabri 3D dan GeoGebra pada pembelajaran geometri ditinjau dari hasil belajar dan motivasi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains Tahun III*, 3(2), 91-100.
- Association for Educational Communications and Technology [AECT]. (2008). Definition. In A. Januszewski & M. Molenda (Eds.), *Educational technology: A definition with commentary* (pp. 1-14). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Awortwe, P. K., Nyatsikor, M. K. & Sarfo, D. O. (2019). Impact of using autograph software as a tool in teaching and learning of quadratic functions on gender performance. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 38(2), 97-114.
- Borko, H., Jacobs, J., Eiteljorg, E. & Pittman, M. E. (2008). Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, 24, 417-436.
- Cabri 3D Sağdan Soldan Üstten Önden Arkadan Görünümler. (2019). <https://www.youtube.com/watch?v=NDtQRcw7GAI> adresinden 29 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Chang, K. E., Wu, L. J., Lai, S. C. & Sung, Y. T. (2016). Using mobile devices to enhance the interactive learning for spatial geometry. *Interactive Learning Environments*, 24(4), 916-934.
- Collestock, A. & Sherin, M. G. (2009). Teachers' sense-making strategies while watching video of mathematics instruction. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(1), 7-29.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4rd ed.). Los Angeles: Sage Publications.
- Çakıroğlu, Ü. & Baki, A. (2016). Ortaöğretim matematik dersinde öğrenme nesneleri kullanımının öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarına etkisi: Deneysel bir çalışma. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 6(2), 134-153.
- Dalby, D. & Swan, M. (2019). Using digital technology to enhance formative assessment in mathematics classrooms. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 832-845.
- Dikovic, L. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *Computer Science and Information Systems*, 6(2), 191-203.
- Dockendorff, M. & Solar, H. (2018). ICT integration in mathematics initial teacher training and its impact on visualization: The case of GeoGebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(1), 66-84. doi:10.1080/0020739X.2017.1341060
- Dove, A. & Dove, E. (2017). How flipping much? Consecutive flipped mathematics courses and their influence on students' anxieties and perceptions of learning. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 36(2), 129-141.

- Duchastel, P., Fleury, M. & Provost, G. (1988). Rôles cognitifs de l'image dans l'apprentissage scolaire. *Bulletin de Psychologie*, 41(386), 667-671.
- Durmuş, S. & Karakırık, E. (2006). virtual manipulatives in mathematics education: A theoretical framework. *TOJET*, 5(1), 117-123.
- Ergin, A. S. & Türnüklü, E. (2015). Ortaokul öğrencilerinin cisim imgelerinin incelenmesi: Geometrik ve uzamsal düşünme ile ilişkiler. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 188-199.
- Estimation. (2019). [https://phet.colorado.edu/sims/estimation/estimation\\_tr.html](https://phet.colorado.edu/sims/estimation/estimation_tr.html) adresinden 29 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Furner, J. M. & Marinac, C. A. (2007). Geometry sketching software for elementary children: easy as 1, 2, 3. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1), 83-91.
- Geiger, V., Forgasz, H., Tan, H., C alder, N. & Hill, J. (2012). Research in mathematics education in Australasia 2008–2011. In Perry, B., Lowrie, T., Logan, T., MacDonald, A., Greenlees, J. (Eds.). *Technology in mathematics education* (pp. 111-141). Rotterdam: Sense Publishers.
- Geogebra Matematik Uygulamaları. (201). <https://www.geogebra.org/?lang=tr> adresinden 29 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Geometri Dersinde Katı Cisimler Konusuna Gerçek Hayattan Örnekler. (2019). <https://www.youtube.com/watch?v=x1pT8DgXr3w> adresinden 29 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Geometric Solids. (2019). <https://illuminations.nctm.org/Activity.aspx?id=3521> adresinden 29 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Goldenberg, E. P. (1999). Principles, art, and craft in curriculum design: The case of connected geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 4, 191-224.
- Gülburnu, M. (2013). 8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan Cabri 3D'nin akademik başarıya etkisi ve öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Güneş, H. (2016). Analitik geometri öğretiminde Cabri 3D kullanımının öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisi ve görüşlerinin değerlendirilmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Güveli, E., İpek, A. S., Atasoy, E. & Güveli, H. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik kavramına yönelik metafor algıları. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2(2), 140-159.
- 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.
- Hagen, B. J. (2002, March). *Lights, camera, interaction: Presentation programs and the interactive visual experience*. Paper presented at the Society for Information Technology and Teacher Education International Conference, Nashville, TN.
- Hartatiana, Darhim & Nurlaelah, E. (2018). Improving junior high school students' spatial reasoning ability through model eliciting activities with Cabri 3D. *International Education Studies*, 11(1), 148-154.
- Hidayah, I., Dwijanto, D. & Istiandaru, A. (2018). Manipulatives and question series for elementary school mathematics teaching on solid geometry. *International Journal of Instruction*, 11(3), 649-662.
- Hikmah, R., Rezeki, S. & Tama, B. J. (2019). Penggunaan Cabri 3D terhadap peningkatan kemampuan representasi matematis siswa. *Susunan Artikel Pendidikan*, 4(2), 163-170.
- Hohenwarter, M. & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra. *Proceedings of British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131.



- Hohenwarter, M. & Preiner, J. (2007) Dynamic mathematics with GeoGebra. *Journal of Online Mathematics and its Applications*, ID 1448, vol. 7.
- Hwang, W. Y., Su, J. H., Huang, Y. M. & Dong, J. J. (2009). A study of multi-representation of geometry problem solving with virtual manipulatives and whiteboard system. *Journal of Educational Technology*, 12(3), 229-247.
- Isometric Drawing Tool. (2019). <https://illuminations.nctm.org/Activity.aspx?id=4182> adresinden 29 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Karadag, Z. & McDougall, D. (2009). Dynamic worksheets: visual learning with the guidance of Polya. *Mathematics, Statistics, Operation Research Connections*, 9(2), 13-16.
- Kay, R. & Knaack, H. (2007). Evaluating the learning in learning objects. *Open Learning*, 22(1), 5-28.
- Krishnan, S. (2016). Students' perceptions of learning mode in mathematics. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 4(2), 32-41.
- Kutluca, T. & Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 160-172.
- Lobo da Costa, N. M., de Carvalho, M. C. P. & Campos, T. M. M. (2017). Mediation of technological resources in lessons on polyhedra: Analysis of two teaching actions. In Aldon, G., Hitt, F., Bazzini, L. & Gellert, U. (Eds.). *Mathematics and Technology: Advances in Mathematics Education* (pp. 31-55). Cham: Springer.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayinevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayinevi.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Moyer-Packenham, P. S. & Westenskow, A. (2013). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 4, 35-50.
- Mulligan, J. (2015). Looking within and beyond the geometry curriculum: Connecting spatial reasoning to mathematics learning. *International Journal on Mathematics Education*, 47, 511-517.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Okumuş, S. & Hollebrands, K. (2016, November). *High school students' forming 3d objects using technological and non-technological tools*. Paper presented at the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Tucson.
- Öcal, M. F. (2017). The effect of GeoGebra on students' conceptual and procedural knowledge: The case of applications of derivative. *Higher Education Studies*, 7(2), 67-78.
- Paoletti, T., Monahan, C. & Vishnubhotla, M. (2017). Designing GeoGebra applets to maximize student engagement. *Mathematics Teacher*, 110(8), 628-630.
- Pierce, R. & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 299-317.
- Pitta-Pantazi, D. & Christou, C. (2008). Cognitive styles, dynamic geometry and measurement performance. *Educational Studies in Mathematics*, 70, 5-26.
- Poon, K. K. (2018) Learning fraction comparison by using a dynamic mathematics software – GeoGebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(3), 469-479. doi: 10.1080/0020739X.2017.1404649

- Priatna, N. (2017, September). Students' spatial ability through open-ended approach aided by Cabri 3D. *Journal of Physics Conference Series*, 895(1), 012065. doi :10.1088/1742-6596/895/1/012065
- Robin, R. B. (2008). Digital storytelling: A powerful technology tool for the 21st century classroom. *Theory into Practice*, 47(3), 220-228.
- Sarama, J. & Clements, D. H. (2016). Physical and virtual manipulatives: What is "concrete"? Moyer-Packenham P. (ed), In *International Perspectives on Teaching and Learning Mathematics with Virtual Manipulatives* (pp. 71-93). Springer, Cham.
- Satzangi, R. & Miller, B. (2017). The case for adopting virtual manipulatives in mathematics education for students with disabilities. *Journal Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 61(4), 303-310.
- Slobodsky, P., Ocheretovy, A., Roiz, E. & Shtarkman, A. (2018). Using the universal math environment math-xpress for teaching and assessment of math courses. *Mathematics in Computer Science*, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11786-018-0368-y>
- Sinclair, N. & Yerushalmy, M. (2016). Digital technology in mathematics teaching and learning. Gutiérrez Á., Leder G. C., Boero P. (Eds.). *The second handbook of research on the psychology of mathematics education*. SensePublishers, Rotterdam.
- Şahin, B. (2013). Öğretmen adaylarının "matematik öğretmeni", "matematik" ve "matematik dersi" kavramlarına ilişkin sahip oldukları metaforik algılar. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 313-321.
- Uysal, Y. (2013). İlköğretim 6. sınıf matematik derslerinde geometrik cisimler konusunun dinamik matematik yazılımı ile öğretiminin öğrenci başarısına ve matematik dersine yönelik tutumlarına olan etkisinin belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Visual-Spatial Intelligence Test. (2019). <http://psychologytoday.tests.psychtests.com/bin/transfer?req=MTF8MTMyOHwzMTI1ODUwfDF8MQ==&refempt=1524809390.31258> 50. 11 adresinden 29 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Wasserman, N. H. (2015). Bringing dynamic geometry to three dimensions: The use of sketchup in mathematics education. In *Cases on Technology Integration in Mathematics Education* (pp. 68-99). IGI Global.
- Wilson, A. T. & Grigorian, S. (2019). The near-peer mathematical mentoring cycle: Studying the impact of outreach on high school students' attitudes toward mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(1), 46-64.
- Yıldırım, A. & Simsek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. Baskı). Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yıldız, A., Baltacı, S. & Aktümen, M. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımı ile üç boyutlu cisim problemlerini çözme süreçleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(2), 591-604.
- Yin, R. (2018). *Case study research: Design and methods* (6rd ed.). London: Sage.
- Ziegelmeier, L. B. & Topaz, C. M. (2015). Flipped calculus: A study of student performance and perceptions. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 25(9-10), 847-860.

## ***An Examination of the Effect of Various Technology Applications in Mathematics on the Perceptions of High School Students on Solids and Dimension***

### **Extended Abstract:**

In most of the research related to mathematics education, it is aimed to improve students' perceptions of mathematical concepts since improving perception is directly related to make relations between different concepts in mathematics. One of the ways to reach this aim is using technology and technological tools in teaching of mathematics. Standards, curriculums and many researches in mathematics education have mentioned about the learning and teaching opportunities offered by the use of technology in teaching of mathematics (Lobo da Costa, de Carvalho and Campos, 2017; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Particularly, it is stated that using various technological tools in teaching mathematics facilitates students' learning, enables them to enjoy mathematics, develops mathematical thinking and problem-solving skills. Using different various of instructional technologies and mathematical software make students to comprehend the mathematical concepts better via multiple representations such as numerical, algebraic and graphical and provide opportunity to improve different solution approaches (Ministry of National of Education [MoNE], 2013), so students could find an opportunity to improve their perception related to mathematical concepts. From this point of view, the main aim of this study is to examine how using various technological tools such as dynamic mathematics / geometry software (i.e. GeoGebra, Cabri 3D), virtual manipulatives and video based application in teaching of mathematics affects the 10th grade students' perceptions of solids and dimension.

Qualitative research approach was adopted and the study was designed with case study. In case study design, a group of similar characteristic or a situation are analyzed using the similarities and differences between them (Yin, 2018). In addition, case study could be used as an effective method in the evaluation of education or designed teaching experiments (Creswell, 2014). The participants of this study were twenty 10th grade students in a government school in the west cost of Turkey. When the participants of the study were selected, one of the purposive sampling method, simply accessible technique, was used in the study. When the participants were selected, it was considered to closely know the teacher of the course to work in the class together. The participants had attended an 8-hours technology-based lessons that were designed by the researchers. Before the technology-based lectures, the participants were given a form including open-ended questions to identify students' perceptions of solids and dimension as a part of the research process. In this form, the participants were asked about the meaning of the dimension, the number of dimensions of some mathematical concepts such as point, line, rectangular area and cube, and examples of solids. They were also required to explain their reasoning related to their answers. With applying this form, it was aimed to determine the participants' existing knowledge of solids and dimension before the technology based lectures were applied. After the form was conducted, one of the researchers attended the courses when solids were educated, and applied the technology based lectures with the teacher of the class. When the teacher educated the students in a traditional way, the researcher applied the technology based activities based on the lesson plans, which were designed by the researchers and the teacher. Fifty-three technology based activities were used in the plans. After the technology based lectures were completed, in order to examine whether there was a difference or not in students' answers in the form, the same form had been applied to the participants. As the result of the study, the effects of teaching solids using technology activities on students' perceptions of solids and dimension were determined. Throughout the process, one of the researchers observed the classroom and took the observation notes. In addition, five students were volunteer for the semi-structured interview. In these interviews, students were asked 12 open ended questions related to the applied technology based course and its'

effects on students' learning of solids and dimension. The collected data were analyzed using document and descriptive analysis methods.

As a result of the research, it was determined that students' perceptions of solids and dimension positively changed and improved. Before technology based lectures were applied, most of the participants had limited perceptions regarding the meaning of the dimension, the number of dimension of some mathematical concepts such as point, line, rectangular area and cube, and examples of solids, their perceptions of solids and dimension were positively changed and improved after the courses were completed. Additionally, when the students had a limited knowledge regarding solid, after the research, it was determined that almost all of the students had started to use mathematical expressions with right solution approaches. In the interviews, it was found that before this study, students did not see any technological tools except smart board, which was only used to solve problems, and the students indicated that the given lectures were beneficial, different, amazing, interesting and enjoyable for them. The results of the study show that technology based education supported mathematics teaching and learning in a positive way.

**Keywords:** *Perception of solids, Perception of dimension, GeoGebra, Cabri 3D, Virtual Manipulatives Applications, Video based applications*

## EK 1. KATI CİSİM VE BOYUT KAVRAMLARINA YÖNELİK FORM

- 1) Sizce boyut nedir? Kaç tane boyut vardır?
- 2) Nokta kaç boyutludur? Neden?
- 3) Doğru kaç boyutludur? Neden?
- 4) Dikdörtgenel bölge kaç boyutludur? Neden?
- 5) Küp kaç boyutludur? Neden?
- 6) 2 boyutlu cisimlere örnek verir misiniz?
- 7) 3 boyutlu cisimlere örnek verir misiniz?
- 8) Katı Cisim ne demektir?
- 9) Katı Cisimler kaç boyutludur? Neden?
- 10) Katı Cisimlere örnek verir misiniz? Örnek verdiğiniz katı cisimlerin şekillerini çizip, tanım yapar mısınız?

## EK 2. GÖRÜŞME SORULARI

1. Daha önce matematik derslerinizde teknoloji destekli öğretim gördünüz mü? Teknoloji destekli materyaller ile gerçekleştirilen öğretim sizde nasıl bir etki uyandırdı? Açıklar mısınız?
2. Matematik dersi işlenirken teknolojiyi kullanmak derse olan ilginizi nasıl etkiledi? Açıklar mısınız?
3. Matematik derslerinde teknolojiden destek almak sizce gerekli mi? Neden?
4. Katı cisimlerin teknoloji ile öğretimini nasıl buldunuz? Sizde nasıl bir etki oluşturdu?
5. Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretimının sizin için avantajları ne oldu?
6. Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretimının sizin için dezavantajları ne oldu?
7. Silindir, prizma, piramit, koni, silindir, küre gibi cisimleri iki boyutlu düzlemde farklı olarak üçüncü boyutta görmek etkili oldu mu? Nasıl?
8. Kağıt kalem kullanarak çözdüğünüz sorular ile teknoloji destekli olarak çözdüğünüz soruları karşılaştırdığınızda hangi yöntemi seçerdiniz?
9. Etkinlikleri teknoloji destekli olarak çözmek ile kağıt kalem ile çözmek arasında ne gibi farklılıklar ortaya çıktı?
10. Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretimi ile boyut kavramını daha iyi öğrendiğinizi düşünüyor musunuz? Neden?
11. Katı cisimlerin teknoloji ile öğretimi, geometrik şekillerin açık ve kapalı hallerini, döndürülmüş hallerini, farklı açılardan görünümünü zihninizde daha rahat canlandırmanızı ve öğrenmenizi sağladı mı? Açıklar mısınız?
12. Diğer konular ile karşılaştırdığınızda katı cisimler konusunu daha kolay ya da daha zor öğrendiğinizi söyleyebilir misiniz? Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretilmesinin konuyu anlamanızda ve öğrenmenizde etkisi nasıldır?