

DÖRTGENLERİN HİYERARŞİK İLİŞKİLERİNİN ÖĞRETİMİNDE GEOGEBRA YAZILIMI KULLANIMININ 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ERİŞİ DÜZEYLERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF USE OF GEOGEBRA SOFTWARE IN TEACHING THE HIERARCHIC RELATIONS OF QUADRILATERALS ON THE 8TH GRADE STUDENTS' ACHIEVEMENT

Esra YILDIZ¹, Ersin GÜLEŞ²

ÖZ: Araştırmanın amacı, dörtgenler arası hiyerarşik ilişkilerin GeoGebra yazılımı ile öğretiminin, 8. sınıf öğrencilerinin erişim düzeylerine etkisini incelemektir. Araştırmada ön-test son-test kontrol gruplu zayıf deneysel desen kullanılmıştır. 2017-2018 bahar döneminde, bir devlet okulunda eğitimlerine devam eden, 15'i deney 15'i kontrol grubu olmak üzere 30 sekizinci sınıf öğrencisi araştırmaya katılmıştır. Öğretim etkinlikleri deney grubunda GeoGebra yazılımı ile kontrol grubunda ise fiziksel manipülatifler ile hazırlanan, benzer içerikli aktiviteler ile yapılmıştır. Ölçme aracı deney öncesi ve sonrasında ön test ve son test yerine uygulanmıştır. Araştırma sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Araştırma sonucuna göre benzer içerikli öğretim etkinliklerini GeoGebra ve fiziksel manipülatifler ile uygulanmasının öğrencilerin erişim düzeylerini benzer düzeylerde artırdığını söylemek mümkündür.

Anahtar sözcükler: GeoGebra, Dinamik Geometri Yazılımı, Matematik Başarısı, Dörtgenler

ABSTRACT: The study is conducted to examine the effect of teaching the hierarchic relations between quadrilaterals with GeoGebra software on the achievements of 8th grade students. A weak experimental design with pre-test post-test control group was used. The study was conducted with 30 eighth grade students, 15 of whom were in the experimental and 15 in the control group in 2017-2018 spring term. Teaching activities were applied with GeoGebra in the experimental and with physical manipulatives in control group. The measurement tool was applied as a pre-test and post-test. As a result, there was no statistically significant difference between experimental and control group in terms of students' achievement. It can be said that the application of teaching activities with GeoGebra software or physical manipulatives increases the achievement of students at the same level.

Keywords: GeoGebra, Dynamic Geometry Software, Mathematics Achievement, Quadrilaterals

Bu makaleye atf vermek için:

Yıldız, M. ve Güleş, E. (2021). Dörtgenlerin hiyerarşik ilişkilerinin öğretiminde GeoGebra yazılımı kullanımının 8. sınıf öğrencilerinin erişim düzeylerine etkisi, *Trakya Eğitim Dergisi*, 12(1), ss. 451-474

Cite this article as:

Yıldız, M., & Güleş, E. (2021). The effect of using GeoGebra software in teaching the hierarchic relations of quadrilaterals on the 8th grade students' achievement. *Trakya Journal of Education*, 12(1), pp. 451-474

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Geometry is a branch of mathematics that examines the properties, dimensions and relations of abstract concepts as point, line, plane, angle, triangle, polygon, surface and object (Baykul, 2009; Türk Dil Kurumu, 2021). Geometry is a course that offers students the opportunity to develop high-level thinking

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İstanbul/Türkiye, e-mail: esra.yildiz@medeniyet.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2771-4647

² Matematik Öğretmeni, Milli Eğitim Bakanlığı, Nevşehir/Türkiye, e-mail: ersgules@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-1668-641X

skills as critical thinking, problem solving, analysis and creativity (Battista, 2007). To have students understood the correct perception of the geometric concepts and their relations depends on students' construction of correct form of images about the geometric concept in their minds (De Villiers, 2004). According to results of the studies, students' past learning experiences and activities they participate in during the lesson, mostly affect their perceptions of the characteristics of the geometrical concept, thereby their concept images (Çakmak Gürel & Okur, 2018; Fischbein, 1993; Erşen & Karakuş, 2013; Horzum, 2018; Mutluoğlu & Erdoğan, 2020; Öksüz & Başışık, 2019; Özkan and Bal, 2018; Vinner, 1983, 2011; Yurtyapan and Karataş, 2020). However, students' concept image, cause students to form prototype judgments about geometric concepts in some situation. This situation creates conceptual confusion in students' mind and it might inhibit their learning (De Villiers, 2004; Fischbein, 1993; Tall & Vinner, 1981; Vinner, 2011; Vinner & Dreyfus, 1989).

The majority of the students were impressed by the prototype images of geometric shapes in their minds while learning geometry. The students who define quadrilaterals based on their prototype judgments have some difficulties in establishing relations among quadrilaterals. For example, when they were asked the difference between the square and rectangle, most of the them answered that all sides of the square should be equal, and the rectangle was only if the opposite sides are equal (Monaghan, 2000). This situation may refrain the students from noticing that the square is the special form of the rectangle. In addition, students generally thought that the rectangle was longer than the square. The vertical length in the typical images of the rectangle in students' mind prevents them from perceiving the length of the square might be longer than rectangle. Moreover, it is almost impossible for students to realize square and rectangle are also trapezoid. As mentioned above, instead of critical features, students mostly define quadrilaterals with their typical characteristics and fail to notice connections among other quadrilaterals. Therefore, in order to develop a more comprehensive and accurate understanding of the geometric shapes, determining critical features of quadrilaterals and relate them each other are important components of the teaching. Besides the prototype representations, while introducing the geometric shapes to the students, demonstrating other possible appearances (Klausmeier & Feldman, 1975) and constructing concept map might be useful for students to form a relationship between them.

Physical manipulatives (Alsina & Nelsen, 2010; Özer & Şan, 2013) and dynamic geometry (DG) software are two main teaching tools used in geometry education to have students make sense about geometric concepts (Baki, 2006; Battista, 2007; Er & Sağlam Kaya, 2017; Hıdıroğlu & Bukova-Güzel, 2014; Hollebrands, 2007; Karataş & Güven, 2015; Köse et al., 2012; Tüzer Ünsal & Akay, 2020; Zengin, 2017; Zengin & Tatar, 2014). It is recommended to use physical manipulatives and dynamic geometry software during teaching in order to concretize concepts in geometry teaching and to prevent students from creating undesirable prototype images. Some of the physical manipulatives in geometry education are fraction bars, algebra tiles, unit cubes, symmetry mirror, geometry strips, geometry board, three-dimensional models, diagrams, graphs, cartoons and models (Özer & Şan, 2013). The most widely used DG softwares in geometry education are GeoGebra developed by Hohenwarter in 2001, Geometers' Sketchpad developed by Jackiw in 2001 and Cabri Geometry developed by Laborde and Bellmain in 2005 (Jiang et al., 2015; Selçik & Bilgici, 2011).

With the wide spread use of technologies in classrooms, there has been an increase in studies examining the effect of DG software on geometry achievement (Başaran Şimşek, 2012; Karakırık & Aydın, 2011; Üstün & Ubuz, 2005; Vatansever, 2007; Yaz, 2011). According to results of the studies in DG based geometry lessons, students can discover geometric concepts with the help of the visualization and concretization features of the DG and learn geometric concepts better (Özdemir, 2011; Zengin, Kağızmanlı, Tatar, & İşlenen, 2013). DG software creates an environment for students where students can draw geometric shapes based on their definitions and explore their features. In addition, students can investigate the relationships between geometric shapes, and test personal opinions on these relation (Güven & Kösa, 2008). Moreover, in the studies it was seen that in technology based lesson students participate the lessons more willingly (Baltacı & Baki, 2016; Chrysanthou, 2008; Delice & Karaaslan, 2015; Dikovic, 2009; Kakihana and Fukuda, 2012; Lu, 2008; Stone, 2010). In the light of all these informations, the aim of the study is to explore the effect of DG software GeoGebra 5.0 and physical manipulatives on 8th grade students' achievement in learning quadrilaterals and their hierarchical relationships.

Research Problem

The research problem of the study is “What is the effect of using the dynamic geometry software GeoGebra 5.0 or physical manipulatives in teaching the subject of quadrilaterals and the hierarchical relations between them on the achievement levels of 8th grade students?”

Method

The design of the study is pre-test, post-test control group weak experimental design. The sample of the study consists of 30 eighth grade students; 15 students in the experimental group and 15 students in the control group. The research was conducted in 2017-2018 academic year spring term. Lesson implementations were applied by the same teacher, using DG software in experimental group and manipulatives in control group. As a data collection tool, a 7-question measurement tool was used. This measurement tool was applied to the groups as pre-test and post-test before and after the experiment. The study lasted in five weeks. To analyze the quantitative data, independent sample t-test and pair sample t-test were conducted via SPSS.22 program. In addition to explain quantitative data, participants' written solutions to the data collection tool were analyzed qualitatively.

Findings

As a result of the data analysis, there was an increase in the post-test scores of experimental and control group students. However, there was no statistically significant difference between these increases. According to the results, the application of teaching activities with similar content via GeoGebra software or physical manipulatives makes no differences on the achievement levels of students. According to the analysis of the qualitative data, the participants in both groups focused on the critical properties of the quadrilaterals while classifying the quadrilaterals and showed similar characteristics in terms of the number of students staying at the prototype level

Discussion and Conclusion

What the effect of DG software on students' achievement is a controversial issue. While there are studies claimed that computer assisted teaching increases students' achievement (e.g. Acar, 2015; Baki & Özpinar, 2007; Güven & Yılmaz, 2012; İçel, 2011; Kepçeoğlu, 2010; Öz, 2015; Selçik and Bilgici, 2011; Sümen, 2013; Türk Samur and Akyüz, 2015; Uysal, 2013; Uzun, 2014), there are also other studies claimed that there are no effects of computer assisted teaching on students' achievement (Demirbilek & Özkale, 2014; Forsythe, 2007) in the literature. In the present study, it was concluded that both the DG software and physical manipulatives significantly increased students' achievement at the same level. Findings of the quantitative analysis revealed that there was no statistically significant difference between the experimental and control groups in terms of achievement level. This result consistent with the result of Demirbilek and Özkale's (2014) study. Demirbilek and Özkale (2014) found that DG based instructions does not increase students' mathematics achievement.

Students have difficulties in perceiving the hierarchical relations among quadrilaterals when they learn focusing only on their properties without associating them with each other (Ay & Başbay, 2017; Balgalmış & Işık-Ceyhan, 2019). According to this study, it was seen that the participants in both groups focused on the critical properties of the quadrilaterals while classifying them. Focusing on the critical properties of the quadrilaterals rather than the prototype properties was efficiently improved students' hierarchic classifying skills. In this sense, focusing on critical properties of the quadrilaterals makes more sense than the kind of tool used while teaching. Whether teacher used DG software or physical manipulative in order to teach the relations between the quadrilaterals makes no difference in terms of students' achievement.

As a result, an increase was observed in the post-test scores of both the experimental and control groups, but there was no statistically significant difference between these scores. According to the results of the study, the content of the activities affected the success of the students more than the teaching tools. It can be said that teaching activities with similar content carried out through GeoGebra software or physical manipulatives increase the success levels of students at a similar level. In future studies, instead of experimental studies to prove which of the teaching tools is more effective, it is necessary to include studies on what kind of teaching approach, which techniques, what kind of teaching activities should be implemented to have students to reach the learning objectives. The important factor that breaks students'

prototype judgments is the instructional activities that enable students to focus on the critical properties of quadrilaterals and relate them to each other.

GİRİŞ

Geometri, nokta, doğru, düzlem, açı, üçgen, çokgen, yüzey ve cisim gibi soyut kavramların özelliklerini, ölçülerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini sorgulayarak inceleyen bir matematik dalıdır (Baykul, 2009; Türk Dil Kurumu, 2021). Öğrencileri matematiksel muhakeme yapmaya yönelten konuları ile onların kritik düşünme, problem çözme, analiz etme ve yaratıcılık gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirme olanakları sunan bir ders olduğunu söylemek mümkündür (Battista, 2007).

Geometrik kavramların tanımları, özellikleri ve aralarındaki ilişkilerin doğru olarak algılanması, öğrencilerin zihinlerinde kavrama ilişkin oluşturdukları imajlar ile yakından ilişkilidir (De Villiers, 2004). Öğrencilerin matematiksel kavram ile ilgili geçmiş öğrenmelerinden gelen veya öğrenme süreçlerinde oluşturdukları imajlar, kavramın tanımına ve özelliklerine yönelik algılarını ve öğrenmelerini etkilediği düşünülmektedir (Çakmak Gürel ve Okur, 2018; Fischbein, 1993; Erşen ve Karakuş, 2013; Horzum, 2018; Mutluoğlu ve Erdoğan, 2020; Öksüz ve Başışık, 2019; Özkan ve Bal, 2018; Vinner, 1983, 2011; Yurtyapan ve Karataş, 2020). Kavram imajı olarak adlandırılan öğrenciye özgü bu imgeler, bazı durumlarda öğrencilerin geometrik kavramlara ilişkin prototip yargılar oluşturmalarına sebep olmakta, bu durum öğrencilerde kavram karmaşası yaratarak, öğrenmelerine ket vurmaktadır (De Villiers, 2004; Fischbein, 1993; Tall ve Vinner, 1981; Vinner, 2011; Vinner & Dreyfus, 1989). Öğrencilerin prototip yargıları nedeniyle öğrenmekte güçlük yaşadıkları konulardan birisi dörtgenler ve aralarındaki ilişkiler konusudur (Ay ve Başbay, 2017; Balgalmış ve Işık-Ceyhan, 2019; De Villiers, 2004; Erez ve Yerushalmy, 2006; Duatepe-Paksu, İymen ve Pakmak, 2012; Fischbein, 1993; Fujita ve Jones, 2006a; Fujita ve Jones, 2006b; Horzum, 2018; Kabaca, 2017; Monaghan, 2000; Nakahara, 1995; Okazaki ve Fujita, 2007; Öksüz ve Başışık, 2019; Özkan ve Bal, 2018; Pickreign, 2007; Zeybek-Şimşek, 2019). Öğrencilerin dörtgenlerle ilgili olarak zihinlerinde oluşturdukları prototip imajlar, dörtgenleri tanımlarken ve dörtgenler arası ilişkileri kurarken bir takım sorunlarla karşılaşmalarına neden olmaktadır (De Villiers, 2004; Erez ve Yerushalmy, 2006; Fujita ve Jones, 2006a; Horzum, 2018; Monaghan, 2000, Öksüz ve Başışık, 2019; Özkan ve Bal, 2018). Örneğin, Fujita ve Jones (2006b) çalışmalarında öğrencilerin dikdörtgene yönelik geliştirdikleri prototip imaj nedeniyle, öğrencilerin büyük çoğunluğunun dikdörtgeni iki kenarı uzun, iki kenarı kısa olan dörtgen olarak tanımladıklarını belirlemiştir. Monaghan (2000) öğrencilerin dikdörtgene yönelik ne tür prototip yargıları olduğunu araştırdığı çalışmada ise, öğrencilerin dikdörtgenin her zaman yatay uzunluğunun dikey genişliğinden daha büyük olması gerektiğini düşündüklerini, kare ile ilişki kurarken de dikdörtgenin kareden daha uzun olması gerektiği yargısına sahip olduklarını tespit etmiş ve bu durumun öğrencilerin karenin dikdörtgenin özel hali olduğunu keşfetmelerini engellediğini belirtmiştir. Türnüklü, Alaylı ve Akkaş (2013) ise yaptıkları çalışmada, öğrencilerin yamuk çizerken karşılıklı iki kenarının birbirine paralel olarak çizmeye dikkat etmelerine rağmen, tanımlarken belli bir kuralı olmadan gelişigüzel çizilen dörtgen olarak tanımladıklarını tespit etmişlerdir. Nakahara (1995) ise çalışmada öğrencilerin prototip yamuk şekilleri nedeniyle yamuk için sadece bir çift kenarının paralel olması gerektiğini düşündüklerini bu nedenle karenin bir yamuk olup olmadığını değerlendirirken bu algıdan etkilenerek olmadığı yönünde görüş bildirdiklerini belirlemiştir. Yamuğun prototip görseli nedeniyle kare ile yamuk arasında ilişki kurarken, öğrencilerin yamuk olmak için iki kenarının paralel olmasının yeterli olduğunu gözden kaçırarak hataya düştüklerini söylemek mümkündür. Ortaokul öğrencilerinin doğru tanımları bilseler bile, dörtgenleri prototip imgeleri ile değerlendirdiklerinde, dörtgenler arası hiyerarşik ilişkileri kurmakta sorun yaşadıkları söylenebilir (Fujita, 2012; Ubuz, 2017).

Geometri öğretiminde kavramların somutlaştırılması ve öğrencilerin istenmeyen şekilde prototip imajlar oluşturmalarını engellemek amacıyla öğretim sırasında fiziksel manipülatiflerin (Alsina ve Nelsen, 2010; Özer ve Şan, 2013) ve dinamik geometri (DG) yazılımlarının kullanılması önerilmektedir (Baki, 2006; Battista, 2007; Er & Sağlam Kaya, 2017; Hıdıroğlu & Bukova-Güzel, 2014; Hollebrands, 2007; Karataş & Güven, 2015; Köse vd., 2012; Tüzer Ünsal & Akay, 2020; Zengin, 2017; Zengin & Tatar, 2014). Kesir çubukları, cebir karoları, birim küpler, simetri aynası, geometri şeritleri, geometri tahtası, üç boyutlu modeller, diyagramlar, grafikler, karikatürler, maketlerin en çok kullanılan fiziksel manipülatifler olduğu söylenebilir (Özer ve Şan, 2013). GeoGebra (Hohenwarter, 2001), Geometers' Sketchpad (Jackiw, 2001) ve Cabri Geometry (Laborde ve Bellmain, 2005) en çok kullanılan DG fiziksel manipülatifler ve DG yazılımları sayesinde öğrenciler geometrik şekillerin sadece prototip görünümünü değil, tanımlarına uygun olacak şekilde olası bütün görünümünü ve hatta geometrik şeklin tanımına uygun olmayan şekiller görmeleri mümkün olmaktadır. Öğrencilerin geometrik kavrama yönelik daha doğru ve kapsamlı bir

anlayış geliştirmeleri ve diğer kavramlarla ilişkilendirmeleri açısından bu araçların derslerde kullanımı önemlidir.

Eğitim teknolojilerindeki gelişmeler ve ülke genelindeki ulusal projelerin de etkisiyle matematik ğretiminde dinamik geometri yazılımı kullanımına yönelik çalışmalarda bir artış gözlenmektedir (Başaran şimşek, 2012; Karakırık ve Aydın, 2011; stn ve Ubuz, 2005; Vatansever, 2007; Yaz, 2011). DG yazılımları ile matematiksel kavramların görselleştirilerek somutlaştırılması ve dinamik özelliği ile kavramlar arası ilişkilerin gözlenebilmesi sayesinde öğrencilerin bazı kavramları daha kolay kavradıkları görülmüştür (zdemir, 2011; Zengin, Kağızmanlı, Tatar ve İşleyen, 2013). DG yazılımları, öğrencilere geometrik kavramları özelliklerine uygun şekilde izebilecekleri, aralarındaki ilişkileri sorgulayabilecekleri ve kavramlara yönelik düşüncelerini test edebilecekleri elektronik bir ortam sağlamaktadır (Güven ve Ksa, 2008). Çalışmaların sonuçlarına göre ğrenciler DG yazılımı ile desteklenen derslerde, matematiksel kavramları keşfederek daha kolay ve kalıcı olarak öğrenmekte ve derse daha istekli katılmaktadırlar (Baltacı ve Baki, 2016; Chrysanthou, 2008; Delice ve Karaaslan, 2015; Dikovic, 2009; Kakihana ve Fukuda, 2012; Lu, 2008; Taş, 2010).

DG yazılımı destekli matematik öğretiminin ğrenci başarısı üzerine etkisini inceleyen deneysel çalışmaların sonuçları genel olarak DG yazılımlarının, ğrenci başarısını artırdığı yönündedir (Acar, 2015; Bedir, Yılmaz ve Keşan, 2005; Filiz, 2009; Genç ve ksz, 2016; Kepçeoğlu, 2010; z, 2015; Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya, 2014; Türk Samur ve Akyüz, 2015; Uysal, 2013; Vatansever, 2007; Yazlık, 2011; Zulnaidi ve Zamri, 2017). Ancak literatürde dinamik geometri yazılımlarının başarı üzerinde direkt olumlu bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır (Demirbilek ve zkale, 2014; Forsythe, 2007). Deney grubu ile kontrol grubu arasında başarı açısından anlamlı bir fark çıkmayan Forsythe'ın (2007) alışması incelendiğinde kontrol grubundaki öğrencilere, deney grubundaki etkinliklere benzer içerikteki aktiviteilerin, dinamik geometri yazılımı somut geometrik şekiller gibi fiziksel manipülatiflerle yaptırılarak öğretildiği görülmüştür. Dolayısıyla kullanılan araç dinamik geometri yazılımı veya fiziksel manipülatif olsa da benzer amaçlı etkinlikler olarak uygulandıklarında benzer sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Tartışmalı bir konu olan teknolojinin başarı üzerine etkisinin incelendiği daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla mevcut çalışma, dinamik geometri yazılımı kullanımının öğrencilerin dörtgenlerin ilişkilendirilmesi konusundaki erişi düzeylerine etkisini değerlendirmek amaçıyla gerçekleştirilmiştir. Dörtgenler ve aralarındaki hiyerarşik ilişkiler konusunun ğretiminde dinamik geometri yazılımı GeoGebra 5.0 veya fiziksel manipülatif kullanımının 8. sınıf ğrencilerinin erişi düzeylerine etkisi nedir?

- 1) Deney ve kontrol gruplarının ön-test sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 2) Deney grubunun ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 3) Kontrol grubunun ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 4) Deney ve kontrol grubunun son test sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 5) Nitel verilere göre deney ve kontrol grubu ğrencilerinin erişi düzeyleri arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Araştırmada n-test son-test kontrol gruplu zayıf deneysel desen (Fraenkel ve Wallen, 2006) kullanılmıştır. Katılımcılar deney ve kontrol gruplarına seçkisiz olarak atanmamış olup, araştırmanın gerçekleştirildiği okulda bulunan iki adet 8. sınıftan rastgele seçilen birisi deney, diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Grupların bağımlı değişken açısından başlangıç seviyelerinin eşit olup olmadığını ortaya koymak amaçıyla katılımcılara ön-test uygulanarak t-test yapılmıştır. Aynı test uygulama sonrasında her iki gruba son test olarak uygulanmıştır. Ek olarak araştırmada nicel veri analizi sonuçlarını desteklemek ve açıklamak amaçıyla, katılımcılar arasından seçilen öğrencilerin ön-test ve son-testte verdikleri yanıtlar görselleştirilerek kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

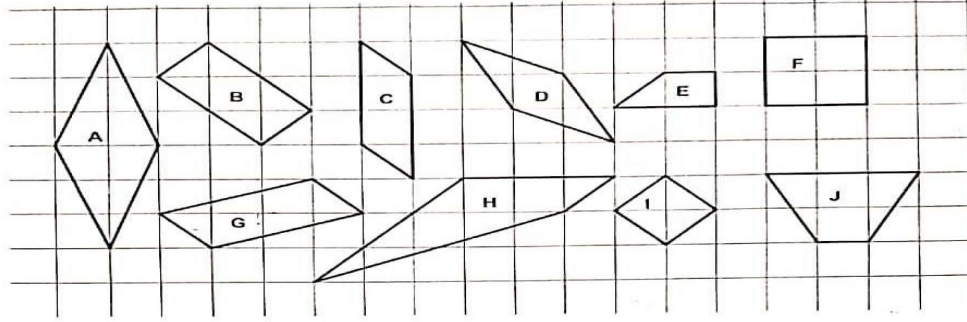
Araştırma, 2017-2018 bahar döneminde, Karadeniz Bölgesinde bulunan bir il merkezindeki devlet okulunda öğrenim gören 15'i deney 15'i kontrol grubu olmak üzere toplam 30 sekizinci sınıf ğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Kontrol ve deney grubunun ön test puanları için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda gruplar arasında dörtgenleri ilişkilendirme erişi düzeyi açısından bir fark olmadığı tespit

edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki katılımcıların uygulama öncesindeki ön bilgilerinin benzer düzeyde olduğunu söylemek mümkündür.

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı geliştirilmesi aşamalı bir süreçte gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada Fujita ve Jones'un (2007) dörtgenler arası aile ilişkilerin yapılandırılmasına yönelik belirlediği gelişimsel düzeyler ve Zeybek (2017) tarafından geliştirilen dörtgenlerin ilişkilendirilmesine yönelik sorular temelinde, literatürdeki araştırmalarda kullanılan sorular (Akkaş ve Türnüklü, 2015; Bütüner ve Filiz, 2016; Türnüklü ve diğerleri, 2013; Ubuz, 2017; Zeybek, 2017) incelenerek taslak bir veri toplama aracı oluşturulmuştur. Daha sonra müfredattaki konu ile ilgili kazanımlar ve kazanım süreleri dikkate alınarak soru içerikleri ve sayısı düzenlenmiş ve son aşamada uzman önerileri doğrultusunda düzeltilmiştir. Ölçme aracı açık uçlu, doğru-yanlış ve test sorularından oluşan toplam yedi soru içermektedir. Ölçme aracının ilk sorusunda A dan J' ye kadar harflendirilmiş 10 farklı dörtgen şekli verilmiştir. İlk soru 5 aşamaya ayrılmıştır. Katılımcılardan her bir aşamada sırasıyla verilen şekillerden dikdörtgen, paralelkenar, kare, yamuk ve eşkenar dörtgen olduğunu düşündükleri şekillerin harflerini ve seçimlerinin nedenlerini yazmaları istenmiştir. Katılımcılara şekiller belli bir hiyerarşik sıra gözetilmeden, karışık olarak sunulmuştur. Katılımcıların yaptıkları seçimlerle hangi dörtgenlerin hiyerarşik ilişkilerini bildiklerinin ve seçimlerinin nedenlerini açıklamaları ile dörtgenleri nasıl tanımladıkları ve anlamlandırdıklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ölçme aracının ikinci sorusunda katılımcılardan birbirinden farklı olduğunu düşündükleri 2 tane dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgen çizimleri yapmaları istenmiştir. Bu soruyla da katılımcıların zihinlerindeki kavram imajları ve prototiplerin tespit edilmesi ve aynı zamanda çizimlerinde notasyona ne ölçüde dikkat ettiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ölçme aracının üçüncü sorusunda 6 tane doğru yanlış maddesi bulunmaktadır. Doğru yanlış maddeleri; kare-dikdörtgen, eşkenar dörtgen-paralelkenar, yamuk-paralelkenar, dikdörtgen-paralelkenar, eşkenar dörtgen-kare ve dikdörtgen-yamuk çiftlerinin hiyerarşik ilişkilerine yönelik ifadelerden oluşmaktadır. Ölçme aracının dördüncü sorusu bir test sorusudur. Soruda katılımcılardan 4 farklı dörtgen şeklinden yamuk olmayanı tespit etmeleri istenmiştir. Sorudaki şekillerde dikdörtgen ve paralelkenarın ilk akla gelen prototiplerine de yer verilerek katılımcıların zihinlerindeki yamuk imajını sorgulamaları ve en az bir çift kenarı paralel olmayan şekli tespit edip edemedikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçme aracının beşinci sorusu bir test sorusudur. Soruda katılımcılardan kenar uzunlukları doğal sayı ve alanı 16 cm^2 olan kaç tane dikdörtgen çizilebileceğini bulmaları istenmiştir. Bu soru, katılımcıların bir kenarı 4 cm olan karenin de istenen çizimlerden bir tanesi olduğunu ve her karenin bir dikdörtgen olduğu bilgisini test etmek amacıyla sorulmuştur. Ölçme aracının altıncı sorusu da bir test sorusu olup katılımcılardan verilen 4 farklı şekilden dikdörtgen olmayan şekli tespit etmeleri istenmiştir. Ölçme aracının yedinci sorusu da bir test sorusudur ve boşluk doldurma şeklinde planlanmıştır. Katılımcılardan köşegenleri dik kesişen şekilleri tespit etmeleri istenerek eşkenar dörtgen ve karenin hiyerarşik ilişkilerine odaklanıp odaklanmadıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Hazırlanan ölçme aracı için 100 puan üzerinden değerlendirilen ayrıntılı bir cevap anahtarı hazırlanmıştır. Ölçme aracının 1. ve 2. sorusu açık uçlu olduğundan güvenilirliği sağlamak amacıyla iki puanlayıcı tarafından değerlendirilmiştir. 3. soru doğru-yanlış; 4, 5, 6 ve 7. sorular test soruları olduğu için tek puanlayıcı tarafından değerlendirilmiştir. Ölçme aracının açık uçlu olan ilk sorusunun puanlamasına ilişkin bir örnek Şekil-1'de verilmiştir.

1.) Şekil 1 de, harflendirilmiş şekiller için aşağıda verilen 5 soruyu cevaplayınız.



Şekil 1

- I. **Dikdörtgen** olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan)
 1. Puanlayıcı → 2
 2. Puanlayıcı → 3
 Harfler : B
 Neden : Üzerindeki kenarlar birbirine eşit (2,5)
- II. **Paralelkenar** olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan)
 1. Puanlayıcı → 2
 2. Puanlayıcı → 2
 Harfler : C, A, D
 Neden : ? (2)
- III. **Kare** olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (3 x 2 = 6 puan)
 1. Puanlayıcı → 5
 2. Puanlayıcı → 4
 Harfler : F, I
 Neden : Tüm kenarları birbirine eşit 90° (4,5)
- IV. **Yamuk** olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan)
 1. Puanlayıcı → 1
 2. Puanlayıcı → 1
 Harfler : H, J
 Neden : Her iki kenarı birbirine paralel (1)
- V. **Eşkenar dörtgen** olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan)
 1. Puanlayıcı → 5
 2. Puanlayıcı → 6
 Harfler : A, D
 Neden : Kenarları eşit ve dik (5,5)

Şekil 1. Açık uçlu soruların puanlanması örneği

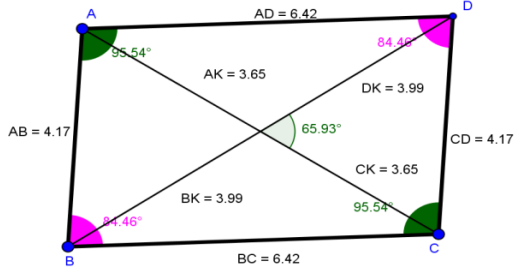
Uygulama Süreci

Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubunun başarı düzeylerini belirlemek amacıyla, ölçme aracı her iki gruba, aynı anda ve bir ders saatinde ön test olarak uygulanmıştır. Ön testlerden elde edilen puanlar SPSS.22 paket programı yardımıyla analiz edilerek grupların denk olduğu görülmüştür. Grupların denk olduğu tespit edildikten sonra uygulamaya geçilmiştir. İlk iki derste GeoGebra 5.0 ve fiziksel manipülatifler uygulamalı olarak tanıtılmıştır. Daha sonra dörtgenlerin ilişkilendirilmesi konusu, aynı öğretmen tarafından deney grubundaki öğrencilere GeoGebra 5.0 dinamik geometri yazılımı, kontrol grubundaki öğrencilere ise fiziksel manipülatifler kullanılarak, tartışma soruları, etkinlikler, değerlendirme soruları ve ödevler açısından benzer ders planları ile kavratılmaya çalışılmıştır. Materyal içeriği olarak deney grubunda GeoGebra 5.0 yazılımı ile önceden oluşturulmuş aktiviteler, kontrol grubunda ise geometri şeritleri, geometri tahtası, minyatür dörtgen seti gibi fiziksel manipülatifler kullanılmıştır. Ders uygulamaları dört hafta boyunca 2'şer ders saati olmak üzere toplam 8 saat sürmüştür. Uygulamalar seçmeli matematik uygulamaları derslerinde yapılmıştır. Uygulama sırasında bahsedildiği gibi öğretim yöntemi aynı, kullanılan materyallerin farklı olduğu dersler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Örneğin dinamik geometri programlarının dinamik özelliği ile yapılabilen dörtgenler arası geçişler geometri tahtası ve şeritleri ile yapılan etkinlikler ile yapılmaya çalışılmıştır. Uygulamadan sonra her iki gruba da aynı ölçme aracı son test olarak bir ders saati süresinde uygulanmıştır. Veriler toplandıktan sonra nicel ve nitel yöntemler kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Uygulama takvimi Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. *Uygulama takvimi*

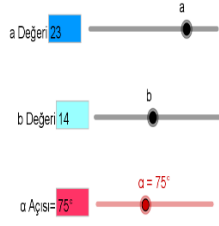
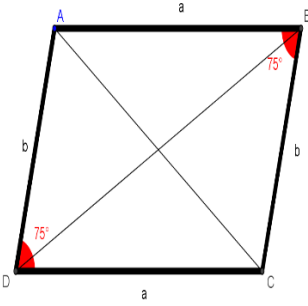
		Deney Grubu	Kontrol Grubu
Örneklem Sayısı		15	15
Haftalar	Süre		
1. Hafta	1 ders saati	Ön test	Ön test
2. Hafta	2 ders saati	GeoGebra 5.0 tanıtımı	Fiziksel manipülatiflerin tanıtımı
3. Hafta	2 ders saati	GeoGebra 5.0 ile öğretim (Yamuk-Paralelkenar)	Fiziksel manipülatiflerle öğretim (Yamuk-Paralelkenar)
4. Hafta	2 ders saati	GeoGebra 5.0 ile öğretim (Paralelkenar-Eşkenar dörtgen) (Paralelkenar-Dikdörtgen) (Paralelkenar-Kare)	Fiziksel manipülatiflerle öğretim (Paralelkenar-Eşkenar dörtgen) (Paralelkenar-Dikdörtgen) (Paralelkenar-Kare)
5. Hafta	2 ders saati	GeoGebra 5.0 ile öğretim (Eşkenar dörtgen-Kare) (Dikdörtgen-Kare)	Fiziksel manipülatiflerle öğretim (Eşkenar dörtgen-Kare) (Dikdörtgen-Kare)
6. Hafta	1 ders saati	Son test	Son test

Öğretim yöntemi olarak dörtgenlerin hiyerarşik ilişkileri her iki grupta da dörtgenlerin kritik özelliklerine odaklanılarak verilmiş, öğrencileri dörtgenlere yönelik prototip yargılarından arındırmaya yönelik aktiviteler uygulanmıştır. Deney grubunda dinamik geometri yazılımı GeoGebra 5.0, kontrol grubunda fiziksel manipülatifler kullanılarak yapılan etkinlikler Şekil 2 ve 3' te verilmiştir.

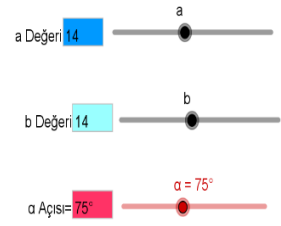
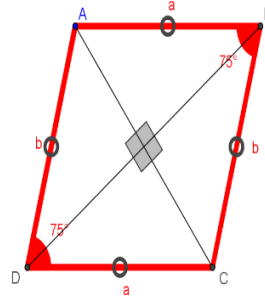


- Karşılıklı bütün kenar çiftleri **paraleldir**..... $[AD] // [BC]$
 $[AB] // [DC]$
- Karşılıklı kenar uzunlukları birbirine **esittir**..... $IAD = IBC$
 $IAB = ICD$
- Karşılıklı açılarının ölçüleri birbirine **esittir**..... $m(A) = m(C)$
 $m(B) = m(D)$
- Ardışık köşelerdeki açılarının ölçüleri toplamı **180°** derecedir.
 $m(A) + m(B) = 180°$
 $m(B) + m(C) = 180°$
 $m(C) + m(D) = 180°$
 $m(D) + m(A) = 180°$
- Köşegenler birbirini **ortalar**..... $IAKI = ICKI$
 $IBKI = IDKI$

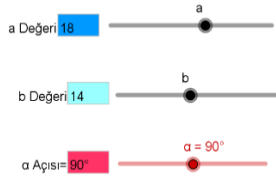
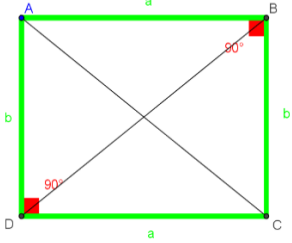
ABCD Paralel Kenar



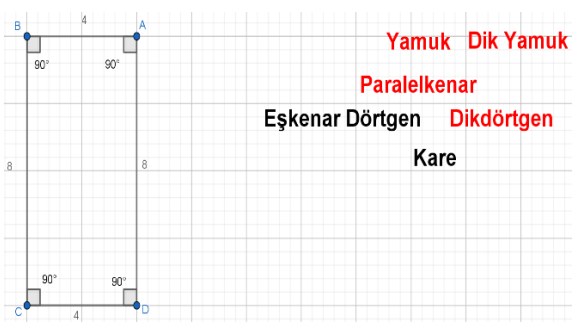
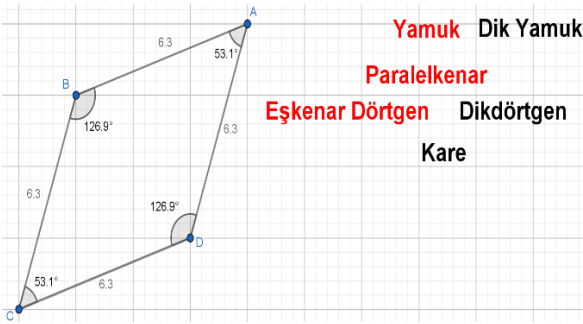
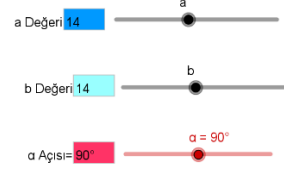
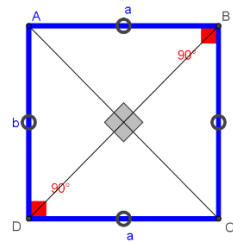
ABCD Eşkenar Dörtgen



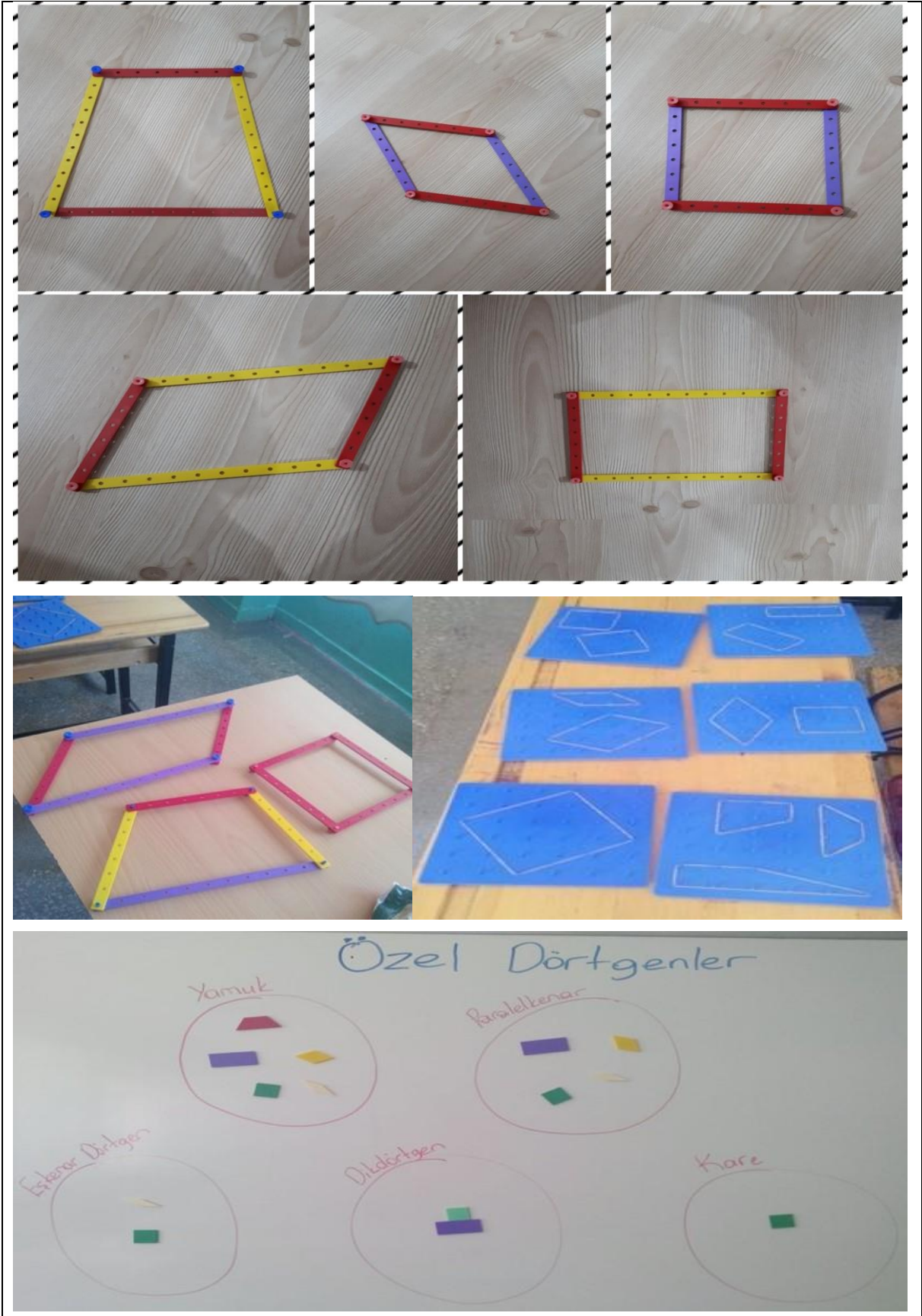
ABCD Dikdörtgen



ABCD Kare



Şekil 2. Deney grubu GeoGebra ders etkinliklerinden örnekler



Şekil 3. Kontrol grubu ders etkinliklerinden örnekler

Çalışmanın Geçerliliğini Artırmak İçin Alınan Önlemler

Katılımcılar aynı mahallede yaşayan, ortak kültüre sahip, sosyal ve ekonomik özellikleri benzer ailelerden gelen öğrencilerdir. Çalışmanın gerçekleştirildiği okulda iki tane sekizinci sınıf bulunmakta olup deney ve kontrol grubu olarak hangisinin seçileceği kura ile belirlenmiştir. Katılımcılara çalışma süresince hangi grupta olduklarına yönelik bir açıklama yapılmamıştır. Katılımcıların olgunlaşma etkisinden etkilenmemeleri için çalışma altı haftalık bir sürede bitirilmiştir. Öğretim fiziksel koşulları benzer sınıflarda, eşit sürede, aynı öğretmen tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulamayı gerçekleştiren öğretmen, altı yıllık öğretmenlik tecrübesine sahiptir ve çalışma sırasında matematik eğitimi alanında yüksek lisans öğrencisidir. Araştırmaya uygulama takvimi hazırlanarak uygulamalar sistemli bir şekilde yapılmaya çalışılmıştır. Veri toplama aracındaki yönergeler dil bilgisi kurallarına uygun olarak hazırlanmış, puanlama iki öğretmen tarafından gerçekleştirilerek uyum yüzdesi .92 olarak hesaplanmıştır. Katılımcı kaybının olmadığından emin olmak ve önlemek amacıyla çalışma süresince yoklama alınarak öğrencilerin derslere katıldığından emin olunmuştur. Araştırma boyunca her iki gruptaki öğrenciler başka bir bilimsel çalışmaya katılmamış, okul dersleri dışında araştırma konusuyla ilgili herhangi bir özel ders veya destek eğitimi almamışlardır. Ek olarak nicel veri sonuçlarını desteklemek ve açıklamak amacıyla, katılımcıların veri toplama aracına verdikleri yazılı cevaplar nitel veri analizi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Veri Analizi

İstatistiksel analizlerin öncesinde deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanları SPSS yazılımına girilmiş, veri seti temizliği yapılmış ve veri setinin t-test analizleri için gerekli varsayımları karşılayıp karşılamadığı araştırılmıştır.

Deney ve kontrol grubunun ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması için bağımlı gruplar t-testi, deney ve kontrol grupları arasındaki puanların karşılaştırılması için bağımsız gruplar t-testi analizleri SPSS.22 programı ile yapılmıştır. Bulguların yorumlanmasında, p kritik değeri $< .05$ olarak kabul edilmiştir.

- Öncelikle değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği değerlendirilmiştir. Bağımlı değişkene ait verilerin dağılımının yatıklık ve basıklık değerleri +2 ve -2 değerleri arasında değiştiğinden bağımlı değişkenin her iki grupta da normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir (Gravetter & Wallnau, 2007; Pallant, 2010).
- Levene Testi sonucuna göre grupların varyansları eşittir.
- Ön test ve son testin uygulanmasında katılımcıların arasında etkileşim olmaması için sınavda ek gözetmen bulundurulmuştur. Verilerin birbirinden bağımsız olduğunu söylemek mümkündür.
- Gruplara 30'dan az kişi düştüğü için öncelikle bağımsız gruplar t-testinin nonparametrik karşılığı olan Mann-Whitney U testi yapılmış ve parametrik istatistik sonuçlarıyla benzer sonuçlar verdiği ve diğer varsayımlar karşılandığı için parametrik istatistik sonuçları rapor edilmiştir (Vickers, 2005).
- Veri setinde uç değer bulunmamaktadır.

BULGULAR

Araştırmanın birinci alt problemine cevap vermek için deney ve kontrol gruplarının ön-test sonuçları arasındaki farkı test etmek amacıyla bağımsız gruplar t-testi analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanlarının karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	Ss	Sd	T	P
Deney Grubu	15	38.00	12.58	28	-0.10	0.92
Kontrol Grubu	15	38.53	15.32			

Tablo 2' ye göre deney ve kontrol gruplarında bulunan katılımcıların ön test puanları için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda gruplar arasında başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır [$t(28) = -0.104$, $p > 0.05$]. Böylelikle deney ve kontrol gruplarındaki katılımcıların uygulama öncesi konu ile ilgili ön bilgilerinin denk olduğunu söylemek mümkündür.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemine cevap vermek için deney grubunun ön-test ve son-test sonuçları arasındaki farkı test etmek amacıyla bağımlı gruplar t-testi analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3.

Deney grubu öğrencilerinin ön test – son test puanlarının karşılaştırılması

Gruplar	<i>N</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	<i>Sd</i>	<i>T</i>	<i>p</i>
Deney Grubu Ön Test	15	38.00	12.58			
				14	-21.03	0.00
Deney Grubu Son Test	15	81.67	11.79			

* $p < .05$

Tablo 3' te görüldüğü gibi deney grubunun ön test ve son test puanları arasında yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucuna göre başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(14) = -21.031$, $p < .05$]. Bu bulgu sonucunda dinamik geometri yazılımı GeoGebra ile işlenen derslerin deney grubu öğrencilerinin dörtgenler ve hiyerarşik ilişkileri konusundaki başarılarını olumlu yönde etkilediğini söylemek mümkündür.

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için bağımlı gruplar t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4. *Kontrol grubu öğrencilerinin ön test – son test puanlarının karşılaştırılması*

Gruplar	<i>N</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	<i>sd</i>	<i>T</i>	<i>p</i>
Kontrol Grubu Ön Test	15	38.53	12.58			
				14	-10.09	0.00
Kontrol Grubu Son Test	15	81.53	11.79			

* $p < .05$

Tablo 4' te görüldüğü gibi kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında, başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(14) = -10.093$, $p < .05$]. Bu bulgu sonucunda fiziksel manipülatifler yardımıyla işlenen derslerin kontrol grubu öğrencilerinin dörtgenler ve hiyerarşik ilişkileri konusundaki başarılarını olumlu yönde etkilediğini söylemek mümkündür.

Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubunun son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı bağımsız gruplar t-testi ile incelenmiş ve sonuçlar Tablo 5' te verilmiştir.

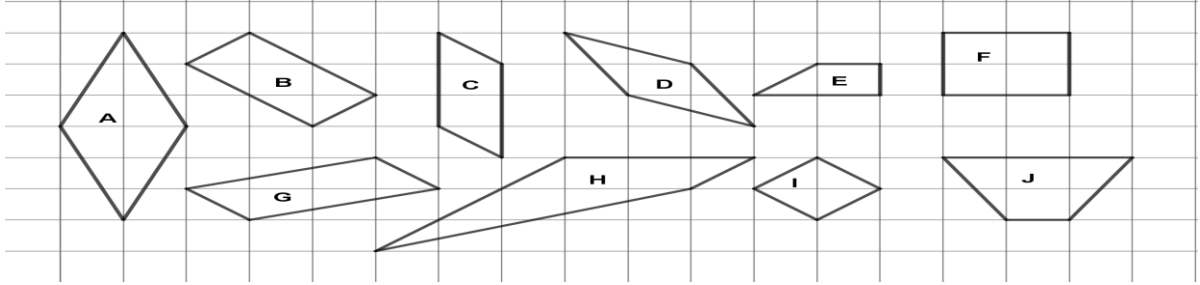
Tablo 5. *Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test puanlarının karşılaştırılması*

Gruplar	<i>N</i>	\bar{X}	<i>Ss</i>	<i>Sd</i>	<i>T</i>	<i>P</i>
Deney Grubu	15	81.67	11.79			
				28	0.03	0.98
Kontrol Grubu	15	81.53	14.46			

Tablo 5' e göre deney ve kontrol grupları arasında son test puanları için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda gruplar arasında başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır [$t(28) = 0.028$ $p > 0.05$]. Bu bulgu, dörtgenler ve hiyerarşik ilişkileri konusunu dinamik geometri yazılımı GeoGebra ile öğrenen deney grubu ile fiziksel manipülatifler yardımıyla öğrenen kontrol grubu arasında başarı yönünden istatistiksel olarak her iki grup lehine anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Aynı öğretim yöntemi ve ders içerikleri kullanıldığında dinamik geometri yazılımı veya manipülatif kullanımının başarı üzerinde benzer etkiyi oluşturduklarını, dinamik geometri yazılımlarının başarıyı artıran bir etkisinin olmadığını söylemek mümkündür.

Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemini “nitel verilere göre deney ve kontrol grubu öğrencileri arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir?” sorusu oluşturmaktadır. Araştırmanın nitel verileri öğrencilerin ölçme aracına verdikleri cevaplardan oluşan yazılı dokümanlardır. Bu soruya yanıt vermek için deney ve kontrol grubundan örnek olarak birer öğrenci seçilmiş ve çalışma öncesi ve sonrasında aynı soruya verdikleri yanıtlar şekiller yardımıyla sunulmuştur. Ölçme aracının ilk sorusunda öğrencilere Şekil 4' deki 10 farklı dörtgen şekli verilmiştir. Katılımcılardan verilen şekiller arasından dikdörtgen, paralelkenar, kare, yamuk ve eşkenar dörtgen olduğunu düşündükleri şekilleri seçmeleri ve seçimlerinin nedenlerini belirtmeleri istenmiştir.



Şekil 4. Ölçme aracının birinci sorusunda verilen dörtgenler

Ön testte katılımcıların dikdörtgen seçimleri incelendiğinde 30 öğrenciden kontrol grubunda bulunan sadece 1 öğrencinin B, F, I şekillerini seçerek doğru seçimleri yaptığı ve seçiminin nedenini dikdörtgenin kritik özelliklerini belirterek ifade ettiği tespit edilmiştir. Bu öğrenci dışında F ve I karelerinin de bir dikdörtgen olduğunu belirten 2 deney 2 de kontrol grubunda olmak üzere toplam 4 öğrenci vardır. Bu 4 öğrencinin tam puan alamamasının sebebi seçmemeleri gereken şekilleri de dikdörtgen olarak seçmeleri veya her ne kadar karenin aynı zamanda dikdörtgen olduğunu belirtse de seçimlerinin nedenlerini istenen düzeyde ifade edememelerinden kaynaklanmaktadır. Karenin aynı zamanda bir dikdörtgen olduğunu belirten bu 5 öğrencinin dörtgenler arası hiyerarşik yapıyı tam olarak kuramaları da parçalı olarak sınıflandırabildiklerini söylemek mümkündür. Katılımcıların büyük çoğunluğunun ise dikdörtgen prototipi olan B şeklini seçtikleri görülmüştür. Kontrol ve deney grubu katılımcılarının çoğunun B prototipi yanında iç açılarının 90^0 olmadığını gözden kaçırarak C ve G paralelkenarlarını da dikdörtgen olarak seçtikleri tespit edilmiştir. Katılımcıların seçim yaparken, dikdörtgenin kritik özelliklerine odaklanmaktan ziyade, kritik olmayan bir özellik olarak iki uzun iki kısa kenarının olmasının yeterli olduğunu düşündüklerini söylemek mümkündür. Kontrol ve deney grubu katılımcılarının son testte dikdörtgen seçimlerine yönelik cevapları incelendiğinde ise katılımcıların genelde dikdörtgenin karşılıklı kenarlarının paralel olduğu, karşılıklı kenarlarının eşit ve iç açılarının 90^0 olduğu gibi kritik özelliklerine odaklandıkları tespit edilmiştir. Kontrol ve deney gruplarından birer öğrenci haricinde katılımcıların F ve I karelerine de seçimlerinde yer vererek, kare dikdörtgen ilişkisini kurabildikleri görülmüştür. Deney ve kontrol gruplarından birer öğrencinin dikdörtgen seçimlerine yönelik ön ve son testte verdikleri cevaplar Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6.

Dikdörtgen seçimi

Öğrenci – Test	Öğrenci Cevabı
D ₅ Ön test	I. Dikdörtgen olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız.(4 x 2 = 8 puan) Harfler : B, C, G Neden : A ve G 90° olup iki uzun iki kısa kenardan oluşmuştur
D ₅ Son test	I. Dikdörtgen olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız.(4 x 2 = 8 puan) Harfler : F, B, I Neden : 90° olan 90° için
K ₇ Ön test	I. Dikdörtgen olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız.(4 x 2 = 8 puan) Harfler : B, G, C Neden : 2 kenar ve dört kenarlı
K ₇ Son test	I. Dikdörtgen olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız.(4 x 2 = 8 puan) Harfler : F, I, B Neden : Karşılıklı kenarı birbirine eşit olan ve açısı 90° olan

Tablo 6’da görüldüğü gibi D₅’ in ön testte F ve I karelerini dikdörtgen olarak seçmediği ve dikdörtgenin iki uzun iki kısa kenarı olması gerektiğini vurguladığı görülmektedir. D₅ son testte dikdörtgenin kritik özelliklerini göz önünde bulundurarak kareleri de dikdörtgen olarak değerlendirmiştir. Dikdörtgen olması için şeklin iç açılarının 90° olması gerektiğini belirtmiştir. Benzer şekilde kontrol grubundaki katılımcı K₇ de ön testte D₅ ile aynı dörtgenleri seçmiş fakat son testte doğru seçimleri yaparak dikdörtgenin karşılıklı kenarlarının eşit ve iç açılarının 90° olması gerektiğini vurgulamıştır. Her iki gruptaki katılımcıların da son testte kare ve dikdörtgen ilişkisini kurabildiklerini söylemek mümkündür.

Katılımcıların ön testteki paralelkenar seçimleri incelendiğinde sadece deney grubundan 1 öğrencinin seçimlerini doğru yaptığı ve seçim nedenini paralelkenarın kritik özellikleriyle belirttiği görülmüştür. Deney grubundaki bu öğrenci dışında kare, eşkenar dörtgen ve dikdörtgenin aynı zamanda bir paralelkenar olduğu şeklinde doğru yanıtlayan öğrenci bulunmamaktadır. Katılımcılar seçimlerinde genelde paralelkenar prototipi olan C ve G şekillerini seçmişler ve bazı katılımcılar da bu seçimlerinin yanında A ve D eşkenar dörtgenlerine de seçimlerinde yer verdikleri görülmüştür. A ve D eşkenar dörtgenlerini paralelkenar olarak seçen katılımcıların eşkenar dörtgen paralelkenar ilişkisini bilinçli olarak seçmedikleri, bu şekiller paralelkenar prototipine benzer olduğu için seçtikleri tespit edilmiştir. Bu kanıya varılmasının sebebi katılımcıların ön testin 2. sorusunda farklı bir paralelkenar çizmeleri istendiğinde eşkenar dörtgen çizmemeleri ve ders ve etkinlikler esnasında yapılan gözlem ve görüşmelerdir. Katılımcıların son testteki paralelkenar seçimleri incelendiğinde H, J ve E yamukları dışında tüm şekilleri paralelkenar olarak seçtikleri; paralelkenar kare, paralelkenar eşkenar dörtgen ve paralelkenar dikdörtgen ilişkisini kavradıklarını söylemek mümkündür. Seçimlerinin nedeni olarak karşılıklı kenarlarının paralel ve eşit

olduğuna vurgu yaptıkları tespit edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarından birer öğrencinin paralelkenar seçimlerine yönelik ön ve son testte verdikleri cevaplar Tablo 7’ de verilmiştir.

Tablo 7.

Paralelkenar seçimi

Öğrenci – Test	Öğrenci Cevabı
D ₉ Ön test	II Paralelkenar olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler : A, D, C Neden : Tüm kenarları birbirine paralel
D ₉ Son test	II Paralelkenar olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler : A, B, E, C, D, F, I Neden : Karşılıklı kenarları birbirine paralel olan
K ₅ Ön test	II Paralelkenar olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler : C - G Neden : Karşılıklı kenarları birbirine eşit olan
K ₅ Son test	II Paralelkenar olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler : A - B - C - D - F - G - I Neden : Karşılıklı kenarları paralel olan

Tablo 7’ de görüldüğü gibi D₉ ön testte paralelkenarın tüm kenarlarının birbirine paralel olduğunu belirterek prototip şekilleri seçerken, son testte kare, dikdörtgen ve eşkenar dörtgenlere de seçimlerinde yer vererek paralelkenarın karşılıklı kenarlarının paralel olması gerektiğini belirtmiştir. K₅ ön testte paralel kenarın karşılıklı kenarlarının eşit olması gerektiğini belirterek sadece prototip şekilleri seçmiş, son testte ise karşılıklı kenarların paralel olması gerektiğine vurgu yaparak doğru seçimleri yapmıştır. Her iki öğrencinin de son testte paralelkenarın diğer dörtgenlerle ilişkisine yönelik daha üst düzey bir bilişsel seviyeye ulaştıklarını söylemek mümkündür.

Katılımcıların ön testteki kare seçimleri incelendiğinde birçok öğrencinin F ve I kare prototiplerini seçtikleri ve seçim nedenlerinde ise genelde karenin dört kenarının uzunluğunun eşit olduğunu belirttikleri görülmüştür. Sadece bir öğrenci karenin iç açılarının 90° olması gerektiğine de belirtmiştir. Karenin açılı özelliğini gözden kaçırarak öğrencilerin A ve D eşkenar dörtgenlerini de kare olarak seçtikleri görülmüştür. Bu yanılgıya düşen ve diğer tüm katılımcıların son testte verdikleri cevaplarda kare seçimlerini doğru yaptıkları ve seçim nedenlerini karenin kritik özellikleriyle belirttikleri tespit edilmiştir. Ön testte eşkenar dörtgenin kare olduğunu düşünen deney ve kontrol grubundan birer öğrencinin ön ve son test cevapları Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 8.

Kare seçimi

Öğrenci – Test	Öğrenci Cevabı
D ₃ Ön test	<p>III. Kare olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (3 x 2 = 6 puan) Harfler: A, D, F, I Neden: 4 kenarının birbirine eşit ve paralel olduğu</p>
D ₃ Son test	<p>III. Kare olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (3 x 2 = 6 puan) Harfler: F, I Neden: Tüm kenarları birbirine eşit ve açılar 90° dir</p>
K ₈ Ön test	<p>III. Kare olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (3 x 2 = 6 puan) Harfler: F, I, D, A Neden: 4 kenarının eş oluşu ve paralel oluşu.</p>
K ₈ Son test	<p>III. Kare olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (3 x 2 = 6 puan) Harfler: F, I Neden: Tüm kenarları eşit ve 90°</p>

Tablo 8 incelendiğinde D₃ ve K₈' in ön testte eşkenar dörtgenlerin kare olduğunu düşündükleri son testte ise iç açılarının 90° olduğuna odaklanarak doğru seçimleri yapabildikleri görülmektedir. Katılımcıların ön testte yamuk seçimleri incelendiğinde genelde H, J ve E yamuk prototiplerini seçtikleri ve hiçbir öğrencinin yamuk ile diğer dörtgenlerin ilişkisini bilmedikleri görülmüştür. Seçim nedeni olarak da katılımcıların genelde yamuğun 4 kenar uzunluğunun da farklı olması gerektiğini belirttikleri veya bir açıklama getiremedikleri belirlenmiştir. Katılımcıların yamuğun tanımını ve kritik özellikleri konusunda eksiklikleri olduğunu söylemek mümkündür. Son testte hem kontrol hem de deney grubu katılımcılarının tüm şekilleri yamuk olarak seçtikleri ve açıklamalarında da yamuğun en az bir çift kenarının paralel olması gerektiğini vurguladıkları görülmüştür. Katılımcıların son testte verdikleri cevaplarla kare, eşkenar dörtgen, dikdörtgen ve paralelkenarların aynı zamanda bir yamuk olduğunu öğrendikleri tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grubundan birer öğrencinin ön ve son testte yamuk seçimlerine yönelik cevapları Tablo 9' da verilmiştir.

Tablo 9.

Yamuk seçimi

Öğrenci – Test	Öğrenci Cevabı
D ₁ Ön test	IV. Yamuk olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler : E, J, H Neden : 4 kenarının hepside birbirinden farklı oldu için
D ₁ Son test	IV. Yamuk olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler : Hepsî Neden : En az 1 çift kenarı birbirine paralel olan
K ₁₂ Ön test	IV. Yamuk olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler : H, J, Neden : Yamuk olduğu için
K ₁₂ Son test	IV. Yamuk olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler : A, B, C, D, E, F, G, H, I, J Neden : En az bir çift kenarı paralel

Tablo 9' dan görüldüğü gibi D₁, ön testte yamuğun 4 kenarının da farklı olması gerektiğini belirterek E, J ve H yamuk prototiplerini; K₁₂ ise şekillerin yamuk olduğunu düşünerek H ve J prototiplerini seçmişlerdir. Son testte ise her iki öğrenci de yamuğun en az bir çift kenarının paralel olması gerektiğini belirterek tüm şekilleri yamuk olarak seçmişlerdir.

Katılımcıların ön testte eşkenar dörtgen seçimleri incelendiğinde A ve D eşkenar dörtgen prototiplerini seçtikleri ve açıklamalarında da genelde kenar uzunluklarının eşit olması gerektiğine vurgu yaptıkları görülmüştür. Kenar uzunluklarının eşit olması gerektiğini söylemelerine rağmen kontrol grubundan 2 ve deney grubundan 1 öğrenci hariç F ve I karelerini seçimlerinde bulunduran öğrenci bulunmamaktadır. Kontrol ve deney grubu katılımcılarının son test cevapları incelendiğinde kare eşkenar dörtgen ilişkisini kurabildikleri gözlenmiştir. Kontrol ve deney grubundan birer öğrencinin ön ve son testte eşkenar dörtgen seçimlerine yönelik cevapları Tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 10.

Eşkenar dörtgen seçimi

Öğrenci – Test	Öğrenci Cevabı
D ₁ Ön test	V. Eşkenar dörtgen olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler: A, B, C, D, G Neden:
D ₁ Son test	V. Eşkenar dörtgen olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler: A, D, I, F Neden: Tüm kenarları eşit ve paralel
K ₆ Ön test	V. Eşkenar dörtgen olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler: A, D Neden: Çizim: Kenarları birbirine eş
K ₆ Son test	V. Eşkenar dörtgen olduğunu düşündüğünüz şekillerin harflerini yazınız. Nedenlerinizi açıklayınız. (4 x 2 = 8 puan) Harfler: A, D, I, F Neden: 4 kenarı birbirine eşit olan

Tablo 10' da görüldüğü gibi D₁ ön testte eşkenar dörtgen seçimlerini doğru yapamamış ve seçimlerine bir açıklama getirememiştir. D₁ son testte ise seçimlerini doğru yapmış ve A, D eşkenar dörtgen prototipi yanında F ve I karelerini de seçmiş ve seçim nedeni olarak tüm kenarlarının eşit ve paralel olması gerektiğini vurgulamıştır. K₆ da ön testte tüm kenarların eşit olduğunu vurgulayıp A ve D şekillerini seçerken, son testte ise karelerin eşkenar dörtgen olduğunu doğru şekilde belirttiği görülmüştür.

Ölçme aracının ikinci sorusunda katılımcıların birbirinden farklı olduğunu düşündükleri ikişer adet dikdörtgen, paralelkenar, yamuk ve eşkenar dörtgen çizimleri istenmiştir. Katılımcıların ön testte şekillere yönelik ilk çizimlerinin en çok bilinen prototip şekiller olduğu, farklı olarak düşünüp çizdikleri ikinci şekillerin ise genelde birinci şeklin boyut veya yönünün değiştirilerek çizilen şekiller oldukları görülmüştür. Ön testte birkaç öğrenci dikdörtgen ve eşkenar dörtgene ait ikinci çizimlerinde kare çizmişler ve karenin aynı zamanda dikdörtgen ve eşkenar dörtgen olduğunu belirttikleri görülmüştür. Her iki grup katılımcılarının son test çizimleri incelendiğinde, katılımcıların büyük çoğunluğunun ilgili şekille alakalı ikinci çizimlerinde dörtgenlerin ilişkilerine dikkat ederek çizimlerini yaptıkları belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların ön test çizimlerinde hiçbir şekilde notasyona dikkat etmezken son testte daha dikkatli notasyon işaretlemeleri yaptıkları görülmüştür. Ölçme aracının dörtgenlerin hiyerarşik ilişkilerine yönelik olan doğru yanlış ve test sorularında da her iki gruptaki katılımcıların da son testte genel olarak doğru cevap verdikleri tespit edilmiştir.

Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada, araştırma etiği ilkeleri gözetilerek, gerekli etik kurul izinleri alınmıştır. Etik kurul izni kapsamında; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulunun 02.04.2020 tarihli kararı ve 06.04.2020-E.19584 etik değerlendirme sayılı belgesi alınmıştır.

TARTIŞMA SONUÇ ve ÖNERİLER

Dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin matematik başarısını nasıl etkilediği sorusu matematik eğitimcileri tarafından, yıllardır ilgiyle araştırılan konulardan birisidir (Acar, 2015; Baki ve Özpınar, 2007; Güven ve Yılmaz, 2012; İçel, 2011; Kepçeoğlu, 2010; Öz, 2015; Selçik ve Bilgici, 2011). Öğrencilerin keşfetmekte güçlük çektikleri bir konu olarak dörtgenlerin hiyerarşik ilişkilerinin (Erez ve Yerushalmy, 2006; Erşen ve Karakuş, 2013; Fujita ve Jones, 2007; Okazaki ve Fujita, 2007) dinamik geometri yazılımları desteğiyle daha kolay kavrayacaklarına yönelik yapılan çalışmalarda görece artış gözlenmektedir (Sümen, 2013; Türk Samur ve Akyüz, 2015; Uysal, 2013; Uzun, 2014).

Bu çalışma ise dörtgenlerin hiyerarşik ilişkileri konusunun, dinamik geometri yazılımı GeoGebra 5.0 veya fiziksel manipülatifler yardımıyla öğretiminin, 8. sınıf öğrencilerinin dörtgenleri ilişkilendirme erişim düzeylerine etkileri açısından bir farklılık oluşturup oluşturmadığını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Öncelikle başarıları yönünden birbirine denk olan iki grup öğrenci seçilerek deney ve kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Daha sonra, dörtgenlerin ilişkilendirilmesi konusu, kontrol ve deney grubuna aynı öğretmen tarafından, öğrencileri dörtgenlerin prototip yargılardan arındırıp hiyerarşik ilişkiler kurmalarına olanak sağlayacak şekilde tartışma soruları, etkinlikler, ve ödevler açısından benzer ders planları ile ders işlenmiştir. Ancak ders araç gereci olarak deney grubunda dinamik geometri yazılımı GeoGebra 5.0 kontrol grubunda ise geometri şeritleri, geometri tahtası, minyatür dörtgen seti gibi fiziksel manipülatifler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin dörtgenlerin ilişkilendirilmesi konusundaki erişim düzeyleri hem nicel hem de nitel verilerin analizi ile incelenmiştir. Nicel analizlere ait bulgular, deney ve kontrol grubundaki öğrenciler arasında dörtgenleri ilişkilendirebilme erişim düzeyi açısından anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Nitel verilerin analizine göre ise her iki gruptaki katılımcıların sınıflandırma yaparken dörtgenlerin kritik özelliklerine odaklandıkları ve prototip seviyede kalan öğrenci sayısı açısından benzer özellikler gösterdikleri görülmüştür. Ancak çalışmalar incelendiğinde dinamik geometri yazılımlarının matematik öğretiminde yalnızca içeriği zenginleştirme amaçlı kullanılmadığı özellikle Türkçe literatürde daha çok dinamik geometri yazılımlarının öğrenci başarısını nasıl etkilediği konusunun incelendiği görülmüştür. Literatürde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısını artırdığı yönünde çok sayıda çalışmaya ulaşıırken (ör. Acar, 2015; Baki ve Özpınar, 2007; Güven ve Yılmaz, 2012; İçel, 2011; Kepçeoğlu, 2010; Öz, 2015; Selçik ve Bilgici, 2011; Sümen, 2013; Türk Samur ve Akyüz, 2015; Uysal, 2013; Uzun, 2014) aksini iddia eden çalışmalar da mevcuttur (Demirbilek ve Özkale, 2014; Forsythe, 2007).

Günhan ve Açıkan'ın (2016) konu ile ilgili olarak yaptıkları meta-analiz çalışmasında, deney sürelerini 1-20 ve 21 ve üstü ders saati olarak iki gruba ayırarak yaptıkları etki büyüklükleri karşılaştırması analizi sonucunda, deney sürelerinin öğrencilerin geometri başarılarını etkilemediği sonucuna ulaşmışlardır. Geometri başarısını artıran bir etken olarak dinamik geometri yazılımlarının matematik derslerinde daha uzun süre kullanılmasının öğrenci başarısı üzerindeki olumlu etkiyi artırmadığı söylemek mümkündür. Mevcut çalışmada ise hem dinamik geometri yazılımının hem de manipülatif kullanımının öğrenci başarısını anlamlı düzeyde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak, dörtgenlerin hiyerarşik ilişkilerinin öğretiminde GeoGebra 5.0 kullanımı ile fiziksel manipülatif kullanımı arasında öğrenci erişim düzeyini artırma açısından bir fark olmadığı da gözlenmiştir. Bu sonuç Demirbilek ve Özkale (2014)'nin çalışmasının sonucuyla da uyumludur. Bu çalışmaların ortak sonucu ise gerek dinamik geometri gerekse fiziksel manipülatif kullanımında dörtgenler arası ilişkilerin kavratılması için dörtgenlerin prototip özelliklerinden çok kritik özelliklerine odaklanılarak ders işlenmesinin daha etkili olduğu, kullanılan dinamik geometri yazılımının ve manipülatiflerin bu süreci destekleyen birer araç olduklarını söylemek mümkündür. Öğrenciler dörtgen tanımlarını hariç tutan tanımlarla yani birbirleriyle ilişkilendirmeden sadece özelliklerine odaklanarak öğrendiklerinde dörtgenler arası ilişkileri sorgulamalarını gerektiren sorularla karşılaştıklarında, dörtgenler arası hiyerarşik yapıyı algılamakta güçlük yaşadıkları bilinmektedir (Ay ve Başbay, 2017; Balgalmış ve Işık-Ceyhan, 2019; Duatepe-Paksu, İymen ve Pakmak, 2012; Fujita ve Jones, 2006b; Horzum, 2018; Nakahara, 1995; Okazaki ve Fujita, 2007; Ubuz ve Üstün, 2003; Zeybek, 2018). Bu bağlamda öğrencilerin dörtgenleri ilişkilendirme erişim düzeylerinin dersin öğretiminde dinamik

geometri yazılımı kullanılmasından çok ders içeriğinden etkilendiğini söylemek mümkündür. Balgalmış ve Işık-Ceyhan (2019) deney grubunda dörtgenlerin içeren ve kontrol grubunda hariç tutan tanımlarına odaklanarak beş hafta süresince uyguladıkları deneysel çalışmaları sonucunda öğrencilerin dörtgenlerin ilişkilendirebilme becerisi açısından deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir farklılık tespit etmişlerdir. Erişi düzeyini artıran faktörün öğretimde dinamik geometri yazılımları ve manipülatif kullanmaktan ziyade, öğrencilerdeki prototip yargıyı kırmaya yönelik, dörtgenlerin kritik özelliklerine odaklanmalarını sağlayıcı bir öğretim yöntemi kullanmak olduğu söylenebilir.

Nitel veri analizi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki katılımcıların ön testleri incelendiğinde dörtgenlerin hiyerarşik ilişkileri hakkında hiç ya da kısmi bir bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Katılımcıların son testleri incelendiğinde ise hem kontrol hem de deney grubundaki öğrencilerin dörtgenler arası hiyerarşik ilişkiler hakkında daha fazla bilgi sahibi oldukları ve dörtgenler arası bütünsel ilişkiyi kurabildikleri gözlenmiştir. Her iki gruptaki katılımcıların ön test ve son testleri arasında erişilme seviyesi açısından son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark varken deney grubu ve kontrol grubu olarak karşılaştırıldıklarında ön testleri ve son testleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Mevcut çalışmada dörtgenlerin özellikleri birbirinden bağımsız olarak değil, birbirleriyle ilişkilendirilerek, hiyerarşik sınıflamaya vurgu yapılarak kavratılmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak uygulanan matematik öğretimi neticesinde öğrencilerin dörtgenlere yönelik prototip yargılardan uzaklaşıp hiyerarşik ilişkiler kurmaya başladıkları gözlenmiştir. Dörtgenlerin ilişkilendirilmesi konusundaki erişilme düzeylerini yükseltmek zihinlerindeki dörtgenlerle ilgili prototip yargıların yerine, dörtgenlerin kritik özelliklerine odaklanmalarını sağlamakla mümkün olabilir. Bu nedenle öğrencilerin erişilme düzeylerini yükselten etkinin dinamik geometri yazılımlarından kaynaklandığını iddia etmenin doğru bir yaklaşım olmadığı düşünülmektedir. Benzer etkinlikler fiziksel manipülatifler yardımıyla yapıldığında da benzer sonuçlarla karşılaşmaktadır. Bu çalışmada da dinamik geometri yazılımı ve fiziksel manipülatiflerin, dörtgenlerin ilişkilendirilmesi konusunun öğretiminde benzer etkinlikler vasıtasıyla kullanılması öğrencilerin erişilme düzeyinde benzer değişimler yaratmıştır. Dinamik geometri yazılımı ve manipülatiflerin başarıyı destekleyici birer araç olduklarını söylemek mümkündür.

Öğrencilerin geometrik kavramlar ile ilgili yanlış algı ve eksiklerinin giderilmesi için fiziksel manipülatifler ve dinamik yazılımlar gibi araçların kullanımı öğretimin niteliğinin artırılması açısından gereklidir. Ancak öğrencilerin erişilme düzeyini bu araçlardan hangisinin kullanıldığından ziyade, bu araçların hangi amaçla ve nasıl kullanıldığına etkilendiğini söylemek mümkündür. Sonuç olarak, dörtgenlerin öğretim etkinliklerinde dörtgenleri sadece standart bir formda değil, farklı şekillerde kullanmak, dörtgenin tanımına uygun olmayan görselleri göstererek, öğrencilerin karşılaştırma yapmalarına imkan tanımak, dörtgenlerin tanımları ve özelliklerini açıklarken, öğrencileri hiyerarşik ilişkileri fark edebilecekleri tartışmalara yönlendirmek gibi etkinliklerin, dörtgenlerin hiyerarşik ilişkilerinin öğrenciler tarafından kavranmasını destekleyeceği düşünülmektedir. Bu amaçla planlanacak etkinliklerde öğrencilerde dörtgenler ile ilgili olarak prototip bir algı oluşturmamak amacıyla, öğrencilerden aynı dörtgeni birbirinden farklı formlarda çizmeleri, dörtgenleri yamuk olanlar, köşegenleri dik kesişenler gibi ortak özelliklerine göre sınıflandırmaları, çeşitli dörtgenler arasından dikdörtgen, paralelkenar, kare, yamuk ve eşkenar dörtgenleri seçerek nedenleriyle açıklamalarını istemek dersin kazanımlarına ulaşılması açısından gerekli olduğu düşünülmektedir. İleriki çalışmalarda öğretim araçlarından hangisinin daha etkili olduğunu ispatlamaya yönelik deneysel çalışmalar yerine bu araçların nasıl bir öğretim yaklaşımıyla, hangi teknikler kullanılarak, öğrencilere ne tür etkinlikler yaptırılarak işlenmesi gerektiğine yönelik çalışmalara yer verilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

- Acar, H. (2015). *Üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunun dinamik geometri yazılımı geogebra ile öğretiminin öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak.
- Akkaş, E. N. ve Tünel, E. (2015). Middle school mathematics teachers' pedagogical content knowledge regarding student knowledge about quadrilaterals. *Elementary Education Online*, 14(2), 744-756.
- Alsina, C. ve Nelsen, R. (2010). An invitation to proofs without words. *European Journal of Pure And Applied Mathematics*, 3(1), 118-127.
- Anderson, R. E. (2008). Implications of the information and knowledge society for education. J. Voogt and G. Knezek (Ed.). *International handbook of information technology in primary and secondary education* (pp. 5-22). New York: Springer Science+Business Media, LLC.
- Ay, Y. ve Başbay, A. (2017). Çokgenlerle ilgili kavram yanlışları ve olası nedenler. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(1), 83-104.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Trabzon: Derya Kitabevi.

- Baki, A. ve Özpinar, İ. (2007). Logo destekli geometri öğretimi materyalinin öğrencilerin akademik başarılarına etkileri ve öğrencilerin uygulama ile ilgili görüşleri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 153-164.
- Balgalmış, E. ve Işık-Ceyhan, E. (2019). Dörtgenlerin ilişkilendirme becerisinin gelişimine yönelik öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin erişim düzeylerine etkisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 130-156.
- Baltacı, S. ve Baki, A. (2016). Dinamik matematik yazılımının öteleme ve dönme dönüşümlerinin öğretiminde kullanılmasının bağlamsal öğrenme boyutundan incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 119-139.
- Başaran Şimşek, E. (2012). *Dinamik matematik yazılımı kullanmanın ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına ve uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F. K. Lester Jr. (Ed.). *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 843-908). North Carolina: Information Age Publishing.
- Baykul, Y. (2009). *İlköğretimde matematik öğretimi (6 8.Sınıflar)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bedir, D., Yılmaz, S. ve Keşan, C. (2005). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin ilköğretimde öğrenci başarısına etkisi*. XIV. Eğitim Bilimleri Kongresi Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 28-30 Eylül 2005, Denizli, 372-376.
- Bütüner, S. Ö. ve Filiz, M. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının dörtgenleri sınıflandırma becerilerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 43-56.
- Chrysanthou, I. (2008). *The use of ICT in primary mathematics in Cyprus: The case of GeoGebra*. Master's thesis. University of Cambridge, UK.
- Çakmak Gürel, Z. ve Okur, M. (2016). Ortaokul 6. ve 7. Sınıf Öğrencilerinin Kesirler Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 922-952.
- Delice, A. ve Karaaslan, G. (2015). Dinamik geometri yazılımı etkinliklerinin öğrenci performansları bağlamında incelenmesi: analitik düzlemde doğru denklemleri. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 41, 35-57
- Demirarslan, Y. ve Koçak Usluel, Y. (2005). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğrenme öğretme sürecine entegrasyonunda öğretmenlerin durumu. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 4(3), 109-113.
- Demirbilek, M. ve Özkale, A. (2014). GeoGebra kullanımının önlisans matematik öğretimine etkinliğinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 8(2), 98-123.
- De Villiers, M. (2004). Using dynamic geometry to expand mathematics teachers' understanding of proof. *The International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, 35(5), 703-724.
- Dikovic, L. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level, *ComSIS*, 6(2), 191-203.
- Duatepe-Paksu, A., İymen, E. ve Pakmak, G. S. (2012). How well elementary teachers identify parallelogram? *Educational Studies*, 38(4), 415-418.
- Er, S. ve Sağlam Kaya, Y. (2017). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının Geogebra ortamında materyal hazırlama hakkındaki görüşleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 228-242.
- Erez, M. ve Yerushalmy, M. (2006). If you can turn a rectangle into a square, you can turn a square into a rectangle: Young students' experience the dragging tool. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11(3), 271-299.
- Erşen, Z. B. ve Karakuş, F. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının dörtgenlere yönelik kavram imajlarının değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(2), 124-146.
- Filiz, M. (2009). *Geogebra ve cabri geometri II dinamik matematik yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Fischbein, E. (1993). The theory of Figural Concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 24, 139-162.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. Boston: McGraw-Hill.
- Forsythe, S. (2007). Learning geometry through dynamic geometry software. *Mathematics Teaching Incorporating Micromath*, 202, 31-35.
- Fujita, T. (2012). Learners' level of understanding of the inclusion relations of quadrilaterals and prototype phenomenon. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31, 60-72.
- Fujita, T. ve Jones, K. (2006a). Primary trainee teachers' knowledge of parallelograms. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 26(2), 25-30.
- Fujita, T. ve Jones, K. (2006b). Primary trainee teachers' understanding of basic geometrical figures in Scotland. In J. Novotana, H. Moraova, K. Magdalena ve N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings of The 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 14-21.
- Fujita, T. ve Jones, K. (2007). Learners' understanding of the definitions and hierarchical classification of quadrilaterals: towards a theoretical framing. *Research in Mathematics Education*, 9 (1&2), 3-20.
- Genç, G. ve Öksüz, C. (2016). Dinamik matematik yazılımı ile 5. sınıf çokgenler ve dörtgenler konularının öğretilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi* 24(3), 1551-1566.
- Günhan, B. C. ve Açıkan, H. (2016). Dinamik geometri yazılımı kullanımının geometri başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(1), 1-23.

- Güven, B. ve Kösa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(4), 100-107.
- Güven, B. ve Kösa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(4), 100-107.
- Güven, B. ve Yılmaz, G. K. (2012). Dönüşüm geometrisi konusunda kullanılan dinamik geometri yazılımlarının öğretmen adaylarının başarılarına etkisi. *NWSA: Education Sciences*, 7(1), 442-452.
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2007). *Statistics for the behavioral sciences*, (7th Edition). Belmont: Thomson Wadsworth.
- Hidroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2014). Matematiksel modellemede GeoGebra kullanımı: Boy-ayak uzunluğu problemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (36), 29-44.
- Hohenwarter, M. (2001). GeoGebra (4.2.3.0 ed.).
- Hollebrands, K.F. (2007). The Role of a Dynamic Software Program for Geometry in the Strategies High School Mathematics Students Employ. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 164-192.
- Horzum, T. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının dörtgenler hakkındaki anlamalarının kavram haritası aracılığıyla incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 9(1), 1-30.
- İçel, R. (2011). *Bilgisayar destekli öğretimin matematik başarısına etkisi: GeoGebra örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Jackiw, N., (2001). The Geometer's Sketchpad (Version 4.0) [Computer software]. Emeryville, CA: Key Curriculum Press.
- Jiang, Z., White, A., Sorto, M. A., Dickey, E., McBroom, E., & Rosenwasser, A. (2015). *A dynamic geometry-centered teacher professional development program and its impact*. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED584322.pdf>
- Kabaca, T. (2017). Understanding the hierarchical classification of quadrilaterals through the ordered relation according to diagonal properties, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(8),1-9.
- Kakihana, K. ve Fukuda, C. (2012). *Activities for learning transformation based on visualization*. 12th International Congress on Mathematical Education, Seoul.
- Karakırık, E. ve Aydın, E. (2011). Matematik öğrenme nesnelere. E. Karakırık (Ed.), *Matematik eğitiminde teknoloji kullanımı* (s. 19-33), Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karataş, I. ve Güven, B. (2015). Dinamik geometri yazılımı Cabri'nin matematik eğitiminde kullanımı: Pisagor bağıntısı ve çokgenlerin dış açıları. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 15-28.
- Kepeçoğlu, G. (2010). *GeoGebra yazılımıyla limit ve süreklilik öğretiminin öğretmen adaylarının başarısına ve kavramsal öğrenmelerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Klausmeier, H.J. & Feldman, K. V. (1975). Effects of a definition and varying number of examples and nonexamples on concept attainment. *Journal of Educational Psychology*, 67(2), 174-178.
- Köse, N., Tanışlı, D., Özdemir Erdoğan, E. ve Yüzügüllü Ada, T. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli geometri dersindeki geometrik oluşum edinimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 102-121.
- Kumar, N., Rose, R. C. ve D'Silva, J. L. (2008). Teachers' readiness to use technology in the classroom: An empirical study. *European Journal of Scientific Research*, 21(24), 603-616.
- Laborde, J.-M. & Bellemain, F. (2005). Cabri II [Computer software]. Temple, TX: Texas Instruments.
- Lu, Y.W.A. (2008). English and Taiwanese upper secondary teachers approaches to the use of GeoGebra, *Acta Scientiae*, 10 (2), jul./dez. Canoas, Brazil.
- Monaghan, F. (2000). What difference does it make? Children's views of the differences between some quadrilaterals. *Educational Studies in Mathematics*, 42(2), 179-196.
- Mutluoğlu, A. ve Erdoğan, A. (2020). 6. Sınıf öğrencilerinin dörtgenler hakkındaki geometrik muhakeme süreçleri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(27), 236-265 .
- Nakahara, T. (1995). Children's construction process of the concepts of basic quadrilaterals in Japan. *Proceedings of The 19th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 2734.
- Okazaki, M. ve Fujita, T. (2007). Prototype phenomena and common cognitive paths in the understanding of the inclusion relations between quadrilaterals in Japan and Scotland. *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 41-48.
- Öksüz, C. & Başışık, H. (2019). 5. Sınıf öğrencilerinin çokgenler ve dörtgenler konularında sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Armağan Özel Sayısı*, 413-430.
- Öz, M. (2015). *Ortaokul 7. sınıf matematik dersi geometrik cisimler alt öğrenme alanının öğretiminde dinamik matematik yazılımı GeoGebra 5.0 kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özdemir, Ş. (2011). *Oyun tabanlı öğrenmede GeoGebra kullanımı: Köklü sayılar keşif oyunu*. 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium, 22-24 September 2011, Fırat University, Elazığ, Turkey.

- Özer, M. N. ve Şan, İ. (2013). Görselleştirmenin özdeşlik konusu erişimine etkisi. *International Journal of Social Science*, 6(1), 1275-1294.
- Özkan, M. ve Bal, A. P. (2018). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin kavram yanılgıları hakkında öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(1), 81-106.
- Pallant, J. (2010). SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS. Maidenhead: Open University Press/McGraw-Hill.
- Pickreign, J. (2007). Rectangle and rhombi: How well do pre-service teachers know them? *Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers*, 1, 1-7.
- Selçik, N. ve Bilgici, G. (2011). GeoGebra yazılımının öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 913-924.
- So, H. J. & Kim, B. (2009). Learning about problem based learning: Student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(21), 101-116.
- Sümen, Ö. Ö. (2013). *GeoGebra yazılımı ile simetri konusunun öğretiminin matematik başarısı ve kaygısına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Tall, D.O. & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with special reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151-169.
- Taş, M. (2010). *Dinamik matematik yazılımı GeoGebra ile eğrisel integrallerin görselleştirilmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tatar, E., Kağızmanlı, T. B. ve Akkaya, A. (2014). Dinamik bir yazılımın çemberin analitik incelenmesinde başarıya etkisi ve matematik öğretmeni adaylarının görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(1), 153-177.
- Türk Samur, H. ve Akyüz, D. (2015). The effects of using dynamic geometry on eighth grade students' achievement and attitude towards triangles. *International Journal of Technology in Mathematics Education*, 23(3), 95-102.
- Türk Dil Kurumu (2021), Türk Dil Kurumu sözlükleri. <https://sozluk.gov.tr/2021>
- Türnüklü, E., Alaylı, F. G. ve Akkaş, E. N. (2013). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dörtgenlere ilişkin algıları ve imgelerinin incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1225-1232.
- Tüzer Ünsal, G. ve Akay, C. (2020). Lise öğrencilerinin matematik başarısı, kaygısı ve öğretim teknolojilerine yönelik tutumları üzerine: GeoGebra dinamik yazılımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(1), 234-252.
- Ubuz, B. ve Üstün, I. (2003). Figural and conceptual aspects in identifying polygons. *Proceedings of the 27th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 328.
- Ubuz, B. (2017). Dörtgenler arasındaki ilişkiler: 7. sınıf öğrencilerinin kavram imajları. *Yaşadıkça Eğitim*, 31(1), 55-68.
- 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*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uzun, P. (2014). *Geogebra ile öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Üstün, I. ve Ubuz, B. (2005). Geometrik kavramların Geometer's Sketchpad yazılımı ile geliştirilmesi, *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 4(3), 14–23.
- Vatansever, S. (2007). *İlköğretim 7. sınıf geometri konularını dinamik geometri yazılımı Geometer's Sketchpad ile öğrenmenin başarıya, kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Vickers, A. J. (2005). Parametric versus non-parametric statistics in the analysis of randomized trials with non-normally distributed data. *BMC Med Res Methodol* 5, 35.
- Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 14(3), 293-305.
- Vinner, S. (2011). The role of examples in the learning of mathematics and in everyday thought processes. *ZDM Mathematics Education*, 43(2), 247–256 (2011).
- Vinner, S., & Dreyfus, T. (1989). Images and definitions for the concept of function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(4), 356-366.
- Yazlık, D. Ö. (2011). *İlköğretim 7. sınıflarda Cabri Geometri Plus II ile dönüşüm geometrisi öğretimi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yurtyapan, M. İ. ve Karataş, İ. (2020). Ortaokul matematik öğretmenlerinin üçgenler ve dörtgenler konusuna ilişkin pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 11 (1), 53-90.
- Zengin, Y. (2017). GeoGebra yazılımının matematik kaygısı ve matematik öğretme kaygısına etkisinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 908-939.
- Zengin, Y., Kağızmanlı, T. B., Tatar, E. ve İşleyen, T. (2013). Bilgisayar destekli matematik öğretimi dersinde dinamik matematik yazılımının kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(23), 167-180.
- Zengin, Y. ve Tatar, E. (2014). Türev uygulamaları konusunu öğretiminde GeoGebra yazılımının kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(3), 1209-1228.

- Zeybek, Z. (2017). Learning to understand inclusion relations of quadrilaterals. In M. Pehlivan (Ed.), *International Conference on Education in Mathematics, Science Technology* (Vol. 6, pp. 9-13). Iowa, USA: ISRES Publishing.
- Zeybek, Z. (2018). Understanding inclusion relations between quadrilaterals. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 4(2), 595-612.
- Zeybek-Şimşek, Z. (2019). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının dörtgenler ve geometrik cisimleri hiyerarşik sınıflandırma düzeylerinin incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 680-710.
- Zulnaidi, H. ve Zamri, S.N.A.S. (2017). The effectiveness of the GeoGebra software: The intermediary role of procedural knowledge on students' conceptual knowledge and their achievement in mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(6), 2155-2180.