

Katı Cisimler Konusuna Yönelik Tasarlanan Teknoloji Destekli Bir Öğretim Sürecinin Değerlendirilmesi*

Evaluation of a Technology-Supported Instruction Process Designed for the Subject of Solids

Ekin ALTIKARDEŞ**, Melike YİĞİT KOYUNKAYA***

Öz: Bu çalışmanın amacı 10. sınıf matematik öğretim programındayer alan katı cisimler konusuna yönelik tasarlanan teknoloji destekli bir öğretim sürecinin Kirkpatrick Eğitim Değerlendirme Modeli'ne göre değerlendirilmesidir. Çalışma durum çalışması yöntemi ile desenlenmiştir. Çalışmanın katılımcılarını, Türkiye'deki bir devlet lisesinde öğrenim gören 20 tane 10. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında katılımcılara katı cisimler konusunda sekiz saatlik teknoloji destekli öğretim uygulanmıştır. Çalışmanın verileri gözlem notlarından, öğrencilerin görüşme sorularına ve katı cisimler konusu ile ilgili açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevaplardan oluşmaktadır. Verilerin betimsel analiz ve içerik analizi kullanılarak analiz edilmesi sonucunda tüm öğrencilerin modelin tepki, öğrenme ve davranış aşamalarındaki koşulları sağladıkları görülürken; bazı öğrencilerin sonuç aşamasına ulaşamadıkları görülmüştür. Ayrıca uygulanan teknoloji destekli öğretimin tüm öğrencilerin katı cisim konusunu öğrenmelerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Katı cisimler, teknoloji destekli matematik öğretimi, değerlendirme, Kirkpatrick eğitim değerlendirme modeli.

Abstract: The aim of this study was to evaluate a technology-supported instruction process designed for the subject of solids in the 10th-grade mathematics curriculum according to the Kirkpatrick Education Evaluation Model. The study was designed using the case study method. The participants of the study consisted of 20 10th-grade students who were at a public high school in Turkey. Within the scope of the study, eight-hour technology-supported instruction on the subject of solids was implemented with the participants. The study's data consisted of the observation notes and the responses given by the students to the interview questions and open-ended and multiple-choice questions about the subject of solids. As a result of the descriptive and content analyses, it was seen that all students provided conditions in the reaction, learning and behavior stages of the model, but some of the students could not reach the final stage. In addition, it was determined that the implemented technology-supported instruction was effective in all students' learning of the subject of the solids.

Keywords: Solids, technology-supported mathematics instruction, evaluation, Kirkpatrick education evaluation model.

Giriş

Teknoloji çağı olarak adlandırılan günümüzde, matematik eğitiminde çeşitli teknolojik araçların kullanımı ile etkilerinin araştırılmasına ilgi gösterilmekte (Dalby ve Swan, 2019; Sinclair ve Yerushalmy, 2016) ve teknoloji etkili bir öğrenme ve öğretme aracı olarak kabul edilmektedir (Robin, 2008). Matematik derslerinde teknoloji kullanımı, öğrencilerin bilgiyi pekiştirmelerine ve yeni bilgileri daha kolay öğrenmelerine yardımcı olarak (Lobo da Costa, de Carvalho ve Campos, 2017) matematik öğrenimini ve öğretimini olumlu yönde desteklemektedir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Ortaöğretim Matematik Öğretim Programları da farklı teknolojilerin kullanılmasının çoklu temsillere imkan sağladığını, öğrencilerin matematiksel durumları daha iyi anlamalarına ve farklı düşünme yollarını tecrübe etmelerine yardımcı olduğunu vurgulamıştır (MEB, 2013; 2018). Bu olumlu etkiler ışığında, günümüzde matematik eğitiminde dinamik matematik-geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar gibi çeşitli teknolojik araçlar kullanılmaktadır. Bu araçların sunduğu fırsatlar, öğrencilerin zorlandıkları konuları kavramalarını kolaylaştırmaktadır

* Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi'nde Haziran 2018 tarihinde tamamlanan ve birinci yazarın, ikinci yazar danışmanlığında gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiş olup 13. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde (Denizli-2018) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

**Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir-Türkiye, ORCID: 0000-0002-1813-9540, e-posta: ekin.altikardes@deu.edu.tr

***Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir-Türkiye, ORCID: 0000-0002-7872-3917, e-posta: melike.koyunkaya@deu.edu.tr

(Moyer-Packenham ve Westenskow, 2013; Poon, 2018). Bu konulardan biri de katı cisimlerdir (Yılmaz, 2015). Üç boyutlu olan katı cisimleri iki boyutta görmek ve düşünmek öğrencilerin konuyu etkili bir şekilde öğrenmelerini olumsuz yönde etkilemektedir (Uysal, 2013). Oysaki katı cisimler konusunun etkili şekilde öğrenilebilmesi için konunun öğretiminde, öğrencilere üç boyut hissi vermenin, öğrencilerin bu cisimleri üç boyutta farklı açılardan görebilmelerinin, hareket ettirebilmelerinin ve bu cisimlerin açık ve kapalı hallerini inceleyebilmelerinin önemli olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla katı cisimler konusunda teknolojinin sunduğu fırsatlardan yararlanmanın gerekli olduğu ve bunun etkilerinin araştırılmasının alan yazın adına değerli olabileceği göz önünde bulundurulmaktadır.

Alan yazın incelendiğinde katı cisimler konusunun öğretiminde teknolojik araçların kullanımı ile ilgili öğrencilerle gerçekleştirilmiş hali hazırda çeşitli çalışmalar olduğu görülmektedir (Akgül, 2014; Hidayah, Dwijanto ve Istiandaru, 2018; Hwang, Su, Huang ve Dong, 2009; Kepçeoğlu, 2018; Okumuş ve Hollebrands, 2016; Sung, Shih ve Chang, 2015). Bu çalışmalarda genellikle teknolojik araç kullanımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına, üç boyutlu düşünme ve problem çözme becerilerine etkileri incelenmiş ve teknolojinin konunun öğretimindeki etkililiği değerlendirilmiştir. Bu çalışmaların, daha çok katı cisimler konusunun öğretiminde tek bir teknolojik araç kullanımının öğrenciler üzerindeki çeşitli etkilerine odaklandıkları dikkat çekmektedir. Çalışmaların genellikle tek bir teknolojik aracın kullanımının etkilerine yoğunlaşması ise, farklı teknolojik araçların birbirine entegre edilerek kullanılmasının etkilerini vurgulayan çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Halbuki katı cisimler konusunun öğretiminde farklı teknolojik araçların birbirine etkili bir şekilde entegre edilerek kullanılmasının, öğrencilerin konu ile ilgili gelişimlerine çok yönlü katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Çünkü kullanılan teknolojik araçların farklı özellikleri olabilmekte ve bu durum da öğrencilere farklı öğrenme fırsatları sunarak onlar üzerinde farklı etkiler yaratabilmektedir. Örneğin; dinamik matematik-geometri yazılımları sürüklenme özellikleri ile öğrencilere şekilleri hareket ettirerek inceleyebilme olanağı tanırken (Gülburnu, 2013; Güneş, 2016), sanal manipulatifler kavram ve ilişkileri somutlaştırarak problem çözebilmeye (Durmuş ve Karakırık, 2006) ve video temelli uygulamalar ise daha çok öğrencilerin derse yönelik ilgilerini artırma olanağı tanımaktadır (Hagen, 2002). Çakıroğlu ve Baki (2016) de benzer bir düşünceyle, matematik derslerinde çeşitli teknolojik araçların farklı kullanımlarının öğrenciler üzerinde farklı etkiler oluşturacağını ve bu etkilerin incelenmesinin alan yazına katkı sağlayacağını belirtmiştir. Dolayısıyla katı cisimler gibi üç boyutlu düşünme becerisi gerektiren ve öğrencilerin zorlandıkları bir konuda (Bako, 2003; Uysal, 2013; Yıldız, Baltacı ve Aktümen, 2012) farklı teknolojik araçların bir arada kullanımının öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olabileceği ve bu konunun araştırılması gerektiği düşünülmektedir. Buradan hareketle bu çalışmada 10. sınıf matematik öğretim programında yer alan katı cisimler konusunun öğretimine yönelik GeoGebra ve Cabri 3D dinamik geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamaların birbirine entegre edilerek kullanımını içeren bir öğretim süreci tasarlanmış ve bu sürecin etkililiği değerlendirilmiştir.

Eğitim-öğretim uygulamalarının etkililiğinin değerlendirilmesi, söz konusu uygulamaların iyileştirilmesi için oldukça önemlidir (Kaufman ve Keller, 1994; Özdemir, 2009). Katı cisimlerin öğretiminde teknolojinin kullanılmasına yönelik yukarıda bahsedilen çalışmalarda, uygulanan öğretimlerin etkililiğinin genel bir değerlendirmeye tabii tutularak belirlendiği, nesnel bir değerlendirme çerçevesinin veya yönteminin kullanılmadığı göze çarpmaktadır. Oysaki eğitim-öğretim faaliyetlerinin çalışmanın amacına uygun ve işlevsel bir değerlendirme modeli çerçevesinde değerlendirilmesinin daha ayrıntılı bulgular sağlayabileceği düşünülmektedir. Böylece uygulanan eğitim-öğretim süreçlerinin olumlu-olumsuz etkileri daha etkili bir şekilde belirlenebilir ve söz konusu süreçler iyileştirilebilir. Böyle bir değerlendirme için kullanılacak anlayışlı ve kullanışlı modellerden biri de Kirkpatrick Eğitim Değerlendirme Modeli (KEDM)'dir (Kaya, Günay ve Damgacı, 2015). KEDM tepki, öğrenme, davranış ve sonuç olmak üzere dört aşamadan oluşan (Kirkpatrick, 1959, 1976, 1994; Kirkpatrick ve Kirkpatrick, 2009) ve yaygın olarak kullanılan (Alliger ve Janak, 1989; Aluko ve Shonubi, 2014; Cooley, Burns ve Cumming,

2016; Opletalov á, 2018) bir eğitim değerlendirme modeli olmasına rağmen, alan yazında matematik eğitiminde konu ile ilgili bir çalışmaya rastlanmadığı dikkat çekmiştir. KEDM'nin bir matematik konusuna yönelik tasarlanan çeşitli öğretim faaliyetlerinin değerlendirilmesinde kullanımının pratik ve etkili olabileceği düşünülmektedir. Çünkü bu model ile hem öğrencilerin eğitim-öğretim sürecine yönelik tepkileri (tutumları), hem konuya dair bilgileri ve öğrenme durumları hem de öğrendiklerini farklı durumlarda kullanabilme durumları aynı anda değerlendirilebilmektedir (Kirkpatrick ve Kirkpatrick, 2009). Bu düşünceler ışığında, bu çalışmanın amacı, 10. sınıf matematik öğretim programında yer alan katı cisimler konusuna yönelik tasarlanan teknoloji destekli bir öğretim sürecinin, KEDM çerçevesinde değerlendirilmesidir. Çalışmanın katı cisimler konusunda farklı teknolojik araçların birbirine entegre edilerek kullanımına örnek teşkil etmesi ve öğrencilerin konuyu öğrenmelerinin inşasının kuvvetlendirilebilme potansiyeli sunması açısından alan yazın bağlamında önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışma kapsamında belirlenen araştırma sorusu "10. sınıf matematik öğretim programında yer alan katı cisimler konusuna yönelik tasarlanan teknoloji destekli öğretim sürecinin öğrenciler üzerindeki etkileri nasıldır?" şeklindedir. Bu problemi destekleyen alt sorular ise şöyledir:

- Tasarlanan öğretimin, 10. sınıf öğrencilerinin katı cisimler konusunu öğrenmelerine etkisi nasıldır?
- 10. sınıf öğrencilerinin tasarlanan öğretim hakkındaki düşünceleri nelerdir?

Matematik eğitiminde kullanılan çeşitli teknolojik araçlar ve etkileri

Dinamik geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar matematik eğitiminde sıklıkla kullanılan teknolojik araçlardan bazılarıdır. Bu çalışmada tasarlanan öğretimin içeriğinde bu teknolojik araçlardan faydalanılmıştır. Dinamik geometri yazılımları ile öğrenciler üç boyutlu geometrik şekiller oluşturup, bu şekiller üzerinde etkileşimli incelemeler yapabilmekte, gerçek dünyayı matematiğin soyut dünyasıyla birleştirebilmekte, gerçek dünyayı farklı bakış açılarından gözlemlerken sanal olarak üç boyutlu matematik nesnelerini keşfedebilmekte ve gerçek dünyada matematiği aramaktadır (Furner ve Marinac, 2007; Lin, Chen ve Chang, 2015; MEB, 2013; Tomaschko ve Hohenwarter, 2019). Ayrıca bu yazılımlar, öğrencilerin soyut düşünme becerilerini geliştirmekte ve başarılarını arttırmaktadır (NCTM, 2000; Pitta-Pantazi ve Christou, 2008). GeoGebra ve Cabri 3D matematik eğitiminde kullanılan yazılımlardandır. Bu yazılımlar, öğrencilerin kavramları daha kolay anlamalarına, kavramlar ve farklı temsiller arasında ilişki kurmalarına, şekilleri manipüle etmelerine ve görselleştirmelerine, gerçek dünya ile soyut matematiksel dünyayı birbirine bağlamalarına yardımcı olur (Dikovic, 2009; Hartatiana, Darhim ve Nurlaelah, 2018; Karadağ ve McDougall, 2009; Tomaschko ve Hohenwarter, 2019). Ayrıca öğrenciler, bu yazılımlar ile özellikle katı cisimler konusunda şekilleri üç boyutlu olarak döndürerek inceleyebilme fırsatı bulurlar ve çeşitli ölçümler (alan, hacim vb.) yapabilirler (Dikovic, 2009; Gülburnu, 2013; Güneş, 2016). Sanal manipulatiflerde, soyut kavram ve ilişkileri bilgisayar ortamında somutlaştırarak öğrencilerin bunları daha iyi anlamalarını sağlamakta ve öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetme ve kavramları problem çözmede kullanabilme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Durmuş ve Karakırık, 2006). Video temelli uygulamaların kullanılması ise, öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonlarını arttırmakta ve bilgilerin daha kalıcı öğrenilmesini sağlamaktadır (Duchastel, Fleury ve Provost, 1988; Hagen, 2002).

Alan yazında bu teknolojik araçların matematik öğrenme ve öğretme süreçlerinde kullanımı ile ilgili öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalarda genellikle teknolojik araç kullanımının etkililiği (Satzangi ve Miller, 2017) ile öğrencilerin görselleştirme (Hikmah, Rezeki ve Toma, 2019) ve uzamsal düşünme becerilerine (Priatna, 2017), bir konuyu öğrenmelerine (Akhirni ve Mahmudi, 2015; Gülburnu, 2013; Moyer-Packenham ve Westenskow, 2013; Poon, 2018), akademik başarılarına (Alkhateeb ve Al-Duwairi, 2019; Paoletti, Monahan ve Vishnubhotla, 2017) ve motivasyonlarına (Akhirni ve Mahmudi, 2015) etkileri incelenmiştir. Çalışmaların sonuçları, bu araçların öğrencilerin konuyu öğrenmelerini ve anlamlandırmalarını kolaylaştırdığını, başarılarını

ve derse olan ilgilerini arttırdığını, olumlu tutumlar geliştirmelerini sağladığını, uzamsal ve geometrik düşünme ile görselleştirme becerilerini desteklediğini göstermiştir.

Teknolojik araçların katı cisimlerin öğretimi konusunda kullanımı

Geometrinin temel kavramlarından biri olan katı cisimler konusu, matematik dersleri kapsamında anlatılan üç boyutlu cisimlerin genel adıdır ve ilköğretimden ortaöğretime kadar öğretilmektedir (Yılmaz, 2015). Öğrenciler katı cisimler konusunun kâğıt-kalem gibi geleneksel araç ve gereçlerle öğretim sürecinde çeşitli zorluklar yaşamaktadır. Örneğin, üç boyutlu cisimlerin düzlem üzerinde gösterilmesi öğrencilerin geometrik cisimler arasındaki ilişkileri görmelerini zorlaştırmakta ve konunun ilgi çekiciliğini azaltmaktadır (Uysal, 2013). Yapılan çalışmalar, öğretim programları veya standartlarda, teknolojik araçlar kullanılarak bu zorlukların çözümüne katkı sağlanabileceği belirtilmektedir (NCTM, 2000; MEB, 2013, 2018; Slobodsky, Ocheretovy, Roiz ve Shtarkman, 2018). Teknoloji sayesinde şekiller görselleştirilerek şekillerin çoklu perspektiflerinin görülmesine ve öğrencilerin geometrik ilişkileri daha rahat fark edip gözlemlemelerine olanak tanınmaktadır (Chang, Wu, Lai ve Sung, 2016; NCTM, 2000; Yıldız, Baltacı ve Aktümen, 2012). Ek olarak, öğrencilerin teknoloji kullanımı ile gördükleri hareketler, büzülmeler ve şekillerin döndürülmesi, zihinlerinde bu işlemleri daha kolay yapmalarını sağlamaktadır (Uysal, 2013).

Katı cisimler konusunun çeşitli teknolojik araçlar kullanılarak öğretimine yönelik öğrenciler ile yapılmış çalışmalardan birinde Hidayah, Dwijanto ve Istiandaru (2018), katı cisimlerin öğretiminde sanal manipulatiflerin kullanılmasının beşinci sınıf öğrencilerinin katı cisimlere yönelik kavram anlayışlarını geliştirdiğini, konuyu anlamalarını ve ilişki kurmalarını kolaylaştırdığını ortaya çıkarmıştır. 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 araştırmışlar ve öğrencilerin bu işlemi kâğıt-kalem ile gerçekleştirmekte zorlandıklarını ve söz konusu işlemi en iyi Cabri 3D programı ile yapabildiklerini saptamışlardır. 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 etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Akgül (2014) ilköğretim öğrencilerinin katı cisimlerin alan ve hacimleri; Sung, Shih ve Chang (2015) ise katı cisimlerin yüzey alanı konularının öğretiminde Cabri 3D yazılımını kullanmış ve öğrencilerin başarısına ve tutumlarına etkisini araştırmışlardır. İki araştırmanın da sonucunda, Cabri 3D yazılımı kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin matematik başarısını ve tutumunu arttırmada etkili olduğu belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada Kepçeoğlu (2018), Cabri 3D yazılımının matematik eğitiminde lisans öğrencilerinin üç boyutlu şekilleri çizme becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçları, Cabri 3D yazılımının öğrencilerin üç boyutlu geometrik şekilleri çizme becerileri üzerinde olumlu bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. İncelenen çalışmalarda, araştırmaların daha çok ilköğretim öğrencileri ile yapıldığı ve genelde sadece bir teknolojik araç kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bu sebeple bu çalışmanın lise öğrencileri ile gerçekleştirilmiş olması ve farklı teknolojik araçlar kullanılarak bir değerlendirme yapması açısından da alan yazına katkı sağlama potansiyeli bulunmaktadır.

Öğretimin değerlendirilmesinde kullanılan model

Eğitimde teknoloji kullanımının etkileri sürekli olarak incelenmeli ve öğretim ortamları bu inceleme sonuçlarına göre tekrar düzenlenmelidir (Özdemir, 2009). Bu noktada kurumları veya bireyleri geliştirmek için fırsat tanıyan bir geri bildirim aracı olan eğitimin etkililiğini değerlendirme kavramı günden güne önem kazanmaktadır (Kaufman ve Keller, 1994). Tarih boyunca eğitimin etkililiğini değerlendirmek için birçok model tasarlanmıştır. Bu modellerden

biri de 1959 yılında Donald L. Kirkpatrick tarafından yayınlanan, 1976 ve 1994'te tekrar güncellenen KEDM'dir (Kirkpatrick, 1959, 1976, 1994; Kirkpatrick Partners, 2020). KEDM, bu çalışmanın kavramsal temelini oluşturan modeldir. Çalışma kapsamında KEDM'nin seçilmesinin sebeplerinden biri modelin aşamalarının ve içeriğinin, çalışmanın yapısına ve veri analizine uygun olmasıdır. Diğer sebep ise modelin anlaşılmasının basit ve kolay uygulanabilir olduğunun düşünülmesidir.

KEDM bireylerin öğrenmelerinin nasıl daha etkili ve sürdürülebilir olabileceği ile ilgili soruları yanıtlama ve zorlukları değerlendirme amacıyla geliştirilmiş bir modeldir (Kirkpatrick ve Kirkpatrick, 2006). KEDM, eğitim değerlendirme kriterleri için detaylı bir taksonomi sunmakta (Alliger ve Janak, 1989), eğitim sürecinin bileşenlerini ve bu süreci etkileyen faktörleri değerlendirme adına bağlantılar sağlamaktadır (Proslova, 2010). KEDM pratik ve basit olması ve eğitim değerlendirme kriterleri hakkında detaylı bilgi içermesi bakımından önemli bir yere sahiptir (Alliger ve Janak, 1989; Kaya, Günay ve Damgacı, 2015). KEDM çeşitli eğitim, öğretim ve gelişim programlarında kullanılmaktadır. Programlarının çoğunda, bireylerin öğrenme deneyimlerine olumlu tepki vermeleri, kritik bilgileri öğrenmeleri, öğrendiklerinin sonucunda davranışlarında bir değişim olması ve bu davranış değişiminin sonuç vermesi beklenir. KEDM, "Tepki", "Öğrenme", "Davranış" ve "Sonuç" olmak üzere dört temel aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamaların her biri Tablo 1'de detaylı olarak tanıtılmıştır (Kirkpatrick, 1959, 1976, 1994; Kirkpatrick ve Kirkpatrick, 2009; Kirkpatrick Partners, 2020).

Tablo 1

Kirkpatrick Eğitim Değerlendirme Modeli'nin Aşamaları

Aşamalar	Açıklama
Tepki	<ul style="list-style-type: none">• Tepki, katılımcıların öğrenme olayına olumlu tepki verme derecesi ile ilgilidir.• Bireyin eğitim ile ilgili beğenileri, eğitimin içeriği, eğitimciler veya uygulanan metotlar gibi faktörler dikkate alınır.• "Katılımcılar programa nasıl tepki verir?" veya "daha iyi katılımcı memnuniyetinin ölçüsü nedir?" sorularına cevap aranır.• Katılımcıların tepkileri, katılımcıların programa tekrar katılıp katılmayacaklarını veya eğitimlerini başkalarına tavsiye edip etmeyeceklerini belirlemesi açısından önemlidir.• Katılımcıların doğal ortamlarına geri döndüklerinde başkalarına program ile ilgili yaptıkları yorumlar, gelecekteki eğitim programları ve bütçeleri üzerinde oldukça etkilidir.
Öğrenme	<ul style="list-style-type: none">• Öğrenme, katılımcıların amaçlanan bilgi, beceri ve tutumları ne derece kazandığı ile ilgilidir.• Eğitim almış bireyin bilgi, beceri ve davranışlarındaki farklılaşmalar, öğrenilmiş bilgiler, teknikler ve kurallar ölçülür ve değerlendirilir.• Öğrenme aşamasında "Öğrenme ne derece gerçekleşti?" sorusuna cevap aranır.• Tüm programların katılımcıların bilgisini artırma amacı vardır.• Öğrenme değerlendirmeleri, programın spesifik hedeflerine odaklanmalı ve tüm programları değerlendirmek için kullanılmalıdır.• Bir eğitim programında üç şey başarılabilir. Bunlar: öğretilen kavramları, ilkeleri ve teknikleri kavrayabilme, beceri geliştirme ve tutumları değiştirmedir.
Davranış	<ul style="list-style-type: none">• Davranış, katılımcıların eğitimden ne öğrendikleri ve öğrendiklerini ne derece uyguladıkları ile ilgilidir.• Bireyin kazandığı tüm bilgi, beceri ve tutumları yaşantısına aktarıp aktarmadığının, öğrenme süreci sonrasındaki performans farklılıkları baz alınarak ölçülür ve değerlendirilir.• Davranış değişiminin ölçülmesi, yalnızca davranışın değişip değişmediğini değil, değişimin neden gerçekleştiğini/gerçekleşmediğini belirlemek için de gereklidir.
Sonuç	<ul style="list-style-type: none">• Sonuçlar, hedeflenen sonuçların hangi derecede ortaya çıktığı ile ilgilidir. Burada "Eğitim nedeniyle ne gibi sonuçlar alındı?" sorusuna cevap aranır.• Eğitim uygulamaları sonucunda elde edilen ölçülebilir verilerde meydana gelen değişimler baz alınarak yapılan faaliyetlerle ilgili bir sonuca varılmaktadır.

KEDM eğitim değerlendirme kriterlerini türlerine göre ayırmakta, kriterlerle belirli göstergeleri eşleştirmekte ve eğitimle ilgili sonuçların davranışsal olarak ortaya çıkıp çıkmadığını ortaya koymaktadır (Kandemir, 2015; Kaya, Günay ve Damgacı, 2015). KEDM ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, modelin lalan yazında daha çok iş hayatına yönelik hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerde kullanımının yaygın olduğu görülmektedir (Kaya, Günay ve Damgacı, 2015). Fakat yapılan alan yazın taramasında KEDM'nin matematik eğitiminde kullanıldığı bir akademik çalışma bulunamamıştır. KEDM'nin diğer alanlarda kullanılmış olduğu çalışmalara bakıldığında ise, KEDM kullanımının etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmaların bazılarında, ileri öğretmen eğitimi programları ile öğretmen eğitimi için uzaktan eğitim programlarının etkililiği ve macera eğitimi yoluyla grup çalışması becerilerinin gelişimi KEDM ile değerlendirilmiştir (Aluko ve Shonubi, 2014; Cooley, Burns ve Cumming, 2016; Opletalov á, 2018). Bazılarında ise, çeşitli müfredat müdahalelerinin sonuçlarını değerlendirmenin bir yolu olarak KEDM'nin etkinliği ve KEDM'nin dört aşamasını uygulamanın faydaları ve zorlukları incelenmiştir (Paull, Whitsed ve Girardi, 2016; Reio, Rocco, Smith ve Chang, 2017). Ayrıca, işbirlikçi internet temelli öğrenme ortamının ve sınıf öğretmenlerinin teknoloji kullanımına yönelik algılarının KEDM çerçevesinde ele alındığı çalışmalar da görülmüştür (Kandemir, 2015; Üstündağ ve Yalın, 2014). Bu çalışmalarda KEDM ile ilgili alınan olumlu sonuçlardan hareketle, KEDM'nin bir matematik konusunun farklı bir öğretiminin değerlendirilmesinde kullanımının etkilerinin araştırılmasının alan yazına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Yöntem

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması, bir olgunun doğal çevresinde incelendiği, “nasıl” ve “niçin” sorularını temel alan (Yin, 2018), bir durumun, uygulanan bir eğitimin, programın, eylemin, sürecin etkilerini ya da bir veya birden fazla bireyin özelliklerinin derinlemesine incelendiği araştırma yöntemidir (Cresswell, 2014). Ayrıca, durum çalışmaları eğitim değerlendirme araştırmalarında kullanılacak etkili yöntemlerden birisidir (Cresswell, 2014). Çalışmada, durum çalışması desenlerinden tek bir durum analizi seçilerek tek durum deseni temel alınmıştır. Bu çalışmalarda tek bir analiz birimi vardır ve bu analiz birimi bir birey, bir sınıf, bir okul, bir program olabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Tek durum çalışmalarında, benzer özellikte olan bir grup birim olarak kabul edilir ve benzer durumda meydana gelen farklılıklara odaklanarak durumun özellikleri detaylı şekilde açıklanır (Yin, 2018). Bu kapsamda, bu çalışmada 10. sınıf öğrencilerinin bulunduğu sınıf analiz birimi olarak kabul edilmiş ve katı cisimler konusuna yönelik tasarlanan teknoloji destekli öğretimin bu birim üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Çalışma grubu

Çalışmanın katılımcılarını Türkiye'nin batı bölgesindeki bir devlet lisesinin aynı sınıfında öğrenim gören toplam 20 lise 10. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrenciler kolay ulaşılabilir durum örnekleme ile belirlenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Katılımcıları oluşturan sınıf seçilirken, sınıfın matematik öğretmenini 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, 2016-2017 öğretim yılında bir lisede 10. Sınıfta katı cisimler konusu işlenirken (konunun başlangıcından bitimine kadar) derslere katılmış ve matematik öğretmenini ile işbirliği içerisinde hazırlanmış oldukları ders planlarını öğrencilere uygulamıştır. Ders planları hazırlanırken matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesinin de görüşleri alınmıştır. Çalışma kapsamında her biri iki ders saatinden oluşan toplam sekiz saatlik dört tane ders planı hazırlanmıştır. Ders planlarında 53 adet etkinlik hazırlanmış olup, etkinlik ile kastedilen teknoloji destekli uygulamaların her biridir. Bu bağlamda, etkinliklerde, GeoGebra ve Cabri 3D yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar kullanılmıştır.

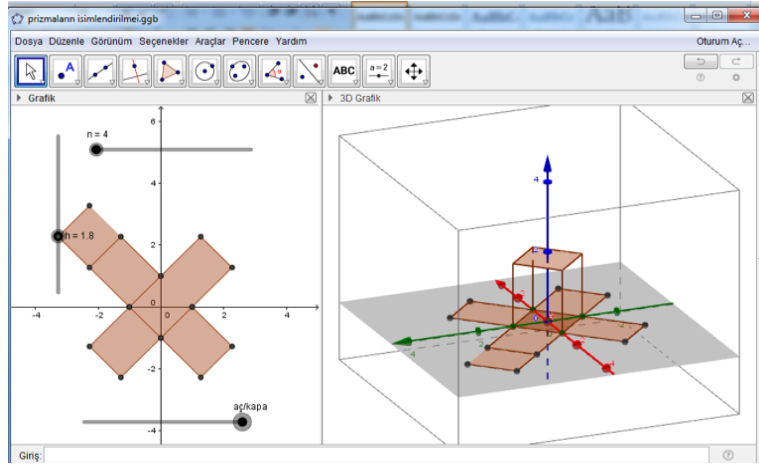
Etkinliklerin bir kısmı tamamen araştırmacılar tarafından Cabri 3D ve GeoGebra yazılımları kullanılarak hazırlanmıştır. Etkinliklerin bir kısmında ise GeoGebra yazılımının resmi internet sitesinden, sanal manipulatifler içeren sitelerden ve YouTube gibi video kanallarından konuların içeriğine uygun ve öğrenciler için ilgi çekici ve faydalı olabileceği düşünülen içerikler hazır olarak alınmış ve üzerinde düzenlemeler yapılmıştır. Çalışmada hazır olarak alınan içerikler açık erişim seçeneğine sahiptirler. Ders planlarının uygulanma süreci öğrencilerin kendi sınıflarında gerçekleştirilmiştir. Ders planlarında yer alan etkinlikler uygulanırken araştırmacının bilgisayarı ve sınıftaki akıllı tahtadan yararlanılmıştır. Hazırlanan etkinlikler akıllı tahta yardımı ile öğrencilere gösterilmiş ve her bir etkinlikte sınıftaki farklı bir öğrenci tahtaya kaldırılmıştır. Böylece öğrencilerin araştırmacının yardımı ile etkinliklerin içerisindeki teknoloji uygulamalarını gerçekleştirmeleri ve sürece dahil olmaları sağlanmıştır. Böylece matematik öğretmenin talebi üzerine araştırma sebebiyle konunun öğretiminde herhangi bir aksaklık yaşanmaması sağlanmaya çalışılmıştır. Söz konusu ders planlarının sınıf içerisinde uygulanma süreci Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’den de görüldüğü gibi, araştırmacı etkinliklerini uygularken öğretmen, araştırmacıya ve sınıftaki öğrencilere müdahalede bulunmamıştır. Araştırmacı uyguladığı etkinliği bitirdikten sonra öğretmen, araştırmacı yeni bir etkinlik uygulayana kadar, konu anlatımına ya da örnek soru çözümüne devam etmiştir.

Tablo 2

Öğretim Süreci

Ders Planları	Dersin İçeriği
Ders Planı I (2 Ders Saati)	-Katı cisimlerin günlük hayatta kullanımı ile ilgili tartışma, öğrencilere konu ile ilgili video izletilmesi (Araştırmacı yürütmüştür (A.Y.)) -Prizmalardan genel olarak bahsedilmesi (Öğretmen yürütmüştür (Ö.Y.)) -Dik prizmaların Geogebra ile tanıtımının yapılması ve üçgen, dikdörtgen ve kare dik prizma ile küpün Geogebra ile anlatılması (A.Y.) - Dik prizma ile ilgili örnekler çözülmesi (Ö.Y.) -Öğrencilere sanal manipulatif uygulamalar içeren sitelerden küplerle ilgili eğitici oyunlar oynatılması ve etkinlikler yaptırılması (A.Y.)
Ders Planı II (2 Ders Saati)	-Altıgen dik prizmadan bahsedilmesi (Ö.Y.) -Altıgen dik prizmanın Geogebra ve Cabri 3D programları ile tanıtılması (A.Y.) -Altıgen dik prizma hakkında örnekler çözülmesi (Ö.Y.) -Dik piramitlerin Geogebra ile tanıtımının yapılması, Geogebra ve Cabri 3D programlarından yararlanılarak dik piramit türlerinin anlatılması (A.Y.)
Ders Planı III (2 Ders Saati)	-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.) -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.) -Dik silindir ile ilgili örnekler çözülmesi ve dik koninin tanıtılması (Ö.Y.) -Geogebra’da 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.) -Dik koni ile ilgili örnekler çözülmesi (Ö.Y.)
Ders Planı IV (2 Ders Saati)	-Dik prizmalar, piramitler, silindir ve koni ile ilgili etkinliklerin öğrencilere yazılı olarak yaptırılması ve Geogebra ile görselleştirilmesi (A.Y.) -Küreden genel olarak bahsedilmesi (Ö.Y.) ve Geogebra ile kürenin özellikleri ve kürenin farklı düzlemlerle kesilmesi sonucunda oluşan arakesitlerin tanıtılması, küre ile ilişkili etkinliklerin öğrencilere yazılı olarak yaptırılması ve bu etkinliklerin Geogebra programı ile görselleştirilmesi (A.Y.) -Küre ile ilgili örnekler çözülmesi (Ö.Y.)

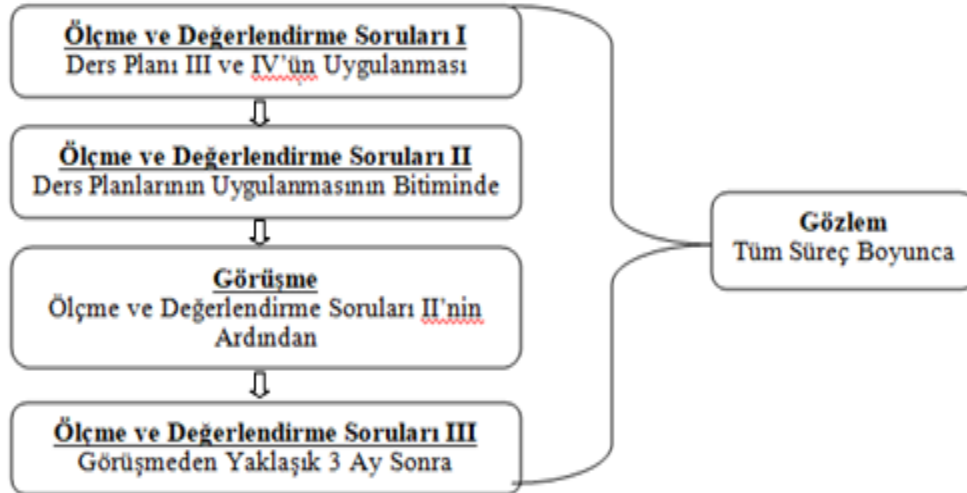
Tablo 2’de sunulan öğretim süreci çerçevesinde, sınıf içerisinde yapılan etkinliklere örnek olarak Şekil 1’deki Ders Planları I kapsamında uygulanan bir etkinlik verilmiştir. Bu etkinlikte GeoGebra programı ile oluşturulan n sürgüsü ile dik prizmaların tabanının kenar sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır. 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.



Şekil 1. Sınıf içi etkinlik örneği-1

Veri toplama süreci ve araçları

Çalışmanın verileri, tasarlanan ders planlarının uygulanması sırasında ve sonrasında toplanmıştır. Geçerlik ve güvenilirliği sağlamak amacıyla, veri toplama araçlarının hazırlanması sürecinde araştırmacılar sürekli iş birliği içerisinde çalışmıştır. Ayrıca, veri toplama araçları hazırlandıktan sonra matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesinin görüşleri alınmıştır ve araçlar bu görüşlere göre revize edilmiştir. Çalışmada farklı veri toplama araçları kullanılmış olup, kullanılan veri toplama araçlarının kullanım sıraları ve uygulandıkları dönemler Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Veri toplama süreci

Şekil 2’de belirtilen veri toplama araçlarının KEDM’nin hangi aşamalarını değerlendirmek için kullanıldığı açıklamaları ile birlikte Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3

Öğretimin KEDM’nin Aşamalarına Göre Değerlendirilmesinde Kullanılan Araçlar

Aşamalar	Değerlendirmede Kullanılan Araçlar	Açıklama
Tepki	-Görüşme soruları (1-9. sorular) -Gözlem notları	Öğretimin öğrencilere farklı veya zevkli gelip gelmemesi, öğrencilerin derse olan ilgilerini artırıp arttırmadığı vb. KEDM’nin “Tepki Aşaması” kapsamında incelenmiştir (Kirkpatrick ve Kirkpatrick, 2009). Bu aşamayı değerlendirmek amacıyla beş öğrenci ile görüşme yapılmış ve öğretim süresince gözlem notları tutulmuştur.
Öğrenme	-ÖDS I (1-4. sorular) -ÖDS II (1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12 ve 18. sorular) -Görüşme soruları (10-12. Sorular) -Gözlem notları	KEDM’nin öğrenme aşamasında katılımcıların verilen bilgi, beceri ve tutumları ne derece edindiklerine yönelik sorular sorulabilir (Kirkpatrick Partners, 2020). Bu doğrultuda çalışmada katı cisimler ile ilgili basit düzeydeki formül uygulaması gerektiren sorular KEDM’nin ‘Öğrenme Aşaması’ kapsamında ele alınmıştır.
Davranış	-ÖDS I (5-11. sorular) -ÖDS II (3, 5, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 19 ve 20. sorular) -Görüşme soruları (13-16. sorular) -Gözlem notları	KEDM’nin davranış aşamasında, katılımcılara eğitim sırasında öğrendiklerini daha karmaşık durumlara ne derece uygulayabildiklerine yönelik sorular sorulmaktadır (Kirkpatrick Partners, 2020). Buradan hareketle bu çalışmada, katı cisimler ile ilgili akıl yürütme becerisi gerektiren problemler ve formül uygulaması içeren ileri seviye sorular KEDM’nin “Davranış Aşaması” ile ilgili olarak ele alınmıştır.
Sonuç	-ÖDS III (1-22. sorular) -Görüşme soruları (17-21. sorular)	Sonuç aşamasında, öğrenmenin ardından hedeflenen sonuçların ortaya çıkma düzeyini belirlemeye yönelik sorular sorulmaktadır (Kirkpatrick Partners, 2020). Buradan hareketle bu çalışmada, öğrencilerin öğrenmelerindeki ve davranışlarındaki gelişimin kalıcılığını ölçecek sorular içeren ÖDS III, KEDM’nin sonuç aşaması ile ilgili olarak ele alınmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılan veri toplama araçları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Ölçme ve değerlendirme soruları I (ÖDS I)

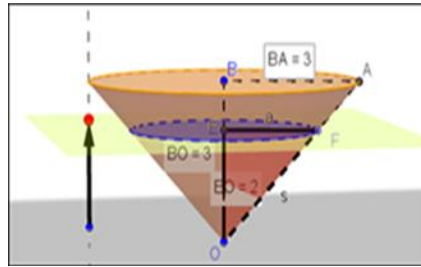
ÖDS I öğrencilerin katı cisim konusunu öğrenmelerini ve öğrencilerin KEDM’nin öğrenme ile davranış aşamasındaki durumlarını değerlendirmek amacıyla uygulanmıştır. Söz konusu ölçme aracı, devamsızlıklar sebebiyle on altı öğrenciye son iki ders planı sırasında uygulanmıştır. ÖDS I’de, dik prizmalar ve piramitler, dik silindir, dik koni ve küre gibi katı cisimlere, bu cisimlerin özelliklerine, yüzey alanı ve hacim bağıntılarına, çeşitli düzlemler ile kesilmeleri sonucunda oluşan arakesitlerine yönelik on bir tane açık uçlu soru sorulmuştur. Sorular araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Sorularda genellikle şekil kullanılmaya özen gösterilmiş ve oluşacak şekilleri öğrencilerin çizmeleri beklenmiştir. Sorular formül uygulaması ve akıl yürütme becerilerini kullanmayı gerektiren basit ve ileri düzey problemlerden oluşmaktadır. Soruların dört tanesi KEDM’nin öğrenme aşaması, yedi tanesi ise davranış aşamasına yöneliktir.

ÖDS I’deki KEDM’nin öğrenme aşamasına yönelik sorulardan biri: “Herhangi bir küpün içine aynı tabana ve yüksekliğe sahip kaç tane kare dik piramit sığar?” sorusudur. Bu sorunun sorulma sebebi, öğrencilerin dik prizma ve piramitlerin hacim bağıntılarını uygulayıp uygulayamadıklarının anlaşılmasıdır. Söz konusu soru küpün hacmi ile kare piramidin hacminin formüller yardımı ile hesaplanması ve oranlanması gerektirmektedir. Dolayısıyla sorunun

KEDM'nin öğrenme aşamasına uygun olarak, rutin bir problem durumu üzerinden öğrencilerin konu ile ilgili temel bilgileri öğrenme durumlarını incelediği ve akıl yürütmeden ziyade formül uygulaması niteliğinde olduğu görülmektedir.

ÖDS I'deki KEDM'nin davranış aşamasına yönelik sorulardan bir diğeri ise: “Bir silindirin içine en az boşluk kalacak şekilde silindirden farklı bir cisim yerleştirilmek istenirse bu cisim ne olur? Bu iki cismin hacimlerinin oranını bulunuz” sorusudur. Bu sorunun KEDM'nin davranış aşaması gereği, öğrencilerin daha karmaşık problem durumlarında akıl yürütme becerilerini devreye sokarak öğrendiklerini kullanmalarına ve birden fazla durum arasından en mantıklısını seçmelerine yönelik olduğu dikkat çekmektedir.

Öğrencilerden bu ve benzeri tüm soruları sırasıyla yazılı olarak cevaplamaları istenmiştir. Ardından her bir soru teknolojik araçlardan faydalanılarak çözülmüştür. Soruların çözüm aşamasında, bir öğrenci tahtaya kaldırılmış ve araştırmacıyla beraber teknolojik aracı kullanarak soruyu çözmüşlerdir. Örneğin, ÖDS I'deki davranış aşamasına yönelik sorulardan bir diğeri “3 cm yüksekliğinde ve 3 cm yarıçaplı bir dik koninin, tepe noktasından 2 cm uzaklıkta tabana paralel bir düzlemlle kesilmesi sonucu oluşan arakesitin yüzey alanını bulunuz.” sorusudur. Öğrencilerin bu soruyu kağıt-kalem ile çözmeleri ile soru ile ilgili tartışma yapılmasının ardından Şekil 3'teki etkinlik açılmış ve bir öğrenci yardımıyla soru bu ortamda tekrar çözülmüştür. Soruyu çözerken öğrenci, araştırmacının yardımı ile koniyi GeoGebra yazılımını kullanarak adım adım oluşturmuş, yazılımın ölçme araçlarını kullanarak gerekli uzunlukları hesaplamış ve oluşturulan koninin soruya uygunluğunu kontrol etmiştir. Ardından yine yazılım aracılığıyla koniyi tabanına paralel olan düzlemlle kesmiş ve oluşan arakesiti belirlemiştir. Ardından yazılımın alan hesaplama özelliğini kullanarak oluşan daire şeklindeki arakesitin alanını hesaplamıştır. Ulaşılan sonuçla öğrencilerin kağıt-kalem ile buldukları çözüm kıyaslanmış ve sınıf içi tartışma yapılmıştır.



Şekil 3. Sınıf içi etkinlik örneği-2

Ölçme ve değerlendirme soruları II (ÖDS II)

ÖDS I'deki soruların ve paralel olarak ders planlarının uygulanmasının bitiminde ise öğrencilerden ÖDS II'deki soruları cevaplamaları istenmiştir. Böylece öğretimin öğrenciler üzerinde etkili olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. ÖDS II, öğretimden sonra öğrencilerin katı cisim konusuna yönelik öğrenmelerini incelemek amacıyla uygulanmıştır. Bu ölçme aracı devamsızlıklar nedeniyle on dokuz öğrenciye uygulanabilmiştir. ÖDS II'de, ÖDS I'deki teknoloji destekli çözümleri yapılan sorulara benzer olarak dik katı cisimlerin yüzey alanı ve hacim bağıntılarına ve önden, arkadan, sağdan, soldan, üstten görünümüne yönelik dördü çoktan seçmeli, on altısı açık uçlu olmak üzere toplam yirmi soru sorulmuştur. Ayrıca burada da soruların çoğunda şekil verilmemiş ve şekilleri öğrencilerin oluşturmaları beklenmiştir. Soruların on tanesi KEDM'nin öğrenme aşaması, kalan on tanesi ise davranış aşamasına yöneliktir. Örneğin, ÖDS II'deki KEDM'nin öğrenme aşamasına yönelik sorulardan biri: “Bir ayrıtının uzunluğu 8 dm olan bir küpün ayrıtları %25 oranında artırırsa, küpün yüzey alanı kaç dm^3 artar?” sorusudur. ÖDS I'de de bahsedildiği gibi, sorunun sıradan bir problem durumu üzerinden öğrencilerin küpün yüzey alanı bağıntısını öğrenip öğrenmediklerini incelemesi ve akıl yürütme yerine formül uygulaması gerektiren basit düzeyde bir soru olması bakımından KEDM'nin öğrenme aşamasına

yönelik olduğu göze çarpmaktadır. ÖDS II'deki KEDM'nin davranış aşamasına yönelik sorulardan biri ise şöyledir: “*Taban alanı 48 cm^2 ve yüksekliği 8 cm olan bir dik dairesel koni tepe noktasının 2 cm aşağısından tabana paralel bir düzlemle kesildiğinde oluşan kesik koninin hacmini bulunuz. Çözümünüzü açıklayınız (Yılmaz, 2015).*” Söz konusu soru öğrencilerin karmaşık problem durumlarında, öğretim ile öğrendiklerini, geçmiş bilgilerini ve akıl yürütme becerilerini birlikte kullanmalarını gerektirdiğinden KEDM'nin davranış aşamasına uygun bir sorudur.

Görüşme formu

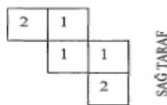
ÖDS II'nin uygulanma sürecinin tamamlanmasından sonra, öğrencilerin verilen teknoloji destekli öğretime ve bu öğretimin etkililiğine yönelik düşüncelerini belirlemek amacıyla gönüllü beş öğrenci ile birebir olarak farklı zamanlarda yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bahsi geçen beş öğrenci seçilirken, öğretim sürecinde yapılan sınıf içi gözlemlere göre ilgi düzeyleri (yüksek, orta ve düşük olmaları) göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan görüşmelerde öğrencilere KEDM'nin dört aşamasına yönelik toplam yirmi bir tane açık uçlu soru yöneltilmiştir. Görüşmelerde tepki aşamasına yönelik öğrencilere, teknoloji destekli öğretimin kendilerinde uyandırdığı etki, matematik derslerinde teknoloji kullanmanın derse olan ilgilerini nasıl etkilediği, böyle bir öğretimi gerekli bulup bulmadıkları ve bu öğretimin avantajları ile dezavantajları vb. sorular sorulmuştur. Öğrenme aşamasına yönelik olarak uygulanan öğretim ile katı cisimleri, geometrik şekillerin açık ve kapalı hallerini, farklı açılardan görünümelerini daha iyi öğrenip öğrenmediklerine yönelik sorular sorulmuştur. Ayrıca böyle bir öğretimin öğrencilerin katı cisimleri algılamalarına, zihinlerinde canlandırmalarına ve katı cisimler ile ilgili problemleri çözebilmelerine nasıl etki ettiğine yönelik sorulara da yer verilmiştir.

Davranış aşamasına ilişkin olarak öğrencilere, soru/etkinlik/problemlerin çözümünde teknolojiyi kullanmak isteyip istemeyecekleri, eğer isterlerse hangi aşamalarda kullanacakları, diğer matematik konularında teknoloji kullanımı hakkındaki düşünceleri ve teknoloji destekli öğretimin geleneksel öğretime göre daha etkili olup olmadığına yönelik fikirleri sorulmuştur. Sonuç aşamasına yönelik ise öğrencilere katı cisimlerin teknoloji ile öğretilmesinin konuyu anlamalarına ve öğrenmelerine nasıl etki ettiği, katı cisimlerle ilgili karşılıklarına çıkan problemleri hangi oranda çözebileceklerini düşündükleri, katı cisimler ile ilgili bir soruyu çözerken nasıl bir strateji izleyecekleri ve benzeri sorulmuştur. Görüşme sorularının tamamı EK-1'de sunulmuştur. Öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır ve yapılan görüşmeler transkript edilmiştir.

Ölçme ve değerlendirme soruları III (ÖDS III)

ÖDS III, görüşmelerin üzerinden yaklaşık üç ay geçtikten sonra öğrencilerin katı cisimlere dair bilgilerinin kalıcılığını ve verilen öğretimin etkililiğini incelemek amaçlanmıştır. ÖDS III, yirmi öğrenciye uygulanmıştır. Burada üç tanesi çoktan seçmeli, on dokuz tanesi de açık uçlu olan toplam yirmi iki soru yer almaktadır. Sorular ÖDS I ve II'deki sorulara benzerdir. Yani, sorular formül uygulaması ve akıl yürütme becerilerini kullanmayı gerektiren basit ve ileri düzey problemlerden ve üç boyutlu düşünme becerilerini işe koşan sorulardan oluşmaktadır. Soruların bir kısmı araştırmacılar tarafından hazırlanmış, bir kısmı ise bazı çalışmalardan (Turğut, 2007; Uysal, 2013; Yılmaz, 2015) alınmıştır. ÖDS III'teki sorulardan biri Şekil 4'te verilmiştir. Bu sorunun sorulması ile öğrencilerin bir cismin farklı açılardan görünümelerini hayal edip edemedikleri ölçülmeye çalışılmıştır.

Aşağıda bir binanın tepeden görünüşü verilmiştir. Bu binanın sağdan görünüşü nasıldır? (Turğut, 2007)



Şekil 4. ÖDS III 14. soru

Gözlem formu

Tasarlanan öğretimin etkililiğini ayrıntılı olarak değerlendirmek amacıyla tüm süreç boyunca gözlem yapılmıştır. Öğretim sürecinde ve uygulanan testler sırasında katılımcılar araştırmacılardan biri tarafından gözlemlenmiştir ve gözlenenler not tutulmuştur.

Veri analizi

Çalışma kapsamında uygulanan teknoloji destekli öğretim KEDM çerçevesinde değerlendirilmiştir. KEDM'nin aşamaları değerlendirilirken farklı veri toplama araçlarına veya bir veri toplama aracının farklı parçalarına odaklanılmıştır (bkz. Tablo 3). Bu kapsamda öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevaplar araştırmacılar tarafından bağımsız olarak içerik analizi ile analiz edilmiştir. İçerik analizinin tercih edilme sebebi, öğrencilerin uygulanan öğretimin etkililiğine yönelik düşüncelerini derinlemesine incelemek ve fark edilmeyen temaları fark etmektir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). İçerik analizi kapsamında ilk önce veriler düzenlenmiş ve okunmuştur. Daha sonra her bir öğrenci için, öğrencilerin tüm sorulara verdikleri cevapları içeren tablolar oluşturulmuş ve bu tablolar üzerinde kodlamalar yapılmıştır. Bu süreç Tablo 4'te Ö-11 üzerinden örneklendirilmiştir. Söz konusu süreç görüşme yapılan her öğrenci için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevapların analizinden sonra, gözlem notları incelenmiş ve kodlamalar yapılmıştır. Bu sürecin ardından yapılan analize bütüncül bir bakış açısı ile yaklaşmıştır. Bu çerçevede, görüşme sorularından ve gözlem notlarından elde edilen kodlamalar birbiri ile bütünleştirilmiştir. Yapılan kodlamalardan hareketle, ana ve alt temalar belirlenmiştir. Daha sonra, araştırmacılar bir araya gelmiş, yapılan kodlamalar ve kodlamalar neticesinde belirlenen temalar karşılaştırılmış ve görüş birliğine varılarak düzenleme yapılmıştır.

Tablo 4

Görüşme Sorularına Yönelik Analiz Örneği

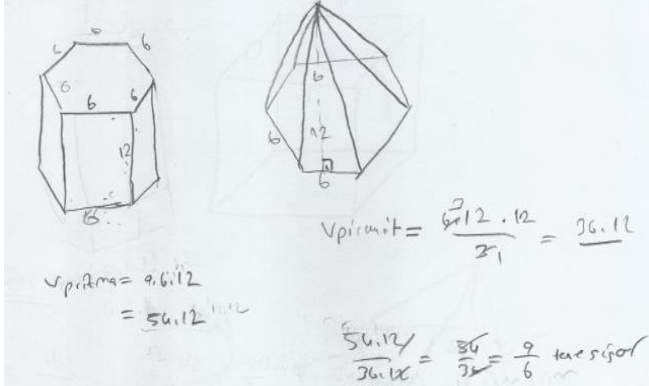
Soru-Cevap	Kodlamalar
Soru 1: Teknoloji destekli materyaller ile gerçekleştirilen öğretim sizde nasıl bir etki uyandırdı? Açıklar mısınız?	Olumlu Etki -Daha iyi kavrama/ öğrenme
Ö-11: Katı cisimleri daha iyi kavramamızı sağladı. Nasıl cisimler olduğunu, nelerden oluştuğunu ve özelliklerini iyi anlayabildik. Mesela soru yazılı olarak verilse bile, o cismi görüp, verilenler üzerinde düşünmek soruları daha iyi anlamamızı sağladı. Katı cisimleri gözümüzde canlandırmamızı sağladı. Çünkü katı cisimler teknoloji ile işlendiğinde onları gözümüzde daha rahat canlandırıyoruz. Açık- kapalı hallerini, başka yerlerden görünümelerini tahmin edebiliyoruz. Daha önce edemiyordum.	-Görselleştirme -Zihinde canlandırma -Farklı bulma -İlgi çekici olduğunu düşünme -Beğenme
Soru 2:...	Olumsuz Etki -

Öğrencilerin ÖDS I, ÖDS II ve ÖDS III'teki sorulara verdikleri cevaplar analiz edilirken, benzer yaklaşım izlenmiştir. Örneğin ÖDS I için, önce her bir öğrencinin ÖDS I'deki tüm sorulara verdikleri cevaplar ve bu cevapların değerlendirilmesini içeren tablolar oluşturulmuştur. Bu değerlendirme çerçevesinde, öğrencilerin soruya olan yaklaşımları, akıl yürütmeleri ve kullandıkları teknikler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda, öğrenciler sorulara yönelik doğru matematiksel yaklaşımlarda bulunmuş ve doğru sonuca ulaşmışlarsa cevapları "doğru" kabul edilirken; doğru matematiksel yaklaşımlarda buldukları halde doğru sonuca ulaşamamışlarsa cevapları "kısmen doğru" kabul edilmiştir. Eğer öğrenciler sorulara yönelik doğru matematiksel yaklaşımlarda bulunamamışlarsa cevapları "yanlış" olarak; soruya cevap vermemişlerse cevapları "boş" olarak ele alınmıştır. Örneğin, soru sadece formül kullanmayı gerektiren bir soru ise ve öğrenciler formül kullanarak doğru sonuca ulaşmışlarsa cevapları doğru, doğru formülleri seçtikleri halde çeşitli işlem hataları yaparak yanlış sonuca ulaşmışlarsa kısmen doğru, kullanmaları gerekenden farklı formüller kullandıysa cevapları yanlış olarak kabul edilmiştir. Soru sözel problem yönelik şekiller çizmeyi, formüller, önceki

bilgiler ve akıl yürütme becerisini birlikte kullanmayı gerektiren bir soru ise ve öğrenciler tüm bunları eksiksiz gerçekleştirmişlerse cevapları doğru olarak ele alınmıştır. Fakat öğrenciler probleme uygun şekiller çizip, doğru bir akıl yürütme ile gerekli formülleri ve önceki bilgilerini kullanmalarına rağmen çeşitli hatalar yaparak doğru sonuca ulaşamamışlarsa cevapları kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Eğer öğrenciler soruya yönelik herhangi bir doğru yaklaşım sergileyememişse veya sadece şekil çizmişlerse de cevapları yanlış olarak değerlendirilmiştir. Bu süreç Tablo 5'te Ö-13 üzerinden örneklendirilmiştir.

Tablo 5

ÖDS I'e Yönelik Analiz Örneği

ÖDS I'deki Sorular ve Ö-13'ün Cevapları	Değerlendirme
1.Soru:
2.Soru:
3.Soru:
4.Soru: Herhangi bir altıgen dik prizmanın içine aynı tabana ve aynı yüksekliğe sahip kaç tane altıgen dik piramit yerleştirilebilir? Ö-13:	
	<p>-Doğru çizim ve doğru matematiksel yaklaşım -Yanlış sayısal sonuç <u>Nihai değerlendirme:</u> Kısmen doğru</p> <p>...</p> <p>...</p> <p>...</p>
5.Soru:
...	...
11.Soru:
Toplam	7 doğru, 2 kısmen doğru, 1 yanlış, 1 boş

Tablo 5'te örneklendirilen bu süreç her bir öğrenci için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bunun ardından öğrencilerin ÖDS II ve ÖDS III'teki sorulara verdikleri cevaplar değerlendirilirken de söz konusu süreç aynı şekilde tekrarlanmıştır. Bahsedilen bu süreçlerin tamamlanmasının ardından, öğrencilerin ÖDS I-II'deki KEDM'nin öğrenme ile davranış aşamalarına ve ÖDS III'teki sonuç aşamasına yönelik sorulara verdikleri cevapların bütününi içeren ayrı tablolar oluşturulmuştur (bkz. Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8). Oluşturulan tablolar incelenerek öğrencilerin ÖDS I-II-III'teki öğrenme, davranış ve sonuç aşamalarına yönelik genel performansları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken yanlış ve boş cevaplar doğru ve kısmen doğru cevapları etkilememiştir. Yani değerlendirme doğru ve kısmen doğru cevap sayısı üzerinden yapılmıştır. Öğrencilerin söz konusu aşama ile ilgili çözmüş oldukları soru sayısına göre kaçını doğru ve kaçını kısmen doğru yaptıkları dikkate alınarak öğrenci performansları iyi, orta ve düşük olarak değerlendirilmiştir. Tüm bu işlemlerden sonra, öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevaplar ile gözlem notlarından elde edilen bulgular ve ÖDS I-II-III'teki sorulara verdikleri cevapların bütünü yani performansları karşılaştırılmıştır. Böylece, öğrencilerin KEDM'nin tepki, öğrenme, davranış ve sonuç aşamalarındaki genel durumları değerlendirilmiştir. Bu noktada, öğrencilerin uygulanan testlerde iyi veya orta bir performans göstermesi hem de görüşmelerde veya sınıf içerisinde olumlu ifadeler kullanmaları modelin söz konusu aşamasındaki koşulları sağladıkları şeklinde yorumlanmıştır. Eğer öğrenciler hem testlerde düşük bir performans

sergileyip, hem de görüşmelerde veya sınıf içerisinde olumsuz ifadeler kullanmışlarsa, o aşamadaki koşulları sağlayamadıkları düşünülmüştür. Öte yandan, öğrencilerin testlerde iyi veya orta bir performans sergiledikleri halde görüşmelerde veya sınıf içerisinde olumsuz ifadeler kullanmaları veya tam tersi bir durumda ise öğrencilerin söz konusu aşamadaki koşulları kısmen sağladıkları kabul edilmiştir.

Geçerlik ve güvenilirlik

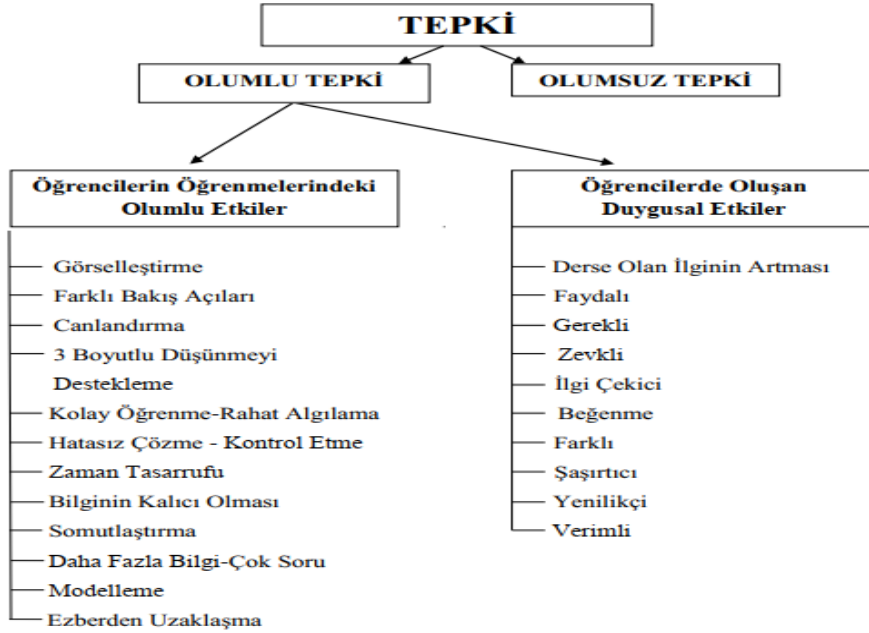
Çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak için birden fazla veri toplama aracı kullanılarak veri çeşitlenmesi yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Yukarıda bahsedildiği gibi, gerekli görülen yerlerde matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesinin ve matematik öğretmenin görüşleri alınmıştır. Ayrıca veri analizi kısmında belirlenmiş olan tema ve kodlamalar, araştırmacılar tarafından ayrı ayrı analiz edilmiş ve farklı olan kodlamalar ile temalarda görüş birliğine varılarak düzenleme yapılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde, tasarlanan teknoloji destekli öğretim sürecinin KEDM çerçevesinde değerlendirilmesi ve bunun sonucunda ulaşılan bulgular ve yorumlar yer almaktadır.

Tepki aşaması

Bu kısımda, beş öğrencinin görüşme sorularındaki tepki aşamasına yönelik sorulara verdikleri cevaplardan ve sınıf içerisinde yapılan gözlemlerden ulaşılan bulgular sunulmuştur. Bu noktada ortaya çıkan ana ve alt temalar kaç öğrenci tarafından kullanıldıklarına göre dizilerek Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Tepki aşamasının değerlendirilmesi

Yapılan analiz sonucunda görüşme yapılan beş öğrencinin de uygulanan teknoloji destekli öğretime yönelik olumlu tepki verdiği görülmüştür. “Olumlu tepki” ana temasının iki temasından biri olan “Öğrencilerin Öğrenmelerindeki Olumlu Etkiler” temasında öğrencilerin beşinin de “Görselleştirme”, “Farklı bakış açıları”, “Canlandırma”, “3 boyutlu düşünceyi destekleme” ve “Kolay öğrenme-rahat algılama” alt temalarını kullandıkları dikkat çekmiştir. Bu temalara ilişkin öğrenci görüşlerinden bazıları şöyledir:

“Teknoloji sayesinde bu cisimlerin açık ve kapalı hallerini, farklı açılardan görünümlerini görüp, kavrayabildik. Bunlar benim zihnimi, bakış açımı geliştirdi, farklı bakmamı sağladı.” (Ö-15).

“Mesela üçgensel bölge 2 boyutlu ve onu düzlemde gördüğümüzde de anlayabiliyoruz. Ama katı cisimler 3 boyutlu olduğu için, bu cisimlerin içini dışını, önünü, arkasını düşünmek zor oluyordu. Daha önce 3 boyutla ilgili başka konu görmemiştik. Bu konunun teknoloji kullanılarak anlatılması 3 boyutlu düşünme becerimizi geliştirdi.” (Ö-4).

“...problemleri zihninizde daha rahat canlandırabiliyoruz. Etkinlikleri, zihninizde sanki o programlardaymış gibi incelediğimi hayal ettim. Cismi elimde tutuyorum, açabiliyorum, döndürüp bir sürü açıdan bakabiliyorum gibi.” (Ö-8).

“Katı cisimleri daha iyi kavramamızı sağladı. Nasıl cisimler olduğunu, nelerden oluştuğunu ve özelliklerini iyi anlayabildik. Mesela soru yazılı olarak verilse bile, o cismi görüp, verilenleri üzerinde düşünmek soruları daha iyi anlamamızı sağladı. Soruları daha rahat çözmemizi sağladı.” (Ö-11).

Öğrenci söylemlerinden de anlaşıldığı gibi, uygulanan öğretimin teknolojinin sunduğu üç boyutta görselleştirme ve cisimleri hareket ettirip farklı açılardan görebilme gibi fırsatlar sayesinde tüm öğrencilerin konuyu daha kolay kavramalarını, üç boyutlu düşünmelerini, cisimleri zihinlerinde hayal etmelerini kolaylaştırdığı görülmektedir. Bu temaları dört öğrenci tarafından kullanılan “Hatasız çözme-kontrol etme” ve “Zaman tasarrufu” alt temaları izlemiştir. Öğrencilerin bu temalar hakkındaki ifadelerinden örnekler şunlardır:

“Mesela kendimiz kağıt kalem ile yaptığımızda hata yapma olasılığımız oluyor ama bilgisayarda böyle olmuyor. Kontrol de edebiliyoruz.” (Ö-4).

“...ben süre kaybı yarattığımı da düşünmüyorum. Bence gayet bol soru çözdük, soruları ya da şekilleri kendimiz çizdiğimizde daha çok vakit kaybı oluyor, daha az soru çözmüş oluyoruz. Sorularda sorulan hacim, yüzey alanı gibi şeyleri formüllerle uğraşmayıp programlardan direkt bulmak da vakit kazandırıcıydı.” (Ö-15).

“Öğretmenin bu cisimleri tahtaya tek tek düzgün bir biçimde çizmesi çok zor ve zaman alıcı. Ama teknolojiyle uğraşmadan her şekli gösterebildiniz. Böylece zaman kazanmamızı sağladı.” (Ö-13).

Yukarıdaki ifadelerde, öğrencilerin neredeyse tamamının teknoloji kullanımının ölçüm yapma ve iki boyutlu düzlemde zor gösterilen cisimleri üç boyutta kolayca çizebilme imkanı tanınması gibi çeşitli sebeplerle zaman kazandırdığını belirttikleri dikkat çekmektedir. Ayrıca, dört öğrencinin de teknolojiden destek alarak çözüm yapmanın hata yapma olasılığını ortadan kaldırdığını ya da azalttığını ifade etmesi göze çarpmaktadır. Öğrenciler tarafından en az kullanılan temalar ise “Ezberden uzaklaştırma” ve “Modelleme” temalarıdır. Bu temaların sadece birer öğrenci tarafından kullanıldığı görülmüştür. Bu öğrencilerin sözleri aşağıdadır:

“Dersler teknolojiyle birlikte işlenip, bunlar görsel olarak önümüze sunulduğunda formülleri ezberlememiş ve anlamış oluyoruz. Neyin nereden geldiğini kavramamızı, ezberlememizi sağlamış oluyor.” (Ö-15).

“...artık cisimleri kafamda daha rahat ve daha hızlı modelleyebiliyorum.” (Ö-8).

“Olumlu tepki” ana temasının bir diğer alt teması olan “Öğrencilerde oluşan duygusal etkiler” temasında ise görüşme yapılan tüm öğrencilerin “Derse olan ilginin artması”, “Faydalı”, “Gerekli” ve “Zevkli” alt temalarını kullandıkları göze çarpmıştır. Söz konusu temalara ilişkin öğrenci söylemlerinden bazıları şöyledir:

“Derse olan ilgimi daha çok arttırdı. Çünkü teknolojik materyal kullanmadan anlatılan derslerde öğrenci çabuk sıkılabiliyor ya da uykusu gelebiliyor.” (Ö-8).

“Teknoloji destekli öğretim şekilleri canlı olarak görüp, daha rahat kavramamızı sağladığı için bence çok faydalı.” (Ö-15).

“Bence gerekli. Özellikle matematik, fizik gibi sayısal derslerde teknoloji kullanmanın daha da gerekli olduğunu düşünüyorum.” (Ö-13).

“Kesinlikle teknolojiyi seçerim. Çünkü daha zevkli. Zaman teknolojiyle çok çabuk geçiyor, sıkılmıyorum, daha eğlenceli.” (Ö-15).

Öğrencilerin konuşmalarından alınan kesitlerden de görüldüğü üzere, uygulanan öğretimin öğrencilerin derse olan ilgilerini arttırdığı, görselleştirme, canlandırma vb. birçok açıdan faydalı ve gerekli olduğu, dersi eğlenceli hale getirdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca, bazı öğrencilerin derslerde teknolojiden destek alınarak hazırlanmış materyallerin kullanımının ve özellikle sayısal derslerde teknoloji kullanımının önemli olduğunu belirttikleri dikkat çekmiştir. Bu durum bazı öğrencilerin anlamakta zorlandıkları sayısal derslerde teknolojinin sunduğu görselleştirme gibi imkânlarla ve bu imkânlarla oluşturulan materyallere gereksinim duyduklarını göstermektedir. “İlgi çekici” alt teması ise üç öğrenci tarafından kullanılarak en çok değinilen temalardan biri olmuştur. Örneğin, Ö-15 kurmuş olduğu *“Programlardaki sürgülerle oynayarak cisimlerin görünümünün nasıl değiştiğini görebildik. Bu, çok ilgi çekiciydi.”* cümlesiyle konu hakkındaki fikirlerini ifade etmiştir. “Şaşırtıcı”, “Yenilikçi” ve “Verimli” alt temaları ise sadece birer öğrenci tarafından kullanılarak en az kullanılan temalar olarak göze çarpmıştır. Öğrencilerin bu üç temaya ilişkin düşüncelerinden örnekler aşağıda listelenmiştir.

“Derste mesela prizmaların tabanındaki çokgenin kenar sayısı büyüdükçe silindire benzediğini, piramitlerin tabanındaki çokgenin kenar sayısı büyüdükçe koniye benzediğini görmüştük. Bunlar beni şaşırttı.” (Ö-13).

“Artık kağıt-kalem biraz eski kalıyor. Teknoloji çağındayız. Her şey dijital. Dersi bu şekilde teknoloji ile işlemek yenilikçi bir şey. Günümüze ayak uyduran bir şey. Yenilikler her zaman önde gelmeli.” (Ö-15).

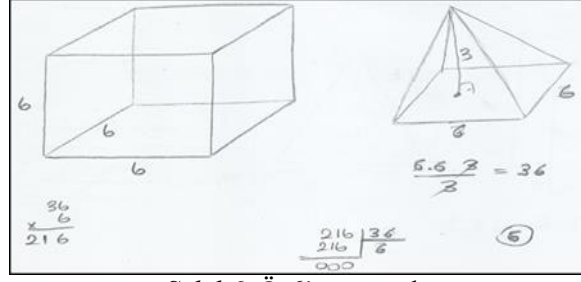
“...öğrenci kafasında hayal edemediğinde bilgisayarda görmek daha verimli.” (Ö-4).

Öte yandan Şekil 5’te hiçbir öğrencinin sunulan öğretime olumsuz tepki vermediği dikkat çekmektedir. Olumsuz tepkiyi ölçmek amacıyla, öğrencilere verilen öğretimin dezavantajları sorulmuştur. Örneğin, görüşme yapılan öğrencilerden Ö-11’in bu soruya verdiği cevap şu şekildedir: *“Ben bir dezavantajını görmedim. Bence vakit kaybı olmuyor. Hem etkinlikler gördük, hem bolca soru çözdük, hem zihnimiz gelişti.”* Ayrıca tüm öğrenciler, sınıf içerisinde geçen konuşmalarda önceki matematik öğretmenlerinin kullandıkları tek teknolojik aracın akıllı tahta olduğunu ve bu aracı sadece soru çözme amaçlı kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak, her öğrenci uygulanan öğretime olumlu yaklaşmış ve olumsuz herhangi bir durumdan bahsetmemiştir. Bunun üzerine çalışma kapsamında kullanılan etkinlikler oluşturulurken öğrencilerde teknoloji kullanımına yönelik olumlu tepki oluşturmanın amaçlandığı göz önüne alındığında, bu amaca ulaşıldığı ortaya çıkmaktadır.

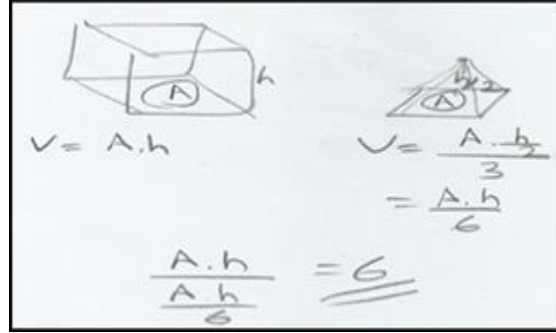
Öğrenme aşaması

Bu bölümde, öğrencilerin ÖDS I–II ve görüşme sorularında yer alan, KEDM’nin öğrenme aşamasına yönelik sorulara verdikleri cevaplardan ve gözlem notlarından elde edilen bulgular yer almaktadır. Yöntem bölümünde bahsedildiği gibi, ÖDS I’deki on bir tane sorunun dördü KEDM’nin öğrenme aşamasına yöneliktir. Öğrenme aşamasını değerlendirmek için ÖDS I kapsamında öğrencilere sorulan bu dört sorudan biri *“Herhangi bir küpün içine hem alan ölçüsü hem de şekil olarak tüm özellikleri ile aynı tabana fakat küpün yüksekliğinin yarı yüksekliğine sahip kaç tane kare dik piramit sığar?”* sorusudur. Bulguların sunulmasında bu sorunun tercih edilme sebebi, öğrencilerin soruya cevaplarının diğer sorulara göre daha çeşitli olmasıdır.



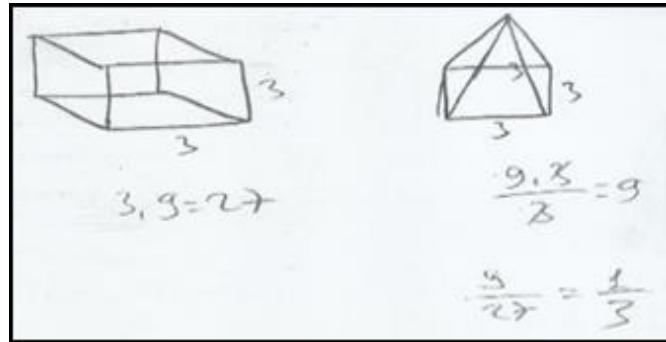
Şekil 6. Ö-6'nın cevabı

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, Şekil 6'da, Ö-6'nın, herhangi bir küp ve küp ile aynı taban fakat küpün yüksekliğinin yarı yüksekliğine sahip kare dik piramid çizdiği, çizdiği şekillere sayısal değerler verdiği, bu sayısal değerlerden yararlanarak küpün ve kare dik piramidin hacimlerini hesapladığı ve bu hacimleri oranlayarak sonucu 6 bulduğu düşünülmektedir. Ö-6 haricindeki on bir öğrenci de soruyu benzer yaklaşımla çözmüşlerdir ve aynı sonuca ulaşmışlardır. Bu öğrencilerin doğru matematiksel yaklaşımlarda buldukları ve doğru sayısal sonuca ulaştıkları görülmektedir. Farklı bir yöntem kullanan Ö-1'in bu soruya verdiği cevap Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Ö-1'in cevabı

Şekil 7'de, Ö-1'in, herhangi bir küp ve küp ile aynı taban fakat küpün yüksekliğinin yarı yüksekliğine sahip kare dik piramid çizdiği, bunların hacimlerini hesapladığı ve bu hacimleri oranlayarak sonucu 6 bulduğu sanılmaktadır. Burada Ö-1'in aynı tabana sahip küp ve kare dik piramidin taban alanlarının aynı olacağını belirttiği ve soruyu bundan yararlanarak çözdüğü düşünülmektedir. Ö-14 de soruyu benzer yaklaşımla çözmüş ve aynı sonuca ulaşmıştır. Bu öğrencilerin doğru matematiksel yaklaşımlarda buldukları ve doğru sayısal sonuca ulaştıkları görülmektedir.



Şekil 8. Ö-8'in cevabı

Soruyu başka yöntemle çözen Ö-8'in bu soruya verdiği cevap ise Şekil 8'de gösterilmiştir. Ö-8'in, herhangi bir küp ve küp ile aynı taban ve aynı yüksekliğe sahip kare dik piramit çizdiği, çizdiği şekillere sayısal değerler verdiği, bunların hacimlerini hesapladığı ve bu hacimleri oranlayarak sonucu $1/3$ bulduğu düşünülmektedir. Fakat soruda herhangi bir küpün içine aynı tabana fakat küpün yüksekliğinin yarı yüksekliğine sahip kaç tane kare dik piramit sığacağı sorulmuştur. Ayrıca Ö-8'in, kare dik piramidin hacmini küpün hacmine bölerek de hata yaptığı görülmektedir. Herhangi bir küpün içine aynı tabana fakat küpün yüksekliğinin yarı yüksekliğine sahip kaç tane kare dik piramit sığacağını bulmak için küpün hacminin, kare dik piramidin hacmine oranlanması gerekmektedir. Ö-11 de soruyu benzer yaklaşımla çözmüş ve aynı sonuca ulaşmıştır. Bu öğrencilerin doğru matematiksel yaklaşımlarda buldukları fakat çözümlerinde bazı hatalar olduğu görülmektedir.

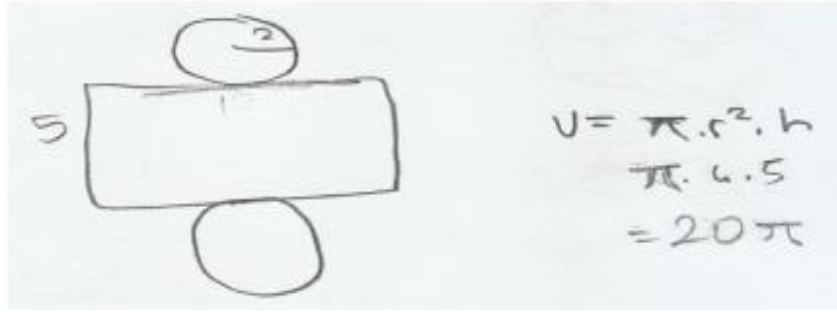
Yöntem kısmında da belirtildiği üzere ÖDS II'deki yirmi sorunun on tanesi öğrenme aşamasına yöneliktir. Bu sorulardan biri ise “Bir ayrıtının uzunluğu 8 dm olan bir küpün ayrıtları %25 oranında artırılırsa, küpün yüzey alanı kaç dm^2 artar?” sorusudur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplara bakıldığında, Ö-1'in cevabı Şekil 9'da gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} \frac{8 \cdot 25}{100} &= 2 \rightarrow 6 \cdot 8^2 = 6 \cdot 64 = 384 \\ 8 + 2 &= 10 \rightarrow 6 \cdot 10^2 = 6 \cdot 100 = 600 \\ & \quad \quad \quad \begin{array}{r} 600 \\ -384 \\ \hline 216 \end{array} \end{aligned}$$

Şekil 9. Ö-1'in cevabı

Şekil 9'da Ö-1'in, bir ayrıtının uzunluğu 8 dm olan küpün ayrıtları %25 oranında artırıldığında, yeni ayrıt uzunluğunun 10 dm olacağını bulduğu, sonra bir ayrıtı 8 dm ve 10 dm olan iki küpün yüzey alanlarını hesapladığı ve hesaplamış olduğu yüzey alanı değerlerinin farkını bulduğu düşünülmektedir. Ö-1'in bu yaklaşımının ve bulduğu sonucun doğru olduğu görülmektedir. ÖDS II'nin uygulandığı on dokuz öğrenci içerisinde, Ö-1 dışındaki on altı öğrenci, benzer yaklaşımda bulunarak soruyu çözmüştür. Bu öğrencilerin küpün yüzey alanı formülünü kavradıkları ve uygulayabildikleri dikkat çekmektedir. Bir öğrenci, bir ayrıtının uzunluğu 8 dm olan bir küpün ayrıtları %25 oranında artırıldığında, küpün yeni ayrıt uzunluğunun 10 dm olacağını bulmuştur. Küpün yüzey alanının formülünü yazmıştır fakat yüzey alanlarını hesaplamamıştır. Bu öğrencinin soruya yönelik doğru bir matematiksel yaklaşımda bulunduğu, fakat sonucu bulamadığı görülmektedir. Bir öğrenci ise sorulan soruya cevap vermemiştir.

ÖDS II'deki öğrenme aşamasına yönelik diğer bir soru da “Yüksekliği 5 cm, yarıçapı 2 cm olan silindir şeklindeki bir kap su ile doldurulacaktır. Kap ne kadar su alır?” sorusudur. Ö-3'ün bu soruya verdiği cevap Şekil 10'da gösterilmiştir. Şekil 10'da Ö-3'ün, yüksekliği 5 cm, yarıçapı 2 cm olan silindirin açılımını çizdiği ve bu silindirin hacmini hesapladığı düşünülmektedir. Diğer on sekiz öğrenci de, Ö-3'e benzer yaklaşımda bulunarak soruyu çözmüştür ve aynı sonuca ulaşmıştır. Tüm öğrencilerin sorulan soruya yönelik yaklaşımlarının doğru bir matematiksel yaklaşım olduğu ve öğrencilerin doğru sonuca ulaştıkları görülmektedir. Tüm öğrencilerin dik silindirin hacim formülünü kavradıkları ve soruda uygulayabildikleri dikkat çekmektedir. Ayrıca tüm öğrencilerin dik silindiri veya dik silindirin açılımını doğru şekilde çizebildikleri görülmüştür.



Şekil 10. Ö-3'ün cevabı

Öğrencilerin ÖDS I ve II'deki öğrenme aşamasına yönelik sorulara verdikleri cevapların benzer şekilde değerlendirilmesi sonucunda Tablo 6 ortaya çıkmıştır. Tablo 6'da, Ö-1, Ö-2, ..., Ö-16 öğrenme aşamasına dayalı olarak çözmüş oldukları on dört sorunun çoğunu doğru veya kısmen doğru yanıtlamışlardır. Öte yandan, Ö-17, öğrenme aşamasına yönelik çözdüğü on sorunun neredeyse tamamına doğru cevap vermiştir. Ö-18 ve Ö-19'un ise öğrenme aşamasına ilişkin çözmüş oldukları on sorunun tamamını doğru cevapladıkları dikkat çekmektedir. Bu bilgiler ışığında, ÖDS I'in ve ÖDS II'nin uygulandığı tüm öğrencilerin öğrenme aşamasına yönelik sorularda iyi bir performans sergilediği görülmektedir.

Tablo 6

Öğrencilerin ÖDS I ve II'deki Öğrenme Aşamasına Yönelik Sorulara Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi

	ÖDS I (4 Soru)	ÖDS II (10 Soru)	Toplam
Ö-1	4 doğru	9 doğru, 1 yanlış	13 doğru, 1 yanlış
Ö-2	4 doğru	10 doğru	14 doğru
Ö-3	4 doğru	10 doğru	14 doğru
Ö-4	4 doğru	10 doğru	14 doğru
Ö-5	4 doğru	9 doğru, 1 kısmen doğru	13 doğru, 1 kısmen doğru
Ö-6	4 doğru	9 doğru, 1 kısmen doğru	13 doğru, 1 kısmen doğru
Ö-7	4 doğru	10 doğru	14 doğru
Ö-8	2 doğru, 2 kısmen doğru	10 doğru	12 doğru, 2 kısmen doğru
Ö-9	3 doğru, 1 kısmen doğru	6 doğru, 1 yanlış, 2 kısmen doğru, 1 boş	9 doğru, 3 kısmen doğru, 1 yanlış, 1 boş
Ö-10	4 doğru	7 doğru, 1 yanlış, 2 boş	11 doğru, 1 yanlış, 2 boş
Ö-11	1 doğru, 3 kısmen doğru	9 doğru, 1 yanlış	10 doğru, 3 kısmen doğru, 1 yanlış
Ö-12	4 doğru	10 doğru	14 doğru
Ö-13	3 doğru, 1 kısmen doğru	9 doğru, 1 kısmen doğru	12 doğru, 2 kısmen doğru
Ö-14	2 doğru, 2 kısmen doğru	10 doğru	12 doğru, 2 kısmen doğru
Ö-15	3 doğru, 1 kısmen doğru	9 doğru, 1 kısmen doğru	12 doğru, 2 kısmen doğru
Ö-16	3 doğru, 1 kısmen doğru	9 doğru, 1 boş	12 doğru, 1 kısmen doğru, 1 boş
Ö-17		9 doğru, 1 boş	9 doğru, 1 boş
Ö-18		10 doğru	10 doğru
Ö-19		10 doğru	10 doğru

Beş öğrencinin görüşme sorularındaki öğrenme aşamasına yönelik sorulara verdikleri cevapların ve gözlem notlarının analizi sonucunda “Daha iyi anlama-algılama”, “Canlandırma”, “Görselleştirme”, “Rahat yapabilme”, “Farklı görünimleri görebilme”, “Şekilleri tahmin etme”,

“Çözüm stratejisi geliştirme”, “3 boyutlu düşünme becerisi”, “Akıl yürütme”, “Pratik-hızlı yapabilme”, “Kalıcılık”, “Bakış açısını geliştirme”, “Zihin açma-zihin geliştirme”, “Somutlaştırma”, “Anlama kapasitesini arttırma” ve “2. boyuttan 3.boyuta aktarma” olmak üzere on altı tema belirlenmiştir. Bu temalardan “Daha iyi anlama-algılama”, “Canlandırma”, “Görselleştirme”, “Rahat yapabilme”, “Farklı görünümüleri görebilme” ve “Şekilleri tahmin edebilme” temalarının tüm öğrenciler tarafından kullanıldığı dikkat çekmiştir. Öğrencilerin söz konusu temalar ile ilgili söylemlerinden bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

“Şekilleri 2 boyutta görmek algılayamamama sebep oluyordu. Teknoloji ile 3 boyutta görünce algılayabildim...Problemleri daha kolay algılayıp, çizmemi ve çözmemi sağladığını düşünüyorum.” (Ö-13).

“Katı cisimlerin teknolojiyle öğretimi geometrik şekillerin açık-kapalı hallerini, döndürülmüş hallerini, farklı açılardan görünümünü zihnimde canlandırmamı sağladı.” (Ö-4).

“...Aynı şekilde tüm piramitleri, silindir ve koniyi de gördük. Sürgülerle oynayarak şekilleri değiştirdik. Tabanları değiştirdik. Açılımlarına baktık...İlk başta sorularda zorlanmıştım. Soruların görsellerini tahtadan gördükçe soruları yapabilme durumum arttı. Çünkü öğretmenin anlatması bir yere kadar oluyor. Sorularda oluşacak şekilleri görsel olarak görmek çok işe yarıyor.” (Ö-15).

“Döndürünce ya da başka bir yerden bakınca nasıl görüneceklerini tahmin edebiliyorum.” (Ö-13).

Öğrenci söylemlerinden de görüldüğü gibi, öğrencilerin hepsi kendi öğrenmelerini değerlendirirken uygulanan öğretim ile katı cisimlerin çeşitli açılardan görünümünü akıllarında canlandırmalarının, açık-kapalı hallerini ve problemlerde oluşacak şekilleri tahmin etmelerinin kolaylaştığını ve böylece konuyu daha etkili öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Bu temaları dört öğrenci tarafından kullanılan “Çözüm stratejisi geliştirme” ve üç öğrenci tarafından kullanılan “Akıl yürütme” temaları izlemiştir. Bu temalar ile ilgili öğrenci görüşlerinden örnekler aşağıda verilmiştir:

“Problemleri görsel olarak görmek, zamanla problemde verilenleri gözümde canlandırmama fayda etti. Böylece problemleri daha iyi anlamamızı ve çözerken yapmamız gerekenleri belirlememizi sağlıyor.” (Ö-8).

“Etkinliklerin teknoloji destekli çözümlerini görmenizin diğer soruları çözmemde etkili olumlu yönde oldu. Çünkü soru çözerken görsel hafızamı kullanırım. Bir önceki soruda yaptıklarımızdan hareketle diğer sorularda ne yapmam gerektiğini akıl etmeye başladım. Başlangıçta sorularda baya zorlanmıştım, yavaş yavaş yapabilmeye başladım.” (Ö-4).

Yukarıda da görüldüğü üzere, öğrencilerin çoğunun teknolojinin katı cisimleri görselleştirme imkanı sunması sebebiyle soru çözümlerinde nasıl bir yol izlenmesi gerektiği konusunda kendilerine yardımcı olduğunu belirttikleri dikkat çekmiştir. Öğrenciler tarafından en az kullanılan temalar ise “Anlama kapasitesini arttırma” ve “2. boyuttan 3. boyuta aktarma” temalarıdır. Bu temalardan sadece birer öğrenci tarafından kullanılmış olup, kullanan öğrencilerin ifadeleri şöyledir:

“...Hatta okullarda da özellikle bu konu için teknoloji içeren materyaller kullanılarak öğretim yapılmalı. Çünkü şekilleri iki boyuttan üç boyuta aktarmaya yardımcı olduğunu düşünüyorum.” (Ö-8).

“Bence insanın zihnini geliştirdiği için soruları anlama kapasitesini arttırıyor.” (Ö-13).

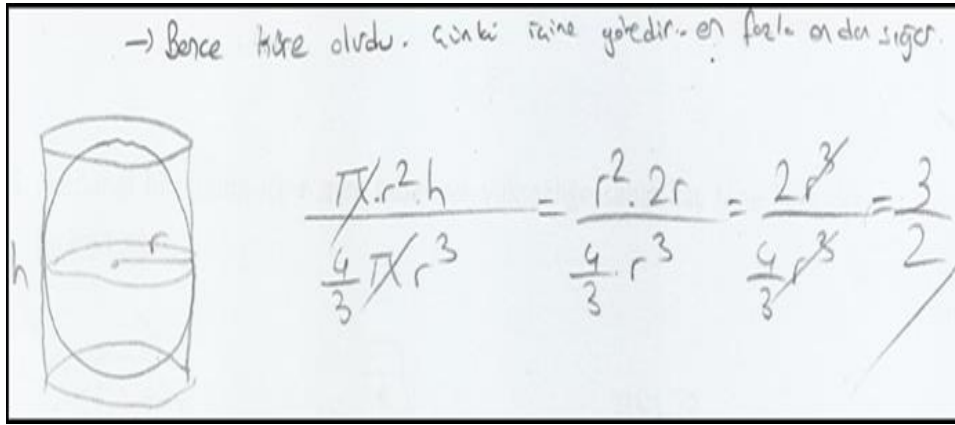
Bu ifadelerde Ö-8’in teknoloji kullanımının özellikle katı cisimler gibi üç boyutlu düşünme becerisi gerektiren bir konuda kullanımının özellikle önemli olduğunu belirtmesi göze çarpmaktadır. Tüm bunlar dışında yapılan görüşmelerde öğrencilerden bazılarının öğretimin üç

boyutlu düşünme ve akıl yürütme becerilerini geliştirdiğini, konuya ait işlemlerin daha hızlı ve pratik yapılmasını sağladığını ifade ettikleri görülmüştür.

Sonuç olarak, Tablo 6'da belirtildiği üzere öğrencilerin tamamının ÖDS I ve ÖDS II'deki öğrenme aşamasına yönelik sorularda iyi bir performans sergilemesi ve yapılan görüşmeler ile sınıf içi gözlemlerde her öğrencinin kendi öğrenme durumlarını değerlendirirken olumlu ifadeler kullanmaları birlikte düşünüldüğünde, tüm öğrencilerin KEDM'nin öğrenme aşamasındaki koşulları sağladıkları sonucuna varılmıştır.

Davranış aşaması

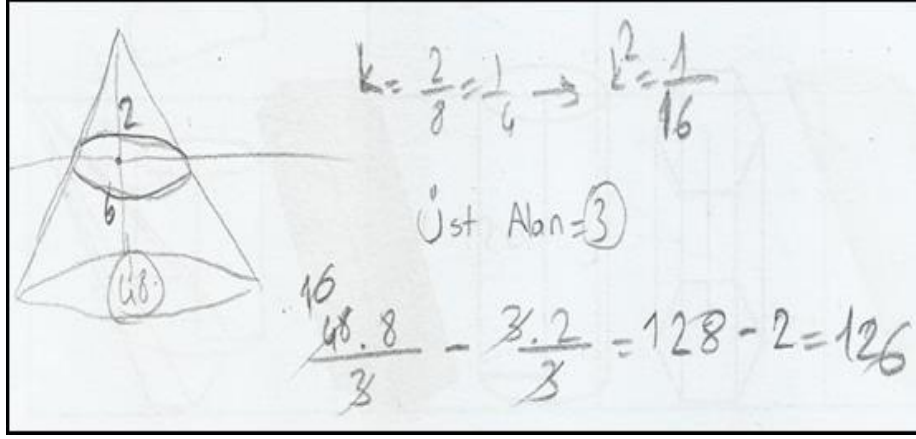
Bu bölümde öğrencilerin ÖDS I ve II ile görüşme sorularındaki davranış aşamasına yönelik sorulara verdikleri cevaplardan ve gözlem notlarından ulaşılan bulgular bulunmaktadır. ÖDS I'de sorulan on bir sorunun yedisi davranış aşamasına yöneliktir. Bu sorulardan biri “Bir silindirin içine en az boşluk kalacak şekilde silindirden farklı bir cisim yerleştirilmek istenirse bu cisim ne olur? Bu iki cismin hacimlerinin oranını bulunuz.” sorusudur. Ö-3'ün bu soruya verdiği cevap Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Ö-3'ün cevabı

Şekil 11'de Ö-3'ün, silindirin içine en az boşluk kalacak şekilde yerleştirilen cismin bir küre olacağını düşündüğü, bu dik silindirin hacmi ile kürenin hacimlerini hesapladığı ve bu hacimleri oranlayarak sonucu bulduğu düşünülmektedir. Ö-3 dışındaki on bir öğrenci de, benzer yaklaşımda bulunarak soruyu çözmüşlerdir. Bu öğrencilerin doğru matematiksel yaklaşımlarda buldukları ve doğru sonuca ulaştıkları görülmektedir. İki öğrenci soruya cevap vermemiş, iki öğrenci ise sadece çizim yapmıştır.

ÖDS II'de sorulan yirmi sorudan on tanesi ise davranış aşamasına yönelik olup, bu on soru içerisinde öğrencilerin zorlandıkları ve farklı cevaplar verdikleri sorulardan biri ise şöyledir: “Taban alanı 48 cm² ve yüksekliği 8 cm olan bir dik dairesel koni tepe noktasının 2 cm aşağısından tabana paralel bir düzlemlle kesildiğinde oluşan kesik koninin hacmini bulunuz. Çözümünüzü açıklayınız (Yılmaz, 2015).” Ö-1'in soruya verdiği cevap ise Şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 12. Ö-1'in cevabı

Şekil 12'de öğrencinin sorulan soruyu görselleştirdiği ve daha sonra sorulan soru için benzerlik oranını ve benzerlik oranının karesini bulduğu ve bulmuş olduğu benzerlik oranının karesinden faydalanarak kesik koninin üst tabanının alanını hesapladığı düşünülmektedir. Buradan hareketle Ö-1, koninin hacim formülünden yararlanarak hesapladığı büyük koninin hacminden, üstte oluşan küçük koninin hacmini çıkartarak sonucu bulmuştur. Ö-1 dışında yedi öğrenci benzer bir yaklaşımda bulunmuşlar ve aynı sonuca ulaşmışlardır. Bu öğrencilerin tamamı soruya yönelik doğru matematiksel yaklaşımlarda bulunmuşlar, doğru sonuca ulaşmışlardır. Dört öğrenci soruyu boş bırakmıştır. Dört öğrenci, oluşan kesik koninin sadece şeklini çizmiştir. Soru ile ilgili herhangi bir sayısal hesaplama yapmamıştır. Ö-6'nın ise oluşacak kesik koninin şeklini çizdiği ve koninin hacim formülünden yararlanarak hesapladığı büyük koninin hacminden, üstte oluşan küçük koninin hacminin çıkartılacağını belirttiği düşünülmektedir. Fakat Ö-6, benzerlik oranının karesini kullanmadığı için bu kesik koninin üst taban alanını hesaplayamadığı varsayılmaktadır. İki öğrenci de, Ö-6'ya benzer yaklaşımla soruyu cevaplandırmıştır. Bu öğrencilerin soruya yönelik matematiksel yaklaşımlarının doğru olduğu görülmektedir fakat bu öğrenciler sorunun cevabını bulmamışlar yani soruyu kısmen doğru yapmışlardır.

Öğrencilerin ÖDS I ve II'deki davranış aşamasına yönelik sorulan tüm sorulara verdikleri cevapların benzer şekilde değerlendirilmesi ile Tablo 7 oluşturulmuştur. Tablo 7'den de görülebileceği gibi ÖDS I ve ÖDS II'nin uygulandığı tüm öğrenciler davranış aşamasına yönelik cevapladıkları soruların çoğunu doğru veya kısmen doğru yanıtlamışlardır. Bu sebeple tüm öğrencilerin söz konusu testlerde iyi bir performans gösterdikleri dikkat çekmektedir.

Tablo 7

Öğrencilerin ÖDS I ve II'deki Davranış Aşamasına Yönelik Sorulara Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi

	ÖDS I (7 Soru)	ÖDS II (10 Soru)	Toplam
Ö-1	6 doğru, 1 kısmen doğru	8 doğru, 2 yanlış	14 doğru, 1 kısmen doğru, 2 yanlış
Ö-2	6 doğru, 1 kısmen doğru	6 doğru, 2 kısmen doğru, 2 yanlış	12 doğru, 3 kısmen doğru, 2 yanlış
Ö-3	6 doğru, 1 kısmen doğru	8 doğru, 1 kısmen doğru, 1 yanlış	14 doğru, 2 kısmen doğru, 1 yanlış
Ö-4	6 doğru, 1 kısmen doğru	7 doğru, 2 yanlış, 1 kısmen doğru	13 doğru, 2 kısmen doğru, 2 yanlış
Ö-5	4 doğru, 3 kısmen doğru	8 doğru, 1 kısmen doğru, 1 boş	12 doğru, 4 kısmen doğru, 1 boş

Tablo 7 (devamı)

Ö-6	5 doğru, 2 kısmen doğru	5 doğru, 3 kısmen doğru, 2 yanlış	10 doğru, 5 kısmen doğru, 2 yanlış
Ö-7	5 doğru, 2 kısmen doğru	8 doğru, 1 kısmen doğru, 1 yanlış	13 doğru, 3 kısmen doğru, 1 yanlış
Ö-8	4 doğru, 2 kısmen doğru, 1 boş	5 doğru, 4 kısmen doğru, 1 yanlış	9 doğru, 6 kısmen doğru, 1 yanlış, 1 boş
Ö-9	5 doğru, 2 kısmen doğru	5 doğru, 2 yanlış, 2 kısmen doğru, 1 boş	10 doğru, 4 kısmen doğru, 2 yanlış, 1 boş
Ö-10	4 doğru, 2 kısmen doğru, 1 boş	6 doğru, 2 kısmen doğru, 1 yanlış, 1 boş	10 doğru, 4 kısmen doğru, 1 yanlış, 2 boş
Ö-11	5 doğru, 2 kısmen doğru	5 doğru, 4 kısmen doğru, 1 yanlış	10 doğru, 6 kısmen doğru, 1 yanlış
Ö-12	4 doğru, 2 kısmen doğru, 1 yanlış	5 doğru, 4 kısmen doğru, 1 yanlış	9 doğru, 6 kısmen doğru, 2 yanlış
Ö-13	4 doğru, 1 kısmen doğru, 1 yanlış, 1 boş	7 doğru, 1 kısmen doğru, 1 yanlış, 1 boş	11 doğru, 2 kısmen doğru, 2 yanlış, 2 boş
Ö-14	3 doğru, 3 kısmen doğru, 1 boş	6 doğru, 3 kısmen doğru, 1 yanlış	9 doğru, 6 kısmen doğru, 1 yanlış, 1 boş
Ö-15	3 doğru, 3 kısmen doğru, 1 boş	8 doğru, 2 kısmen doğru	11 doğru, 5 kısmen doğru, 1 boş
Ö-16	4 doğru, 3 kısmen doğru	6 doğru, 3 kısmen doğru, 1 boş	10 doğru, 6 kısmen doğru, 1 boş
Ö-17		8 doğru, 1 yanlış, 1 boş	8 doğru, 1 yanlış, 1 boş
Ö-18		5 doğru, 4 kısmen doğru, 1 yanlış	5 doğru, 4 kısmen doğru, 1 yanlış
Ö-19		8 doğru, 1 yanlış, 1 boş	8 doğru, 1 yanlış, 1 boş

Araştırma kapsamında, beş öğrencinin davranış aşamasına yönelik görüşme sorularına verdikleri cevapların ve gözlem notlarının değerlendirilmesi sonucunda “Teknolojiyi kullanma isteği”, “Teknolojiyi kullanma aşaması/süreci”, “Teknolojiyi kullanma amacı”, “Diğer matematik/geometri konularındaki teknoloji kullanımı” ve “Teknoloji kullanımının etkililiği” olmak üzere beş tema belirlenmiştir. “Teknolojiyi Kullanma İsteği” temasında tüm öğrenciler, ilerleyen zamanlarda katı cisimler ile ilgili bir soru/problem/etkinlik gördüklerinde çeşitli sebeplerden dolayı teknolojiden destek alarak çözmek isteyeceklerini belirtmişlerdir. Ö-4, Ö-8, Ö-13 ve Ö-15 teknoloji destekli öğretimin farklı ve zevkli olması sebebiyle ileride kullanmak isteyeceklerini belirtmişlerdir. Ö-8 ve Ö-13, teknolojinin ilgi çektiğini, algılaması zor şeyleri görselleştirdiğini ve dersin daha rahat anlaşılmasına yardımcı olduğunu düşündüğü için ileride teknolojiden destek almak isteyeceğini açıklamalarına eklerlerken; Ö-8 teknoloji kullanımını faydalı olduğunu düşündüğü ve beğendiği için ileride teknolojiden destek almak isteyeceğini eklemiştir. Tüm bu bilgilerden hareketle, öğrencilerin daha çok (dört öğrenci) teknolojinin farklı ve zevkli olmasından dolayı, en az ise (bir öğrenci) faydalı olması sebebiyle teknolojiyi ileride kullanacaklarını belirttikleri dikkat çekmiştir. Bu tema ilgili öğrenci görüşleri şöyledir:

“İlerde teknolojiden destek almak isterim. Çünkü farklı, zevkli.” (Ö-4).

“Teknoloji ilgi çekiyor, algılaması zor şeyleri görselleştiriyor ve dersin daha rahat anlaşılmasına yardımcı oluyor. Bu sebeple hep kullanılmasını isterim.” (Ö-8).

“Teknolojiyi kullanma aşaması/süreci” temasında Ö-4 ve Ö-8, teknolojiyi soru/problem/etkinliklerin çözümünün her aşamasında kullanmaya ihtiyaç duyacaklarını ifade etmişlerdir. Ö-4, Ö-8 ve Ö-13, soruyu kafalarında canlandıramadıklarında, soruda oluşacak şekilleri tahmin edemediklerinde teknoloji kullanmaya ihtiyaç duyacaklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca Ö-4, soruda ne yapacağını, nasıl bir yol izleyeceğini algılayamadığında teknolojiyi kullanabileceğini belirtmiştir. Ö-4, Ö-11, Ö-13 ve Ö-15, soru/problem/etkinliklere dair yaptıkları

çözümleri kontrol etme aşamasında teknolojiyi kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Ö-8, Ö-11 ve Ö-13, soruyu anlamadıklarında anlamak için teknolojiden yararlanabileceklerini söylerlerken; Ö-8 ve Ö-15, hacim, yüzey alanı, yanal alan gibi işlemleri yapma aşamasında teknolojiyi kullanabileceklerini söylemişlerdir. Bu bilgiler ışığında, öğrencilerin en çok (dört öğrenci) soruda nasıl bir çözüm yolu izleyeceklerini düşünemediklerinde ve çözümlerini kontrol etmede, en az ise (iki öğrenci) alan, hakim, uzunluk gibi ölçümler yapmada teknolojiyi kullanacaklarını belirttikleri göze çarpmaktadır. Ö-13'ün bu tema ile ilgili fikirleri şu şekildedir:

“Soruyu kafamda canlandıramadığımda, soruda oluşacak şekilleri tahmin edemediğimde, soruyu anlamadığımda ve kontrol ederken kullanırım mesela.” (Ö-13).

“Teknolojiyi kullanma amacı” temasında, Ö-4, Ö-11, Ö-13 ve Ö-15, dersi, sorulan soruları ya da problemleri görsel hale getirmek amacıyla teknolojiden yararlanabileceklerini belirtirlerken; Ö-8 ve Ö-15, dersi somutlaştırmak amacıyla teknolojiden yararlanılabileceğini belirtmiştir. Ö-13 dersi daha iyi anlamak için, Ö-4 ve Ö-15 ise dersin zihinlerinde canlanmasını sağlamak için teknoloji kullanmanın gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Ö-15, hem öğretmenlere hem de öğrencilere kolaylık sağlamak ve insanın kendini geliştirmesini ve çağa ayak uydurmasını desteklemek için teknolojiden yararlanılabileceğini söylemiştir. Burada, öğrencilerin en çok görselleştirme amacıyla (dört öğrenci), en az ise (bire öğrenci) soruyu daha iyi kavramak, kolaylaştırmak ve çağa ayak uydurmak amacıyla teknolojiyi kullandıklarını belirttikleri görülmektedir. Ö-15'in konu ile ilgili söylemleri şöyledir:

“Soruları görselleştirmek için ve dersin zihnimde canlanmasını sağlamak için kullanırım. Başka hem öğretmenlere hemde öğrencilere kolaylık sağlamak ve çağa ayak uydurmasını desteklemek için kullanılır.” (Ö-15).

“Diğer matematik/geometri konularındaki teknoloji kullanımı” temasına ait öğrenci görüşlerinden bazıları ise aşağıda verilmiştir. Verilen öğrenci cevaplarından da görüldüğü gibi, öğrencilerin çoğu teknolojinin daha çok geometri derslerinde kullanılması gerektiğini düşünmektedir. Öğrencilerin çoğuna göre cebirde teknoloji kullanmaktansa geometride teknoloji kullanmak daha faydalıdır. Bu durumun okullarımızdaki ders işleniş tarzlarından kaynaklandığı düşünülmektedir

“Olabilir aslında ama bence cebire göre geometri konularında daha etkili olur. Çünkü geometri konularında görsellik var, boyut kavramı var, kafamızda canlandırmamız gerekiyor. O yüzden daha gerekli. Mesela polinomda ya da fonksiyonda bana hiç görsel bir şey varmış gibi gelmiyor. Bu belki de öğretmenlerin ders işleyiş tarzından kaynaklanıyordur.” (Ö-4).

“Evet, isterim. Bence matematik zor bir ders. O yüzden somutlaştırılması gerekiyor. Tüm matematik konularında teknoloji kullanılması iyi olur. Özellikle geometri konularında kullanılması şart. Çünkü geometri çok görsellik içeriyor. Teknoloji sayesinde görselleştirmiş oluyoruz, daha kolay algılayabiliyoruz.” (Ö-13).

“Teknoloji kullanımının etkililiği” temasında da tüm öğrenciler, teknoloji destekli öğretimin normal öğretime göre daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ö-4, Ö-8, Ö-11 ve Ö-13, teknoloji ile ders işlemenin dersi zevkli hale getireceğini, matematiği sevdirebileceğini ve onların ilgilerini çekeceğini ifade etmiştir. Ö-4, teknoloji ile ders işlemenin matematiği iyi olmayan, matematiği zor anlayan öğrenciler için daha etkili olacağını eklerken; Ö-8, teknoloji ile ders işlemenin bakış açılarını genişlettiğini zihinlerinde hayal edemedikleri şeyleri hayal etmelerine yardımcı olduğunu, öğretmenlerin anlatmakta ya da açıklamakta zorluk çektiği şeyleri teknolojiyi kullanarak daha rahat aktarabildiklerini eklemiştir. Ö-11, teknoloji ile ders işlemenin derste işlenenleri görselleştirdiğini, böylece derste işlenenleri zihinlerinde daha rahat canlandırabildiklerini ve soruları daha rahat çözmelerine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Ö-13, teknolojinin konu anlatımlarında kullanılmasının zihinlerini geliştirdiğini, konular arası ilişkileri ya da genellemeleri görmelerini sağladığını ifade etmiştir. Ö-15, derslerde teknoloji

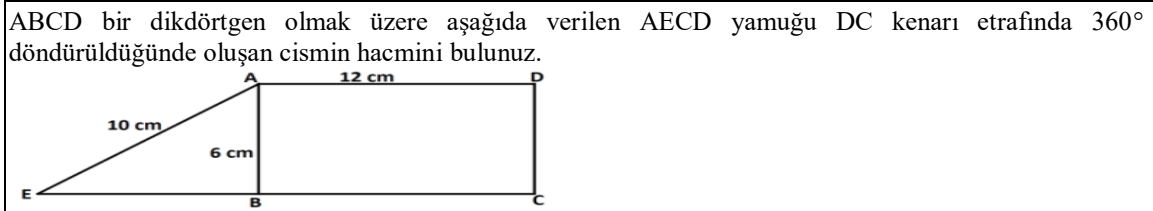
kullanılmasının matematiği somutlaştırdığını, gözle görülecek hale getirdiğini, bunun da dersin akıllarında kalmasını, dersi ezberlememelerini ve unutmamalarını sağladığını söylemiştir. Bu bilgilerden hareketle öğrencilerin en çok teknoloji destekli öğretimin ilgi çekici olduğunu ve geleneksel öğretimden iyi olduğunu belirttikleri dikkat çekmiştir. Örneğin bu temaya ilişkin Ö-11'in ifadeleri şu şekildedir.

"Teknoloji ile ders işlemek dersi zevkli hale getiriyor, matematiği sevdireyor ve ilgi çekiyor. Ayrıca, teknoloji ile ders işlemek derste işlenenleri görselleştiriyor, böylece derste işlenenleri zihinde daha rahat canlandırabilmeyi ve soruları daha rahat çözmeyi sağlıyor. Bence bu bakımlardan etkili." (Ö-11).

Sonuç olarak, öğrencilerin tamamının ÖDS I ve ÖDS II'deki davranış aşamasına yönelik sorularda iyi bir performans sergilemesi ve yapılan görüşmeler ile sınıf içi gözlemlerde her öğrencinin uygulanan öğretimden öğrendiklerini uygulama yani davranış kazanma durumlarını değerlendirirken olumlu sözler kullanması birlikte ele alındığında, tüm öğrencilerin KEDM'nin davranış aşamasındaki koşulları sağladıkları sonucuna ulaşılmıştır.

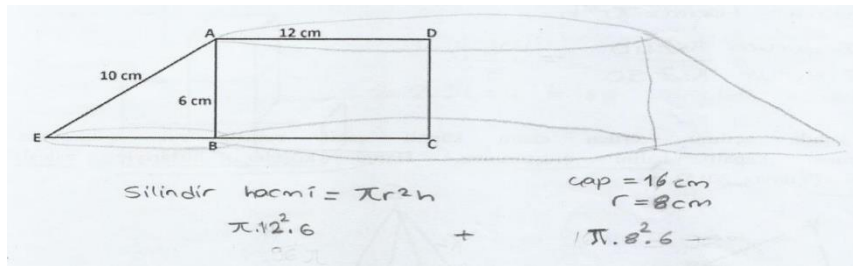
Sonuç aşaması

Bu bölümde öğrencilerin ÖDS III'te yer alan sorulara ve görüşme sorularındaki sonuç aşamasında yönelik sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular sunulmuştur. Çalışma kapsamında ÖDS III'te sorulan sorulardan biri Şekil 4'te verilmiştir. On üç öğrencinin sorulan soruya doğru cevap verdikleri görülmüştür. Bu öğrencilerin üst üste kaç küp olacağından yola çıkarak, verilen şeklin sağdan görünüşünü belirledikleri, soruya yönelik doğru yaklaşımlarda buldukları düşünülmektedir. Altı öğrencinin, soruya yanlış cevap verdiği yani yanlış çizim yaptıkları ortaya çıkmıştır. Bu öğrencilerin küplerin üst üste olması sebebiyle zorlandığı sanılmaktadır. Bir öğrenci, sorulan soruya cevap vermemiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin çoğunun bir cismin farklı açılardan görünüşlerini doğru şekilde hayal edebildikleri düşünülmektedir. ÖDS III'te yer alan bir diğer soru ise Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. ÖDS III 10. soru

Bu sorunun sorulması ile öğrencilerin akıl yürütme becerisi gerektiren bir problemde doğru çözüm stratejileri izleyip izleyemedikleri, dik silindir ve dik koninin hacim formüllerini kavrayıp kavramadıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Ö-5'in bu soruya verdiği cevap Şekil 14'te gösterilmiştir.



Şekil 14. Ö-5'in cevabı

Şekil 14'te Ö-5'in, verilen yamuğun [DC] kenarı etrafında 360° derece döndürülmesi ile oluşan şekli çizdiği, çizdiği bu şeklin hacmini, silindir ve koninin hacim formülünden yararlanarak hesapladığı düşünülmektedir. Ö-1, Ö-17 ve Ö-20 de Ö-5'e benzer yaklaşımla soruyu çözmüşlerdir ve aynı sonucu bulmuşlardır. Bu öğrencilerin soruya yönelik doğru matematiksel yaklaşımda buldukları ve doğru sayısal sonuca ulaştıkları görülmektedir. Bu öğrencilerin dik silindir ve dik koninin hacim formülünü kavradıkları ve uygulayabildikleri düşünülmektedir. Ö-2'nin, Ö-5'e benzer yaklaşımla, verilen yamuğun [EC] kenarı etrafında 360° derece döndürülmesi ile oluşan şekli çizdiği, çizdiği bu şeklin hacmini, silindir ve koninin hacim formülünden yararlanarak hesapladığı düşünülmektedir. Fakat soruda verilen yamuğun [EC] kenarı etrafında değil [DC] kenarı etrafında 360° derece döndürülmesi ile oluşan şeklin hacmi sorulmaktadır. Dolayısıyla Ö-2'nin çözümünün hatalı olduğu fakat Ö-2'nin soruya yönelik doğru matematiksel yaklaşımlarda bulunduğu dikkat çekmektedir. Burada öğrencinin soruyu dikkatli okumadığı düşünülmektedir. Ö-3, Ö-4, Ö-6, Ö-7, Ö-8, Ö-9, Ö-10, Ö-11, Ö-12, Ö-14, Ö-15, Ö-16 ve Ö-19, sorulan soruya cevap vermemişlerdir. Ö-13 ve Ö-18, soruda verilen şeklin [DC] kenarı etrafında 360° döndürüldüğünde oluşan cismin sadece şeklini çizmişlerdir, soruya yönelik herhangi bir sayısal hesaplama yapmamışlardır. Öğrencilerin ÖDS III'teki tüm sorulara yanıtları ise Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8'de görüldüğü gibi, on öğrenci sonuç aşamasına yönelik çözmüş oldukları yirmi iki sorudan çoğunu doğru veya kısmen doğru olarak cevaplamaları sebebiyle iyi performans sergilemişlerdir. Beş öğrenci yirmi iki sorudan yaklaşık yarısını doğru cevapladıkları için orta bir performans sergilemişlerdir. Beş öğrenci ise yirmi iki sorunun yarısından azını doğru veya kısmen doğru olarak cevapladıklarından düşük bir performans sergilemişlerdir. Görüşme yapılan beş öğrencinin sonuç aşamasına yönelik cevaplarının değerlendirilmesi sonucunda ise “Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretiminin kazandırdıkları”, “Katı cisimlerle ilgili soruları/problemleri/etkinlikleri çözebilme oranı”, “Katı cisimlerle ilgili sorulardaki çözüm stratejileri”, “Sürecin olumlu yönleri” ve “Sürecin olumsuz yönleri” olmak üzere altı tema belirlenmiştir.

Tablo 8

Öğrencilerin ÖDS III'deki Sonuç Aşamasına Yönelik Sorulara Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi

Öğrenciler	Son Test II (22 Soru)
Ö-1	17 doğru, 3 yanlış, 1 kısmen doğru, 1 boş
Ö-2	9 doğru, 3 yanlış, 2 kısmen doğru, 8 boş
Ö-3	9 doğru, 1 yanlış, 2 kısmen doğru, 10 boş
Ö-4	10 doğru, 4 yanlış, 3 kısmen doğru, 5 boş
Ö-5	17 doğru, 1 yanlış, 2 kısmen doğru, 2 boş
Ö-6	6 doğru, 4 yanlış, 2 kısmen doğru, 10 boş
Ö-7	11 doğru, 2 yanlış, 2 kısmen doğru, 7 boş
Ö-8	9 doğru, 3 yanlış, 5 kısmen doğru, 5 boş
Ö-9	6 doğru, 3 yanlış, 2 kısmen doğru, 11 boş
Ö-10	9 doğru, 5 yanlış, 5 kısmen doğru, 3 boş
Ö-11	5 doğru, 3 yanlış, 4 kısmen doğru, 10 boş
Ö-12	7 doğru, 2 yanlış, 4 kısmen doğru, 9 boş
Ö-13	14 doğru, 2 yanlış, 3 kısmen doğru, 3 boş
Ö-14	8 doğru, 2 yanlış, 1 kısmen doğru, 11 boş
Ö-15	15 doğru, 2 yanlış, 1 kısmen doğru, 4 boş
Ö-16	2 doğru, 3 yanlış, 3 kısmen doğru, 14 boş
Ö-17	13 doğru, 1 yanlış, 2 kısmen doğru, 6 boş
Ö-18	11 doğru, 5 yanlış, 3 kısmen doğru, 3 boş
Ö-19	17 doğru, 1 yanlış, 4 boş
Ö-20	13 doğru, 1 yanlış, 2 kısmen doğru, 6 boş

“Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretiminin kazandırdıkları” temasında, tüm öğrenciler katı cisimlerin teknoloji destekli öğretiminin kendilerinde olumlu etki yarattığını belirtmişlerdir. Ö-4, Ö-8, Ö-13 ve Ö-15, katı cisimlerin teknolojiden destek alınarak işlenmesinin konuyu daha kolay ve daha iyi öğrenmelerini sağladığını ifade etmişlerdir. Ö-8, katı cisimlerin boyut kavramını içeren, görselliklerle dolu bir konu olduğunu, teknoloji sayesinde iki boyutta görmeye alıştıkları şeyleri üçüncü boyutta görebildiklerini belirtmiştir. Ö-8, Ö-11 ve Ö-15, şekillerin farklı açılardan görünümünü, açık ve kapalı hallerini, döndürülmüş hallerini artık daha rahat hayal edebildiklerini ve üç boyutlu düşünme becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Ö-13 ve Ö-15, katı cisimlerin algılanması zor bir konu olduğunu, bu sebeple de, teknoloji destekli öğretimin bu konuda daha iyi olduğunu, konunun akılda kalıcı olmasını sağladığını ve bakış açılarını geliştirdiğini söylemişlerdir. Tüm öğrencilerin katı cisimlerin teknoloji destekli öğretiminin kendilerine çeşitli olumlu şeyler kattığını belirttikleri dikkat çekmektedir. Burada öğrencilerin en çok (dört öğrenci) uygulanan öğretimin daha kolay ve iyi öğrenmeyi sağlama, en az da (iki öğrenci) kalıcı öğrenme ve bakış açısını geliştirme etkilerinden bahsettikleri göze çarmaktadır. Ö-8’in bu tema ile ilgili düşünceleri şöyledir:

“Katı cisimlerin teknolojiden destek alınarak işlenmesi konuyu daha kolay ve daha iyi öğrenmeyi sağlıyor. Katı cisimler boyut kavramını içeren, görselliklerle dolu bir konu. Bu teknoloji sayesinde 2 boyutta görmeye alıştığımız şeyleri 3. boyutta görebildik. Katı cisimlerin ne demek olduğunu, kaç boyutlu olduğunu ve bunun nedenlerini öğrendik...Ayrıca şekillerin farklı görünümünü açık hallerini, döndürünce nasıl bi şekil olacağını 3 boyutlu olarak hayal edebiliyorum.” (Ö-8).

“Katı cisimlerle ilgili soruları/problemleri/etkinlikleri çözebilme oranı” temasında Ö-4, Ö-13 ve Ö-15 soruların bazılarını yapabileceklerini, bazılarını yapamayacaklarını, formüllü, zor, karmaşık işlem gerektiren sorularda zorlandıklarını ve bu soruları çözemediklerini ama açılım soruları, döndürme soruları, farklı bakış açı sorularını ve formüle dayalı basit soruları yapabileceklerini ifade etmişlerdir. Ö-8 ve Ö-11, katı cisimlerle ilgili soruların/problemlerin/ etkinliklerin çoğunu yapabileceklerini belirtmişlerdir. Ö-13, hacim sorularında zorlanabileceğini ifade ederken; Ö-15, hiç şekil verilmeyen, karmaşık problem tipindeki sorularda şekil çizmede ya da formülleri kullanmada zorluk yaşayabileceğini ifade etmiştir. Ö-8 ve Ö-11’in, katı cisimlerle ilgili soruları/problemleri/ etkinlikleri çözme konusunda kendilerine daha çok güvendikleri dikkat çekmektedir. Örneğin Ö-4’ün ifadeleri şöyledir:

“Soruları %50 oranında çözebilirim. Mesela zor, karmaşık işlem gerektiren sorularda zorlanıyorum ama açılım soruları, döndürme soruları, farklı bakış açı sorularını ve formüle dayalı basit soruları yapabilirim.” (Ö-4).

“Katı cisimlerle ilgili sorulardaki çözüm stratejileri” temasında, tüm öğrenciler verilen teknoloji destekli öğretimden sonra katı cisimler ile ilgili anlayamadıkları bir soru ile karşılaştıklarında, teknolojiyi kullanarak soruyu anlamaya çalışacaklarını, soru ile ilgili şekil çizeceklerini, soruda verilenleri şekle yerleştireceklerini, soruyu nasıl çözebileceklerine karar vereceklerini ve programlardaki hacim, alan gibi özelliklerden yararlanarak sorunun çözümüne ulaşacaklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Ö-4, soruyu çözdükten sonra teknolojiden destek alarak çözümünü kontrol edebileceğini söylemiştir. Ö-13 ve Ö-15, soruyu anlamışlarsa ya da çok basit bir soruysa teknolojiyi kullanmaya ihtiyaç duymayacaklarını ifade etmişlerdir. Burada tüm öğrencilerin katı cisimler ile ilgili bir soru gördüklerinde teknolojiyi kullanmaya olumlu yaklaştıkları dikkat çekmektedir. Örneğin Ö-13’ün bu tema ilgili görüşleri şu şekildedir:

“Soruyu anlamışsam ya da çok basit bir soruysa teknolojiyi kullanmaya ihtiyaç duymam. Ama anlayamadığım bir soruysa teknolojiyi kullanarak soruyu anlamaya çalışırım, soru ile ilgili şekil çizerim, soruda verilenleri şekle yerleştiririm soruyu nasıl çözebileceğime karar veririm ve programdaki hacim, alan gibi özelliklerden yararlanırım.” (Ö-13).

“Sürecin olumlu yönleri” temasında, öğrencilerin tümünün konunun işleniş sürecini çeşitli yönlerden olumlu buldukları görülmektedir. Ö-4 ve Ö-8, teknoloji kullanmanın derse olan ilgilerini arttırdığını, eğitim sisteminde genellikle bu tarz dersler işlenmediğini, bu sebeple dersin teknoloji ile birlikte işlenmesini farklı bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Ö-4, derste kullanılan materyallerin anlaşılır, güzel ve ilgi çekici olduğunu da açıklamasına eklerken; Ö-8 de konunun işleniş sürecinin insanın bakış açısını geliştirdiğini, zihnini açtığını, şekilleri zihinde daha rahat canlandırmayı sağladığını eklemiştir. Ö-11, dersin teknoloji destekli işlenmesinin konuyu daha iyi anlamasını sağladığını ve akıl yürütme becerisini geliştirdiğini ifade etmiştir. Ö-13, konunun işleniş sürecinin soru çözümünü yavaşlatması dışında hiçbir olumsuz yönü olmadığını belirtirken; Ö-15, dersi görselliklerle süslemenin, sürgüler kullanarak birçok şey görmenin çok güzel olduğunu belirtmiştir.

“Sürecin olumsuz yönleri” temasında ise Ö-11 ve Ö-13, konunun işleniş sürecinin olumsuz yönü olarak, normal öğretime göre daha az örnek çözüldüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca Ö-13, teknolojinin soru çözümünü yavaşlattığını söylemiştir. Ö-15’in ifadeleri ise şöyledir:

“Bence konunun temelini aldık, Bolca da soru çözdük. Bu olumluydu. Ama bu konunun son ünite olması, devamsızlıklar olması, sıcak havaların gelmesiyle dikkatimizin dağılması, sınavların bitmesi gibi şeyler olmasaydı daha da olumlu olacağını düşünüyorum.” (Ö-15).

Ayrıca, görüşme yapılan öğrencilerden dördü derslerde teknoloji kullanılmasını fakat derslerde teknolojiyi kullanırken dersin tamamen teknoloji ile işlenmemesi, teknolojiden ara ara destek alınarak işlenmesi gerektiğini düşündükleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu öğrenciler, teknoloji destekli öğretim yapılırken kendi önlerinde de bilgisayar veya tablet olmasının ve öğretmenle birlikte şekilleri oluşturup, incelemelerinin daha etkili olacağını belirtmişlerdir. Söz konusu öğrenci görüşlerinden bazıları ise aşağıda verilmiştir:

“...Öğretmenler dersi teknoloji ile desteklemeli, tamamen teknoloji ile işlememeli. Hem kâğıt-kalem hem teknoloji kullanılmalı. Bir de herkesin önünde tabletler olsa kendimiz yapıp, oynasak daha etkili olur.” (Ö-13).

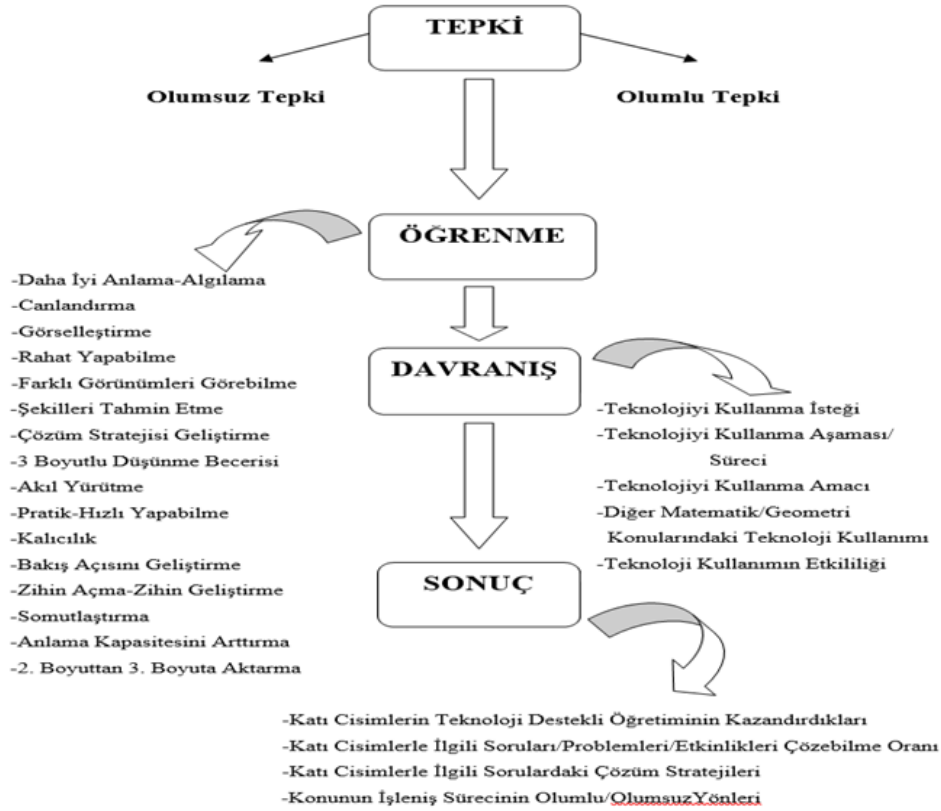
“Biz daha önce dersi hiç bu şekilde programlar kullanarak işlememiştik. O yüzden daha iyisini hayal edemiyorum. Belki çok daha güzel matematik programları da vardır ama biz bilmiyoruz. Bu programlar bizlere öğretilmeli. Ama bence teknolojiyi sınıfta öğretmen kullanmalı, dersin temelini oturtmak için sık sık teknolojiden yararlanmalı. Ama tüm dersi teknolojiden işlememeli. Çünkü kâğıt-kalem hesabı da yapmamız gerekiyor, ilerde üniversite sınavına gireceğiz. Bence her öğrencide bilgisayar olması ve bu etkinlikleri öğretmenle birlikte yapmamız ara sıra olmalı, her zaman olması sıkıntı olur.” (Ö-15).

Sonuç olarak, on beş öğrencinin ÖDS III’te iyi veya orta bir performans sergilemiş olmaları ve yapılan görüşmeler ile sınıf içerisinde olumlu ifadeler kullandıkları göz önüne alındığında bu on beş öğrencinin sonuç aşamasındaki koşulları sağladıkları sonucuna ulaşılmaktadır. Ö-11’in ÖDS III’te düşük bir performans sergilediği fakat yapılan görüşmelerde olumlu ifadeler kullanması birlikte düşünüldüğünde sonuç aşamasındaki koşulları kısmen sağladığına ulaşılmıştır. Öte yandan dört öğrencinin ise ÖDS III’te oldukça düşük performans göstermeleri ve bu öğrencilerin süreç ile ilgili sınıf içerisinde herhangi bir yorum yapmamaları nedeniyle sonuç aşamasındaki koşulları sağlayamadıkları belirlenmiştir.

Özet

Şekil 15’te öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda, KEDM’nin aşamalarına yönelik ortaya çıkan temaların genel şablonu verilmiştir. Yapılan görüşmelerde tüm öğrencilerin uygulanan öğretime olumlu tepki verdikleri görülmüştür. Öte yandan öğrencilerin tamamının öğrenme ve davranış aşamasına yönelik testlerde iyi bir performans sergilemeleri ve yapılan görüşmelerde bu aşamalar ile ilgili sorulara olumlu cevaplar vermeleri sebebiyle öğrenme ile davranış aşamasındaki koşulları sağladıklarına ulaşılmıştır. Sonuç aşamasına gelindiğinde ise, öğrencilerin

bu aşamaya yönelik testlerdeki performansları ve görüşme sorularına verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde on beş öğrencinin sonuç aşamasındaki koşulları sağladıkları, bir öğrencinin kısmen sağladığı, dört öğrencinin ise sağlayamadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 15. Öğretim modelinin KEDM'ye göre incelenmesi

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, 10. sınıf öğrencilerinin katı cisimler konusunu öğrenmelerine yönelik GeoGebra ile Cabri 3D dinamik matematik-geometri yazılımları, sanal manipulatifler ve video temelli uygulamalar kullanılarak tasarlanan bir öğretim sürecinin etkililiği incelenmiştir. Elde edilen bulgular KEDM çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çalışmanın, farklı teknolojik araçların birbirine entegre edilerek kullanımının öğrencilerin katı cisim konusunu öğrenmeleri üzerindeki çok yönlü etkilerini araştırmak için bir rehber olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, yaşadığımız teknoloji çağındaki gelişmelere ayak uydurmak, günümüzdeki teknolojik fırsatlardan eğitim-öğretim alanında faydalanmak adına uygulanan öğretimin önemli olduğu görüşü savunulmaktadır. Öte yandan, katı cisimler gibi üç boyutlu geometriye dahil olan bir konuda, öğrencilere bu cisimleri üç boyutta farklı açılardan görebilme, hareket ettirebilme ve bu cisimlerin açık-kapalı hallerini inceleyebilme fırsatı vermesi açısından da uygulanan öğretimin değerli olduğu düşünülmektedir.

Öte yandan, öğrencilerin çoğunun matematik derslerinin teknolojik araçlar kullanılarak işlenmesi ile konuyu daha iyi ve daha kolay öğrendiklerini ifade etmeleri bu düşüncüyü desteklemektedir. Bu sonuç Akhimi ve Mahmudi (2015), Awortwe, Nyatsikor ve Sarfo (2019) ve Dalby ve Swan'ın (2019) çalışmalarında ortaya koydukları sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin katı cisimler konusunun teknolojiden destek alınarak öğretilmesinin üç boyutlu düşünme ve akıl yürütme becerilerini geliştirdiğini belirtmeleri de bu düşüncüyü destekleyen bulgular arasındadır. Benzer sonuçlara Uysal (2013) ile Yıldız, Baltacı ve Aktümen'in (2012) çalışmalarında da rastlanmıştır. Öte yandan Hartatiana, Darhim ve Nurlaelah (2018), Hikmah, Rezeki ve Toma (2019) ile Karadağ ve McDougall'ın (2009) çalışmalarında olduğu gibi

öğrencilerin uygulanan öğretimin konunun görselleştirilmesini ve somutlaştırılmasını sağladığını ve cisimleri akıllarında daha rahat canlandırmalarına yardımcı olduğunu ifade etmeleri, öğretimin sağladığı görsel imkânların öğrenciler için önemli bir unsur olduğunu göstermektedir. Dockendorff ve Solar (2018) da benzer biçimde teknolojinin sunduğu görsel fırsatların, derslerin verimli geçmesini ve öğrencilerin etkili öğrenmelerini desteklediğini vurgulamışlardır.

Uysal (2013) ve Wilson ve Grigorian (2019) gibi teknoloji destekli öğretimin öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını inceleyen birçok çalışmada teknolojik araçların kullanımının öğrencilerin derse olan ilgilerini arttırdığı, öğrenciler için faydalı ve gerekli olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu çalışmada da öğrencilerin katı cisimlerin teknoloji desteği ile işlenmesinin dersi zevkli hale getirdiğini, ilgilerini arttırdığını, faydalı bulduklarını ve derslerin bu şekilde işlenmesi gerektiğini düşündüklerini ifade etmeleri bu sonuçları desteklemektedir.

Araştırma sonucunda tüm öğrencilerin KEDM'nin tepki aşamasındaki koşulları sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer sonuçlara Üstündağ ve Yalın (2014) ve Kandemir'in (2015) çalışmalarında da rastlanmaktadır. Üstündağ ve Yalın (2014), işbirlikçi internet temelli öğrenme ortamını KEDM'ye göre değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrenmeyi, davranışı ve sonuçları değerlendirmenin, öğrenilenlerin uygulamaya geçirilmesi ve öğrenci davranışlarındaki gelişme açısından daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Kandemir (2015) ise, sınıf öğretmenlerinin teknoloji kullanımına yönelik algılarını ve bilgilerini KEDM bağlamında incelediği çalışmasında, öğretmenlerin teknoloji algılarının pozitif olarak tepki aşamasında kaldığına; öğrenme, davranış ve sonuç aşamalarında ise benzer pozitif bir yaklaşımın olmadığına ulaşılmıştır.

Çalışma sonucunda tüm öğrencilerin KEDM'nin öğrenme ve davranış aşamalarındaki koşulları da sağladıkları belirlenmiştir. Üstündağ ve Yalın (2014) çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Fakat bu sonucun, Kandemir'in (2015) çalışmasında ulaşılan sonuçlardan farklı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durumun verilen öğretimin öğrencilerin öğrenmelerini arttırdığını ve öğrencilerde çeşitli davranış gelişimleri sağladığını gösterdiği düşünülmektedir. Yapılan araştırmada öğrencilerden KEDM'nin öğrenme ve davranış aşamalarında yer alan sorulardan bazılarını önce kâğıt-kalem ile çözmeleri daha sonra da bu soruların teknoloji destekli çözümlerini incelemeleri ve bu iki farklı çözüm yolunu kıyaslamaları istenmiştir. Birçok çalışmaya benzer olarak pek çok öğrencinin teknoloji sayesinde konuları daha iyi kavradıklarını, birbiriyle ilişkilendirdiklerini, boyut kavramını zihinlerinde netleştirdiklerini, üç boyutlu cisimleri zihinlerinde daha rahat canlandırdıklarını belirtmeleri teknolojik araçların öğretimde kullanımının geleneksel öğretime göre daha etkili olduğunu göstermektedir (Uysal, 2013; Yıldız, Baltacı ve Aktümen, 2012).

Bulgular ışığında öğrencilerin tamamının teknolojiyi derslerde kullanmaya istekli oldukları ortaya çıkmıştır. Li'nin (2007) çalışması bu bulgu ile paralellik göstermektedir. Öğrencilerden bazılarının teknolojinin soru, problem ya da etkinliklerin her aşamasında kullanılabileceğini, bazılarının ise soruları anlamak ve çözümlerini kontrol etmek için kullanılabileceğini düşündükleri saptanmıştır. Öğrencilerin soru veya etkinlikleri görsel hale getirmek, konuyu daha iyi algılamak, çağa ayak uydurmak, cisimleri zihinlerinde canlandırmak amacıyla teknolojiyi kullanmak istedikleri belirlenmiştir. Çalışmadan çıkarılan diğer bir sonuç, görüşme yapılan öğrencilerin neredeyse tamamının başka matematik-geometri konularında da teknoloji kullanılması gerektiğini düşündükleridir. Fakat bu öğrencilerin geometri konularında teknolojinin daha gerekli ve faydalı olduğunu fikrini savundukları görülmüştür. Bu durumun geometrinin daha fazla görsellik gerektiren bir konu olduğunun düşünülmesinden kaynaklandığı ileri sürülebilir.

Öte yandan, öğrencilerin bir soru ya da problemi çözerken önce soruyu anlamaya çalışmayı, daha sonra teknoloji yardımıyla şekil çizmeyi, verilenleri şekle yerleştirmeyi ve sonra da formüllerden yararlanmayı tercih ettikleri belirlenmiştir. Bazı öğrencilerin çözümlerini kontrol ederken de teknoloji kullanmak istedikleri, bazı öğrencilerin de çok kolay sorularda teknolojiye ihtiyaç

duymadıkları saptanmıştır. Tüm öğrencilerin verilen öğretimi olumlu buldukları fakat bazı öğrencilerin teknoloji destekli öğretimin fazla zaman aldığı ve dolayısıyla daha az örnek çözümlerine sebep olduğunu düşündükleri dikkat çekicidir. Öğrencilerden gelen bu tarz eleştiriler doğrultusunda, hazırlanan ders planlarında teknolojinin birçok farklı olanağı kullanılarak düzenlemelere ve değişikliklere gidilebilir. Çalışma kapsamında bazı öğrencilerin KEDM'nin sonuç aşamasındaki koşulları sağladıkları; bazı öğrencilerin kısmen sağladıkları; bazı öğrencilerin ise sağlayamadıkları ortaya çıkmıştır. Burada tüm öğrencilerin sonuç aşamasına gelemedikleri de dikkat çekmektedir. Bu sonuç Kandemir'in (2015) çalışması ile paralellik gösterirken; Üstündağ ve Yalın'ın (2014) çalışması ile çelişki göstermektedir.

Genel olarak bakıldığında, bu çalışmada teknoloji kullanımının öğrenciler üzerinde olumlu sonuçlar doğurduğuna ulaşılmıştır. Alan yazın 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.

Etik Kurul Onay Bilgileri

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu'nun 26.10.2017 tarih ve 11/12 sayılı kararı ile araştırma ve yayın etiğine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Akgül, A. (2014). *Ortaokul 6, 7 ve 8. sınıflarda geometrik cisimlerin alan ve hacimlerinin öğretiminde Cabri 3D yazılımının öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi* (Yayınlanmamış 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.
- 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.
- Alliger, G. M., & Janak, E. A. (1989). Kirkpatrick's levels of training criteria: Thirty years later. *Personnel Psychology*, 4(2), 331-342.
- Aluko, R., & Shonubi, O. K. (2014). Going beyond Kirkpatrick's Training Evaluation Model: The role of work place factors in distance learning transfer. *Africa Education Review*, 11(4), 638-657. doi: 10.1080/18146627.2014.935007
- 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.
- Bako, M. (2003). Different projecting methods in teaching spatial geometry. *European Research in Mathematics Education III*, 7, 1-9.
- Cooley, S. J., Burns, V. E., & Cumming, J. (2016). Using outdoor adventure education to develop students' group work skills: A quantitative exploration of reaction and learning. *Journal of Experiential Education*, 39(4), 329-354. doi: 10.1177/1053825916668899
- Cömert, B. (2015). *Kirkpatrick'in eğitim değerlendirme modeline göre orta düzey liderlik hizmet içi eğitiminin etkinliğinin değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kara Harp Okulu, Ankara.
- Creswell J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4. baskı). Los Angeles, CA: Sage Publications.

- Çakıroğlu, Ü. ve Baki, A. (2016). Ortaöğretim matematik dersinde öğrenme nesnelere kullanımının öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarına etkisi: Deneysel bir çalışma. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 6(2), 134-153.
- 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.
- 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
- 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. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 117-123.
- 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.
- Gülburnu, M. (2013). *8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan Cabri 3D'nin akademik başarıya etkisi ve öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi* (Yayınlanmış 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* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- 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, H., Darhim, D. ve 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. ve 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.
- 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.
- Kandemir, M. (2015). *Sınıf öğretmenlerinin teknoloji özyeterliliklerinin belirlenmesi ile teknolojiye yönelik tutumlarının Kirkpatrick Eğitim Değerlendirme Modeline göre incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Karadag, Z., & McDougall, D. (2009). Dynamic worksheets: visual learning with the guidance of Polya. *Mathematics, Statistics, Operation Research Connections*, 9(2), 13-16.
- Kaufman, R., & Keller, J. M. (1994). Levels of evaluation: Beyond Kirkpatrick. *Human Resource Development*, 5(4), 371-380.
- Kaya, M., Günay, R. ve Damgacı, F. M. (2015). Kirkpatrick dört düzey eğitim değerlendirme modeli. *Uluslararası Eğitim Bilimleri*, 2(5), 89-97.
- Kepeçoğlu, İ. (2018). Dinamik geometri yazılımının 3 boyutlu geometrik şekil çizim becerilerine etkisi. *Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 6(10), 98-106.

- Kirkpatrick, D. L. (1959). Techniques for evaluating training programs. *Journal of ASTD*, 11, 1–13.
- Kirkpatrick, D. L. (1976). Evaluation of training. In R. L. Craig (Ed.), *Training and development handbook: A guide to human resource development* (pp. 35-61). New York: McGraw Hill.
- Kirkpatrick, D. L. (1994). *Evaluating training programs: The four levels*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Kirkpatrick, D. L. (2006). Seven keys to unlock the four levels of evaluation. *Performance Improvement*, 45(7), 5-8.
- Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating training programs: The four levels*. California: Berrett-Koehler Publishers.
- Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2009). *Transferring learning to behaviour: Using the four levels to improve performance*. California: Berrett-Koehler Publishers.
- Kirkpatrick Partners. (2020, 18 Şubat). *The Kirkpatrick Methodology-A brief history*. Retrieved from <http://www.kirkpatrickpartners.com/OurPhilosophy/TheKirkpatrickModel>
- Li, Q. (2007). Student and teacher views about technology: A tale of two cities? *Journal of Research on Technology in Education*, 39(4), 377-397.
- Lin, H. C. K., Chen, M. C., & Chang, C. K. (2015). Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning system. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 1-12. doi: 10.1080/10494820.2013.817435
- 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 G. Aldon, F. Hitt, L. Bazzini ve U. Gellert (Eds.), *Mathematics and Technology* (pp. 31-55). New York: Springer.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- 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.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (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 38th Annual Conference of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Tucson, USA.
- Opletalov á, A. (2018). Evaluation of teacher education with a focus on its effectiveness. *Journal of Education and Training Studies*, 6(11a), 164-171. doi:10.11114/jets.v6i11a.3813
- Özdemir, S. M. (2009). Eğitimde program değerlendirme ve Türkiye’de eğitim programlarını değerlendirme çalışmalarının incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 126-149.
- Paoletti, T., Monahan, C., & Vishnubhotla, M. (2017). Designing GeoGebra applets to maximize student engagement. *Mathematics Teacher*, 110(8), 628-630.
- Paull, M., Whitsed, C., & Girardi, A. (2016). Applying the Kirkpatrick model: Evaluating an Interaction for Learning Framework curriculum intervention. *Issues in Educational Research*, 26(3), 490-507.
- 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, Eylül). 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
- Proslova, L. (2010). Adaptation of Kirkpatrick's Four Level Model of training criteria to assessment of learning outcomes and program evaluation in higher education. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 22, 215-225.
- Reio, T. G., Rocco, T. S., Smith, D. H., & Chang, E. (2017). A Critique of Kirkpatrick's Evaluation Model. *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development*, 29, 35-53. doi:10.1002/nha3.20178
- Robin, R. B. (2008). Digital storytelling: A powerful technology tool for the 21st century classroom. *Theory into Practice*, 47(3), 220-228.
- 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*, 13, 259-272. doi: 10.1007/s11786-018-0368-y
- Sinclair, N., & Yerushalmy, M. (2016). Digital technology in mathematics teaching and learning: A decade focused on theorising and teaching. In A. Gutiérrez, G. C. Leder ve P. Boero (Eds.), *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education* (pp. 235-174). Rotterdam: Sense Publishers.
- Sung, Y. T., Shih, P. C., & Chang, K. E. (2015). The effects of 3D-representation instruction on composite-solid surface-area learning for elementary school students. *Instructional Science*, 43(1), 115-145. doi: 10.1007/s11251-014-9331
- Tomaschko, M., & Hohenwarter, M. (2019). Augmented reality in mathematics education: The case of GeoGebra AR. In Theodosia Prodromou (Ed.), *augmented reality in educational settings* (pp. 325-346). The Netherlands: Brill Sense. doi: 10.1163/978900 4408845_014
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- 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 Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Üstündağ, M. T. ve Yalın, H. İ. (2014). İş birliği internet temelli öğrenme ortamının Kirkpatrick Değerlendirme Modeline göre değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(2), 79-98.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. baskı). Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yıldız, A., Baltacı, S. ve Aktümen, M. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımı ile üç boyutlu cisim problemlerini çözme süreçleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(2), 591-604.
- Yılmaz, E. (2015). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının katı cisimler ile ilgili kavram tanımı ve kavram imajlarının fenomenografik yaklaşımla incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kayseri Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Yin, R. (2018). *Case study research: Design and methods* (6th ed). London: Sage.

Extended Abstract

Introduction

Many standards, curriculums and existing researches in mathematics education illuminate the opportunities of the use of technology in learning and teaching mathematics (Lobo da Costa, de Carvalho, & Campos, 2017). Particularly, these existing documents focus on how that technology-supported mathematics instruction can facilitate students' learning as well as develop

their skills related to mathematical thinking and problem-solving. Therefore, it is thought that the effectiveness of using technology in mathematics education should be analyzed and evaluated to make various arrangements (Özdemir, 2009). One of the most practical models for this evaluation is the Kirkpatrick Education Evaluation Model (Alliger & Janak, 1989; Kaya, Günay, & Damgacı, 2015), which consists of four stages: (1) Reaction, (2) learning, (3) behavior and (4) result (Kirkpatrick, 1959, 1976, 1994, 2006; Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006). The first stage reaction is related to the degree in which participants respond positively to the learning event. The second stage learning is related to the extent to which the participants gain the intended knowledge, skills and attitudes. The third stage behavior is related to the extent to which participants have learned and what they learned during their education. The last stage result is related to the extent to which the intended results appear in the participants (Kirkpatrick Partners, 2020). From this point of view, the aim of this study is to evaluate a technology-supported instruction process designed for the subject of solids in the 10th-grade mathematics curriculum according to the Kirkpatrick Education Evaluation Model. In addition as the second goal, the effect of technology-supported instruction on the development of students' existing knowledge about solids were examined. Particularly, there is no study in the field of mathematics education related to the Kirkpatrick Education Evaluation Model, so it is thought that using this model to evaluate the technology-supported instruction of solids could extend the existing literature in terms of the selected subject and model.

Method

The study was designed using the case study method (Yin, 2018). The participants of the study consisted of 20 10th-grade students who were at a public high school in Turkey. Within the scope of the study, eight hours technology-supported lesson plans for teaching the subject of solids were designed by the researchers in collaboration with the mathematics teacher of the class. While implementing these lesson plans, students were educated using various activities that were designed in GeoGebra and Cabri 3D software. Additionally, educational videos were used and educational games were played from websites which consist of virtual manipulative applications. The study's data consisted of the observation notes, the responses given by the students to the interview questions and open-ended and multiple-choice questions about the subject of solids. During the technology-supported instruction, the students were evaluated using the tests labeled as Measurement and Evaluation Questionnaire I-II tests which were applied immediately after the instruction. After the tests were applied, one-to-one semi-structured interviews were conducted with five volunteer students. Approximately three months after the instruction, all the students were given a test which included similar questions given in the instruction process. This test aimed to measure the persistence of students' learning of the concept. The descriptive analysis and content analysis methods were used to analyze the collected data. The analysis of the data was done independently by the two researchers, the themes and codes were compared.

Result and Discussion

As a result of the study, it was found that the given instruction was effective in all students' learning of the subject of solids in some ways. It is also appeared that all students had positive thoughts about using technology for their learning of the subject of solids. Some of the students stated that they learned the subject of solids better and easier, developed three-dimensional thinking skills, and visualized the subject with the help of technology-supported instruction process easily. In addition, they indicated that the instruction of solids with technology increased their interest as well as it was more enjoyable for them. However, some of the students pointed out that technology-supported instruction took a lot of time, which caused the decreasing the number of the example solution. At the end of the study, it was determined that all students performed well in the questions related to the learning and behavioral stages of the model. The results of the study illuminated that all students provided the Kirkpatrick Education Evaluation Model's reaction, learning and behavioral stages; however some students were not able to provide evidence regarding the final stage of the model. The findings of the study show that the

technology-supported instruction has a positive effect on the students' learning of the subject of solids. Therefore, it is thought that the design of technology-supported learning environments by following similar methods for teaching other subjects in mathematics teaching can strengthen students' learning of mathematics.

EK 1: Görüşme Soruları

Kirkpatrick Eğitim Değerlendirme Modelinin Tepki Aşamasına Yönelik Sorular

- 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 öğretimünün sizin için avantajları ne oldu?
- 6.Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretimünün 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?

Kirkpatrick Eğitim Değerlendirme Modelinin Öğrenme Aşamasına Yönelik Sorular

- 10.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?
- 11.Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretimi problemlerin etkili bir şekilde çözülmesine katkı sağladı mı? Nasıl?
- 12.Etkinliklerin teknoloji destekli çözümlerini görmeyen soruları çözenizde etkisi nasıl oldu? Şekillerin boyutlarını belirlemede, şekilleri hayal etmede veya algılamada etkileri nasıl oldu?

Kirkpatrick Eğitim Değerlendirme Modelinin Davranış Aşamasına Yönelik Sorular

- 13.İlerleyen zamanlarda katı cisimler ile ilgili bir soru/problem/etkinlik gördüğünüzde teknolojiden destek alarak çözmek ister misiniz?
- 14.Teknolojiyi bu soru/problem/etkinliklerin çözümünün hangi aşamasında kullanmaya ihtiyaç duyarsınız?
- 15.Diğer matematik konularının da teknoloji destekli öğretilmesini ister misiniz? Neden?
- 16.Teknoloji destekli öğretimin normal öğretime göre daha etkili veya etkisiz olduğunu düşünüyor musunuz?

Kirkpatrick Eğitim Değerlendirme Modelinin Sonuç Aşamasına Yönelik Sorular

- 17.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?
- 18.Katı cisimler konusunda karşınıza çıkan soruları/problemleri/etkinlikleri çözebilir misiniz? Hangi oranda çözebilirsiniz?
- 19.Katı cisimler konusunda karşınıza çıkan bir soruyu çözerken nasıl bir strateji izlersiniz? Detaylı anlatır mısınız?
- 20.Bu konunun işleniş hakkında varsa önerileriniz nelerdir?
- 21.Bu konunun işleniş sürecinin ve içeriğinin sizin için olumlu olumsuz yönleri nelerdir?