

Geometrik Çizim-İnşa Etkinliği ile 7. Sınıf Öğrencilerinin Çokgenlere Yönelik Öğrenme Becerileri ve Geometrik Düşünme Düzeylerinin Belirlenmesi*

Fatmanur TORTOP¹

Elif BAHADIR²

Özet

Bu çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin çokgenleri ve özelliklerini çizim-inşa etkinlik uygulamasıyla öğrenme becerileri ve geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması yapılmıştır. Araştırmanın katılımcılarını İstanbul ilindeki bir ortaokulda 7. sınıfta okumakta olan öğrenciler içerisinden belirlenen 30 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrencilerin daha önceki tüm geometri kazanımlarını görmüş olmaları ve gönüllükleri esas alınmıştır. Çalışmada 7. sınıf matematik kitabındaki 'çokgenler tablosu' 'çokgenleri çizim-inşa yaparak öğrenme tablosu' şeklinde uyarlanarak öğrencilere sınıf ortamında etkinlik olarak uygulanmıştır. Etkinlik esnasında gözlem yapılarak öğrenci soru-cevap diyaloglarına yönelik notlar alınmıştır. Ayrıca etkinlik uygulaması sonunda öğrencilerin cevap kâğıtları toplanarak dokümanlar oluşturulmuştur. Oluşturulan veriler doğrultusunda değerlendirme kriterleri belirlenerek betimsel analiz yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre çokgenlere yönelik etkinlik kapsamında öğrencilerin çoğunluğunun düzgün çokgen şekillerini özelliklerini dikkate almadan çizdikleri, şekil ve özellikleri arasındaki bağlantıyı kuramadıklarından geometrik probleme çözüm bulmakta zorlandıkları görülmüştür. Çalışmamızda Van Hiele geometrik düşünme teorisine göre öğrencilerin düşünme düzeyleri sorulara göre değişkenlik göstererek temel düzey olan birinci (görsel) düzey ve ikinci (analiz) düzeyde oldukları gözlenmiştir. Sonuçlar doğrultusunda, geometri öğretiminde çizim-inşa etkinlikleriyle anlamlı öğrenmenin sağlanmasına ve öğrencilerdeki geometrik düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik öğrenme ortamlarının oluşturulması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler

Geometri Öğretimi
Çokgenler
Etkinlik
Çizim-İnşa Becerileri
Geometrik Düşünme

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 09.09.2022

Kabul Tarihi: 05.09.2023

Elektronik Yayın Tarihi: 29.12.2023

DOI: 10.54979/turkegitimdergisi.1172595

* Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezindeki çizim-inşa etkinliklerinden çokgenleri içeren etkinliğin detaylı incelenmesiyle oluşmuştur.

¹ Marmara Üniversitesi Matematik Öğretmenliği Doktora, fnurtortop@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1314-2983

² Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, ebahadir@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1154-5853

Determining the Learning Skills and Geometric Thinking Levels of 7th Grade Students for Polygons with the Geometric Drawing-Construction Activity

Abstract

In this study, it is aimed to determine the learning skills and geometric thinking levels of 7th grade students about polygons and their properties with drawing-construction activity. The participants of the research consist of 30 students selected from the 7th grade students in a secondary school in Istanbul. The study was based on the fact that the students had seen all previous geometry acquisitions and their volunteering. In the study, the "polygons table" in the 7th grade math book was adapted as "learning polygons by drawing-constructing" and applied to the students as an activity in the classroom environment. During the activity, observations were made and notes were taken regarding the student question-answer dialogues. In addition, at the end of the activity application, the answer sheets of the students were collected and the documents were created. The data were analyzed by determining the evaluation criteria. As a result of the research, majority of the students had difficulty in solving the geometric problem because they could not establish the relationship between regular polygon shapes and their properties. It was observed that the students were at the first (visual) level and the second (analysis) level of Van Hiele geometric thinking levels.

Keywords

Geometry Teaching
Polygons
Activity
Drawing-Building Skills
Geometric Thinking

About Article

Sending Date: 09.09.2022
Acceptance Date: 05.09.2023
Electronic Issue Date: 29.12.2023

DOI: 10.54979/turkegitimdergisi.1172595

GİRİŞ

Geometri, konularını yaşam ve doğadan alan, günlük yaşamla ilişkilendirerek dünyayı anlamlandırmayı sağlayan matematiğin en önemli çalışma alanlarından biridir. Yaşamımızın her alanında karşılaştığımız geometrinin öğrenciye kazandırdığı düşünce yapısı mantıklı düşünmeye, analiz etmeye, doğru kararlar vermeye, araştırmaya, sabırlı olmaya ve odaklanmaya yönlendirir. Öğrenciler geometrik şekilleri, çocukluk döneminden itibaren tanıyarak zihinlerinde oluşturup erken yaşlarda geometrik şekilleri tanıyarak sınıflandırma becerisi kazanmaktadırlar. Bu da ilerleyen sınıf düzeylerinde geometrik kavramlar arası ilişkileri kurmada yarar sağlamaktadır (Türnüklü, Alaylı ve Akkaş, 2013). Böylece erken yaşlarda anlamlı öğrenme başlayarak geometrinin oluşturduğu farklı bakış açısı öğrencilerin dünyayı anlamlandırmalarına olanak sağlar. Ancak geometri öğrenimine çocukluk dönemlerinden başlayarak önem verilmemesi, ileriki öğretim süreçlerinde çeşitli sorunlar yaşanmasına neden olmaktadır (Yılmaz, Keşan ve Nizamoğlu, 2000).

Geometrideki soyut kavramlar çoğu öğrenciye zorluk yaşatmakta ve geometriye karşı olumlu tutum geliştirmelerine engel olmaktadır. Geometri öğretiminde somutlaştırma oldukça önemli bir yere sahiptir (Duatpe, 2000). Geometride soyut kavramların çizim-inşa

etkinlik uygulamaları ile somutlaştırılması sağlanarak öğrencilerin geometrik düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Nitekim Napitupulu (2001) geometri öğretiminde çizim-inşa içeren çeşitli etkinliklere yer verilmesinin gerekli olduğunu belirtmiştir. Geometrik çizim-inşa yapılarının amacı pergel, cetvel kullanarak geometrik şekilleri oluşturmak yerine strateji geliştirerek problemleri çözüme ulaştırmaktır (Erduran ve Yeşildere, 2010; Napitupulu, 2001). Geometri öğreniminin temel amacına bakıldığında teorik bilgilerin yanında çizim-inşa etkinlik uygulamalarına da yer verilmesinin, öğrencilerin düşünme, keşfetme, ispat yaparak bir probleme çözüm bulma gibi bilişsel becerilerini geliştirmeleri ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir (MEB, 2018). Geometrik çizim-inşa etkinlikleri öğrencilerin keşfetme becerilerini ilerletmek için kullanılan araçlardır (Cheung, 2011). Geometrik çizim-inşa faaliyetleri bazı araç gereçlerle yapılabildiği gibi, herhangi bir araç gereç kullanılmadan da gerçekleştirilebilir. Geometrik araç-gereçlerinin (pergel, iletke, gönye, cetvel) olmadığı zamanlarda geometrik şekilleri oluşturarak probleme çözüm bulma aşamasında çizim-inşalar etkili olur (Freeman, 2010). Geometrik çizim-inşa sırasında öğrenciler tahmin yürüterek probleme çözüm ararlar, hata oluştuğunda keşfederek çözüme ulaşmak için farklı stratejiler uygularlar. Geometride çizim-inşa etkinlikleri öğrencilerin değişik geometrik şekilleri çizerek özelliklerine göre aralarındaki bağıntıyı görmelerini sağlar. Aynı zamanda bir problemi kurma-çözme becerilerinin geliştirilmesine de yardımcı olur (Posamentier, 2000; Napitupulu, 2001).

Öğrencilerin bilgi düzeylerinin artırılması ve üst bilişsel becerilerinin geliştirilmesi için ortaokul matematik müfredatındaki geometri kazanımları geometrik şekillerin tanınması, özelliklerinin bilinmesi ve farklı şekiller arasındaki hiyerarşik ilişkilerin anlaşılmasına dayalıdır (Baykul, 2014). Ortaokul matematik öğretim programındaki 'geometri ve ölçme' öğrenme alanında çokgenleri tanımlayabilme, özelliklerini sınıflandırabilme, geometrik şekillerin özellikleri arasında mantıksal çıkarımlar yapabilme gibi kazanımlara yer verilmekte ve geometrik şekillerin kenar ve açı özelliklerine uygun olacak şekilde çizim-inşa yaparak oluşturulmasının amaçlandığı kazanımlar da bulunmaktadır. Bu doğrultuda ders kapsamında hazırlanan geometri etkinliklerinde, öğrencilerin geometriyi günlük yaşamla ilişkilendirerek özelliklerini keşfetmeleri, tanımlamaları, çizim-inşa ile geometrik şekilleri oluşturabilmeleri ve böylece geometriyi kavramsal olarak öğrenebilmeleri amaçlanmaktadır (MEB, 2018).

Geometrik şekillerin özelliklerinin teorik olarak öğrenilmesinin yanında farklı geometrik şekiller arasındaki ilişkilerin kavramsal olarak öğrenilmesinin geometrik düşünme becerisini geliştirmesi açısından önemli olduğu belirtilmektedir (Karakarçayıldız, 2016). Öğrencilerin geometrik şekilleri görsel olarak tanıdıkları ancak geometrik şekillerin birbirleriyle benzer ve farklı olan özelliklerini tam olarak kavrayamadıkları gözlenmiştir (Aktaş ve Aktaş, 2012a; Akuysal, 2007). Öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini geliştirmede dörtgenlerin sınıflama yapılarak öğretilmesinin önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir (Fujita ve Jones, 2007). Alaylı (2012) uzamsal yetenekleri ve Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri farklı 6, 7 ve 8. sınıf seviyesindeki öğrencilerin katıldığı çalışmada öğrencilerin geometrik şekli parçalarına ayırma ve oluşturma süreçlerini incelemiş ve öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinin artmasıyla birlikte geometrik şekilleri oluşturma düzeylerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır. Yine 7. sınıf öğrencilerinin geometride bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelendiği farklı bir deneysel çalışmada, geometriyi buluş yoluyla öğrenmenin öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini ilerlettiği görülmüştür (Özcan, 2012). Buradan öğrencilerin geometrik konu ve kavramlar hakkında

düşünmesi, akıl yürütmesi ve analiz yapması sonucunda keşfederek kendi öğrenmelerini sağlamalarının geometri ve matematiğin diğer alanlarındaki başarılarını artırmada etkin bir rolde olduğu anlaşılmaktadır.

Geometri öğretiminde öğrencilere geometrik düşünme becerisi kazandırarak yalnızca geometride değil matematiğin diğer alanlarında da başarılı olabilmelerini sağlamak amaçlanmaktadır (Şahin, 2008). Geometri öğrenimi geometrik düşüncenin oluşması öğrencideki üst bilişsel becerilerin kazanılması ve geometrik konu ve kavramlarının görselleştirilerek öğrenilmesini sağladığından önemi çok büyüktür (Hacısalıhoğlu, Mirasyedioğlu ve Akpınar, 2004). Geometri, öğrencilerin görsel düşünme, analiz, akıl yürütme, keşfetme, buluş, problem çözme gibi bilişsel becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Jones, 2002). Ancak öğrencilerin bu bilişsel becerilere sahip olmaları için geometri tanım ve formülleri ezber yapmadan geometrinin konularını ve kavramlarını anlayarak görsel problemleri analiz edebilmeleri ve geometrik şekillerin özellikleri arasında bağlantı kurabilmeleri önemlidir (Battista, 2007). Geometri öğretiminde geometrik düşünme düzeyleri doğrultusunda öğrencilerin sahip olması gereken bilgi ve becerilerin neler olduğu belirlenmelidir (Olkun ve Toluk, 2003: 163).

Geometrik düşünme düzeyleri aşamalardan oluştuğu için öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri zaman içerisinde geliştirilebilir. Geometrik düşünme üzerine geliştirilen teorilerden ilki Jean Peaget'in geometri anlama düzeyleri şeması, ikincisi ise Van Hiele'nin geometri anlama düzeyleri şemasıdır (Olkun ve Toluk, 2003: 163). Peaget geometrik düşünme düzeylerinin biyolojik gelişime bağlı olarak bireyin zihinsel gelişiminin doğal bir sonucu olduğunu savunmakta ve eğitim-öğretimin düzey gelişimine etkisinin olmadığını ileri sürmektedir (Pusey, 2003: 38-48). Van Hiele ise geometrik düşünme düzeylerinin verilen eğitimin niteliğine bağlı olarak geliştiğini savunmaktadır (Gutierrez, 1992). Van Hiele geometrik düşünme teorisinin geliştirilmesiyle birlikte geometrik düşünmeyi konu alan araştırmaların birçoğu bu düşünme modeli temel alınarak yapılmıştır (Olkun ve Toluk, 2003: 163). Van Hiele'ye göre geometrik düşünme düzeyleri beş aşamadan oluşmaktadır:

Düzyey 1 (Görsel Düzyey): Bu düzeydeki öğrenciler şekilleri, modelleri ve cisimleri bir bütün olarak düşünürler (Usiskin, 1982). Geometrik şekilleri görsel olarak tanır, özelliklerine göre anlamlandıramazlar. Günlük yaşamda karşılaştıkları ve benzettikleri şekillerle tanımlamaya ve anlamlandırmaya çalışırlar, şekilleri görüntüsünden tanıyarak isimlendirme yaparlar. (Usiskin, 1982; Pesen, 2008; Battista ve Clements, 1995 Akt. İlhan, 2011; Gül, 2014). Örneğin kare, dikdörtgen, paralelkenar gibi geometrik şekilleri tanırlar ancak karenin aynı zamanda bir dikdörtgen olduğunu anlamlandıramazlar (İlhan, 2011; Karapınar, 2017).

Düzyey 2 (Analiz Düzyeyi): Bu düzeydeki öğrenciler geometrik şekilleri analiz ederler, özelliklerini karşılaştırma ve sınıflandırma yaparak anlamlandırırılar (Pesen, 2008). Analiz düzeyinde esas olan geometrik şekillerin özelliklerinin öğrenilmesidir (Baykul, 2005). Bu düzeydeki öğrenciler geometrik şekillerin özellikleriyle ilgili genelleme yapabilirler. Örneğin 'Karenin dört kenarı vardır ve bütün kenar uzunlukları birbirine eşittir' gibi. Aynı zamanda bir karenin özelliğinin diğer tüm karelerde de aynı olduğunu bilirler (Altun, 2015b: 364; İlhan, 2011).

Düzyey 3 (Yaşantıya Bağlı Çıkarım): Öğrenciler şekiller arasında ilişki kurmaya çalışırlar (İlhan, 2011). Bu düzeyde geometrik şekillerin özellikleri arasındaki ilişkileri anlamlandırmak esastır (Baykul, 2005). Örneğin bir açısı dik olan bir paralelkenarda diğer

üç açının da dik açı olduğunu ifade edebilirler (Olkun ve Toluk, 2003). Öğrenciler aksiyomları anlayarak bir ispatın aşamalarını takip edebilirler ancak kendileri bir ispat yapamazlar (Pesen, 2008), tanımları ve aksiyomları değerlendirerek mantıksal çıkarımlarda bulunamazlar (Hoffer, 1981).

Düzyey 4 (Sonuç Çıkarma): Bu düzeyin diğer üç düzeyden en önemli farkı öğrencilerin kendilerinin ispat yapabiliyor olmasıdır. Bu ispatlarda daha önce kullanılmış teoremlerden yararlanırlar (Olkun ve Toluk, 2007). Matematiksel sistemi oluşturan öğelerden aksiyomlar öğrenciler tarafından anlaşılabilir hale gelir ve matematiksel olarak düşünüp akıl yürütebilirler (Duatepe-Paksu, 2016). Örneğin, karenin iki farklı tanımı olan 'bütün açıları ve kenarları eşit dörtgen' ve 'bütün açıları dik ve ardışık kenarları eşit' şeklindeki ifadelerin birbirine eşit olduğunun ispatını yapabilirler (Duatepe, 2000).

Düzyey 5 (İlişkileri Görebilme, En İleri Düzey): Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin en üst basamağıdır. 5. düzeydeki öğrenciler geometriyi bilim dalı olarak görürler (Duatepe-Paksu, 2016). Bu düzeydeki öğrenciler genel olarak lisans veya lisansüstü düzeydedirler (Pesen, 2008). Aksiyomatik sistemler arasındaki bağıntıları analiz ederek karşılaştırma yapabilirler (Fuys, 1985 Akt. Güven, 2006).

Türkiye'de ilkokuldan başlayarak tüm eğitim-öğretim süreçlerindeki matematik öğretim programlarında (MEB 2013a; 2013b; 2018) çokgenleri tanımlayabilme, özelliklerini sınıflandırabilme, geometrik şekillerin özellikleri arasında mantıksal çıkarımlar yapabilme gibi kazanımlara yer verilmekte ve geometrik şekillerin kenar ve açı özelliklerine uygun olacak şekilde çizim-inşa yaparak oluşturulmasının amaçlandığı kazanımlar bulunmaktadır. Bu uygulama süreçlerinde geometrik araç-gereçlerin amacına uygun olarak kullanılmaması, geometride çizim-inşa faaliyetlerinin ispat yapma ile karıştırılması, öğretmenlerin öğrencilere doğru rehberlik yapamamalarından dolayı çeşitli sorunlar yaşanmaktadır (Erduran ve Yeşildere, 2010). Geometride anlamlı öğrenmenin sağlanması için çizim-inşa etkinlik uygulamalarına yer verilmesi bu sayede öğrencilerin çizim-inşa ve geometrik düşünme becerilerini geliştirmesinin önemi açıkça ifade edilmektedir (Napitupulu, 2001; Erduran ve Yeşildere, 2010). Geometrik çizim-inşa süreci keşfederek öğrenmeyi ve geometrik kavramların mantığının anlaşılmasını desteklerken; ispat, anlamlı öğrenme ve problem çözme gibi bilişsel becerilerin gelişmesini sağlamaktadır (Karakuş, 2014). Öğrencilerdeki geometrik düşünme ile gelişen bilişsel beceriler sayesinde sadece geometride değil matematiğin diğer alanlarında ve farklı derslerde de başarılı olmalarını sağlar (Baykul, 2009; 267).

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Araştırmamızda 7. sınıf öğrencilerinin çokgenleri ve özelliklerini çizim-inşa etkinlik uygulamasıyla yapabilme becerileri ve aynı zamanda geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Geometri öğretiminde çizim-inşa etkinliklerinin öğrencilere geometri düşünme becerisi kazandırarak bilişsel becerilerini (düşünme, akıl yürütme, mantık, çıkarım, analiz, keşfetme gibi) geliştirdiği, bu sayede anlamlı öğrenmenin sağlandığı belirtilmektedir (Cheung, 2011; Posamentier, 2000; Napitupulu, 2001). Geometri öğretiminde pergel, cetvel, gönye gibi araç-gereçlerle ve aynı zamanda teknolojik olarak bilgisayar yazılımlarıyla da çizim-inşalar yapılarak geometrik problemlerin çözüme ulaştırıldığı bilinmektedir. Ancak geometrik çizimlerde hangi yöntemin uygulanması gerekliliği tartışılan bir konudur (Çiftçi ve Tatar, 2014; Köse vd., 2012; Aktaş ve Mumcu, 2019; Kuzle,

2013). Dinamik geometrik yazılımların geometrik bilgi ve kavramları pekiştirmede etkili olduğu ancak kavramların öğrencilerin zihninde ilk inşasını anlamlandırması açısından yeterli olmadığı belirtilmektedir. Geometrik kavramları zihinde yapılandırma ve anlamlandırma süreci ilk olarak pergel-çizgeç ile geometrik çizim-inşa yaparak başlamalı ve kavramların özellikleri, diğer kavramlarla olan görsel ilişkileri dinamik geometrik yazılımlar ile pekiştirilmelidir (Jones ve Bill, 1998). Çalışmamızda çizim-inşa etkinliği sırasında geometrik araç-gereçler düzenli ve planlı bir şekilde kullanılmıştır. Bu şekilde öğrencilerin çokgenleri çizim-inşa ile öğrenmede kenar uzunlukları, açı ölçülerine dikkat ederek anlamlı öğrenmeleri sağlanılmaya çalışılmıştır. Literatür incelendiğinde ise çokgenlere yönelik yapılan çalışmaların sadece tek bir kazanımı içeren örneğin sadece kare ya da dikdörtgenlere yönelik yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmamızda ise çokgenlere yönelik tablo hazırlanarak, tüm çokgenleri (dörtgeller, düzgün beşgen, düzgün altıgen, n kenarlı çokgen) çizim-inşa yaparak şekil ve özelliklerini öğrenmek ve ayrıca aralarındaki hiyerarşik ilişkileri anlamlandırmak açısından bir bütünlük içerisinde incelenmiştir. Türkiye’de ilkokuldan başlayarak tüm eğitim-öğretim süreçlerindeki matematik öğretim programlarında (MEB 2013a; 2013b; 2018a) geometrik çizim-inşa uygulamaları yer almaktadır. Ancak öğretmenlerin geometri öğretiminde müfredat yoğunluğundan ve zaman yetersizliğinden sınıf ortamlarında çok fazla uygulanmadığı belirtilmektedir (Erduran ve Yeşildere, 2010). Çalışmamızda öğrencilerin geometriyi anlamlı öğrenmeleri açısından öğretmenlerin ders planlarında çizim-inşa etkinliklerine yer vererek sınıf ortamlarında düzenli bir şekilde uygulamalarına dair farkındalık da oluşturulmak istenmiştir.

Araştırma Soruları

1. 7. sınıf öğrencilerinin geometri öğretiminde düzgün çokgen şekillerini ve çokgenlerin şekil ve özellikleri arasındaki bağlantıyı çizim-inşa etkinliğiyle anlamlı bir şekilde yapabilme becerileri nasıldır?
2. 7. sınıf öğrencilerinin düzgün çokgenler ve özelliklerini içeren çizim-inşa etkinlik uygulamasında etkinlik sorularına verdikleri cevaplar ve çizimlere göre geometrik düşünme (Van Hiele Teorisi) becerileri hangi düzeydedir?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Araştırmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması yapılmıştır. Durum çalışması, zaman içerisinde sınırlanmış bir veya birkaç durumun gözlem, görüşme, dokümanlar, raporlar gibi birden fazla veri toplama aracı kullanılarak derinlemesine incelendiği nitel bir araştırma desendir (Creswell, 2007). Durum çalışması deseninin kullanıldığı araştırmalarda, incelenen durumu oluşturan etmenleri tanımlamak, değerlendirmek ve duruma yönelik açıklamalarda bulunmanın amaçlandığı belirtilmektedir (Gall, Borg ve Gall, 1996 Akt. Büyüköztürk vd., 2016). Bu çalışmada da, 7. sınıf öğrencilerinin çokgen şekillerini ve çokgen şekilleri ve özellikleri arasındaki bağlantıyı çizim-inşa etkinliği ile yapabilme becerileri ve etkinlikteki sorulara verdikleri cevaplara göre geometrik düşünme düzeyleri belirlenmiştir.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını İstanbul ilinde bir ortaokulda 7. sınıfta okumakta olan tüm öğrenciler içerisinden, kolay ulaşılabilir durum örnekleme ile (Yıldırım ve Şimşek, 2005) belirlenen 30 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada öğrencilerin daha önceki tüm geometri kazanımlarını görmüş olmaları ve gönüllükleri esas alınmıştır. Çizim-inşa etkinlik uygulamalarının öğrenciler tarafından yapılabilmesi için temel geometri bilgi ve kavramlarının öğrenilmiş olması ve aynı zamanda belli bir geometrik düşünme becerisine sahip olmaları gereklidir (Erduran ve Yeşildere, 2010).

Veri Toplama Aracı ve Süreci

Çalışmamızda MEB 7. sınıf matematik ders kitabındaki çokgenler konusunda yer alan etkinlik tablosu uyarlanarak 'düzgün çokgenleri çizim-inşa yaparak öğrenme etkinlik tablosu' şeklinde oluşturulmuştur. Çizim-inşa etkinlik tablosu öğrencilere sınıf ortamında uygulanıp etkinlik sırasında gözlem, soru-cevap şeklinde alınan notlar ve etkinlik sonunda öğrencilerin etkinlik cevap kağıtlarının toplanmasıyla oluşturulan dokümanlar veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmamız 7. sınıf öğrencilerinin ikinci dönem sonunda tüm geometri kazanımlarının tamamlanmasının ardından öğrencilere kendi okullarındaki bir sınıfta okuldaki matematik öğretmenlerinin bilgisi dahilinde çokgenlere yönelik çizim-inşa etkinliği aralar da verilerek yaklaşık dört ders saatinde uygulanmıştır. Etkinlik uygulama sürecinde öğrencilerin çokgenleri birinci aşamadan başlayarak tüm aşamalarda etkinlik sorularını önce kendilerinin yapmaları istenilmiştir. Bu sırada tüm aşamalarda gözlem ve öğrenci soru-cevap diyaloglarına yönelik notlar alınmış olup, her aşama sonunda soruların doğru cevapları anlatılarak birikimli öğrenmeleri sağlanmıştır. Etkinlik esnası ve sonunda öğrencilerden alınan dönütlere göre oluşan veriler araştırmacı tarafından analiz edilmiş olup uzman bir akademisyen görüşü alınarak da kontrolü sağlanarak bulgular bölümünde yer verilmiştir. Etkinlik sırasındaki gözlem ve soru-cevap diyaloglarında alınan notlar, etkinlik sonundaki öğrenci cevap kağıtları aşağıdaki kazanımlar doğrultusunda incelenmiştir. Bulgular bölümünde bulunan tablolardaki değerlendirme kriterleri de bu doğrultuda hazırlanmıştır.

Çokgenleri çizim-inşa yaparak öğrenme etkinliğinin kazanımları:

- Düzgün çokgen şekillerinin özelliklerine göre çizimi (dörtgenler, düzgün beşgen, düzgün altıgen, n-gen),
- Çokgenlerin kenar-köşe sayılarının bilinmesi,
- Çokgenlerin bir köşesinden çizilen köşegen sayısının belirlenmesi
- Çokgenlerin bir köşeden çizilen köşegen ile oluşan üçgen sayısının belirlenmesi,
- Çokgenlerin şekil ve özellikleri arasındaki bağıntı kurularak iç açılar toplam formülünün keşfedilmesinin sağlanması $((n-2).180)$.

Tablo 1. Geometride çokgenleri çizim-inşa yaparak öğrenme tablosu

Çokgenin Adı	Çokgenin Şekli	Çokgenin Kenar Sayısı	Çokgenin Köşe Sayısı	Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısı	Çokgende Bir Köşeden Çizilen Köşegen ile Oluşan Üçgen Sayısı	Çokgenlerin İç Açılı Ölçüleri Toplamı
Dörtgen						
Beşgen						
Altıgen						
n kenarlı çokgen (n-gen)						

* MEB 7. sınıf matematik ders kitabında yer alan çokgenler konusundan alınarak uyarlanan etkinlik tablosu

Araştırmanın Etik Kurul İzinleri

Araştırmamızın etik kurul raporu Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 27.05.2021 tarihinde 2021/03 toplantı numarasıyla alınmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmamızda etkinlik tablosundaki çokgenleri çizim-inşa ile yapabilme becerilerine ilişkin öğrencilerin düzgün çokgenlerin şekillerine göre çizimleri, kenar-köşe sayıları, bir köşesinden çizilen köşegen sayısı, bu köşegenlerin çokgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayısının belirlenmesi ve en son aşamada çokgenlerin iç açılar toplamı genel formülünün $((n-2) \cdot 180)$ çokgenlerin hangi özelliklerine bağlı olarak oluştuğunun bulunması istenmiştir. Çokgenlere yönelik çizim-inşa etkinlik uygulaması esnasında gözlem, öğrencilerin konu ile ilgili soru-cevap diyaloglarına dair notlar alınmıştır. Etkinlik sonunda da öğrencilerin etkinlik cevap kağıtları toplanarak doküman oluşturulmuştur. Etkinlik uygulanması sürecinde öğrencilerin 1. aşamada dörtgenler, 2. aşamada düzgün beşgen, 3. aşamada düzgün altıgen ve 4. aşamada da n kenarlı çokgenlere verdikleri yanıtlardan oluşan veriler 4 aşamada betimsel analiz yapılarak değerlendirilip bulgular bölümünde tablolar şeklinde belirtilmiştir. Öğrencilerin çokgenleri çizim-inşa etkinliğiyle yapabilme becerilerine yönelik kriterler her bir aşama için ayrı ayrı belirlenmiştir. Bu kriterler 'evet, kısmen, hayır' olacak şekilde analiz edilerek değerlendirme ölçütü adı altında toplanmıştır. Etkinlik sırasında sorulara verilen yanıtlardan birkaç örneğe, öğrenci isimleri kodlanarak bulgular bölümünde yer verilmiştir. Betimsel analizde kriterlere göre değerlendirilen veriler özetlenir ve yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Öğrencilerin çokgenlere yönelik çizim-inşaları yapabilme becerilerine göre geometrik düşünme (Van Hiele Teorisi) düzeyleri sorulara göre değişkenlik gösterdiğinden sorulara verilen cevaplar üzerinden frekanslar belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 2. Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri

Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri		
Düşünme düzeyleri	Açıklamalar	Örnekler
1. Düzey (Görsel)	Geometrik şekiller bir bütün olarak algılanır.	Kare karedir, dikdörtgen dikdörtgendir gibi.
2. Düzey (Analiz)	Geometrik şekillerin özellikleri öğrenilmeye başlanır.	Düzgün beşgenin beş kenarı, beş açısı vardır, tüm açıları eşit ölçüdedir gibi.
3. Düzey (İnformal Çıkarım)	Farklı geometrik şekillerin özellikleri arasındaki bağıntı anlaşılır.	Çokgenlerin iç açıları toplam formülünün hangi özelliklere bağlı olarak oluşturulduğunun keşfedilmesi
4. Düzey (Sonuç Çıkarma)	Geometrik formüller teoremlerden yararlanarak ispat yapılabilir.	Bir teoremi farklı strateji yöntemleri kullanarak ispatlama
5. Düzey (En İleri Düzey)	Geometri bir bilim dalı olarak çalışılır. Öğrenciler lisans ya da lisansüstü düzeydedirler.	Aksiyomlar arasındaki benzerlik ve farklılıkların görülmesi

Araştırmamızda öğrencilerin çokgen çizim-inşa etkinlik uygulaması sırasında yaptıkları çizim-inşa ve geometrik düşünme becerileri değerlendirilip tablo 2.de örneklerle açıklanarak Van Hiele geometrik düşünme teorisine göre düzeyleri belirlenmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik

Çalışmanın geçerliliğini artırmak için geometri öğretiminde çizim-inşa etkinlik uygulamalarının önemi ve Van Hiele geometrik düşünme teorisine yönelik literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda 7. sınıf MEB matematik kitabındaki çokgenler etkinliği 'çokgenleri çizim-inşa yaparak öğrenme' şeklinde uyarlanıp sınıf ortamında gönüllük esasına dayalı olarak öğrencilere uygulanmıştır. Bu etkinliğin hazırlanmasında ve analiz sürecinde matematik eğitimi alanında çalışmaları bulunan bir akademisyenin görüşü alınmıştır. Ayrıca etkinlik uygulaması sırasında çalışma ile ilgisi olmayan bir matematik öğretmenin yardımıyla meslektaş değerlendirmesinden yararlanılmıştır. Araştırmalarda geçerliğin sağlanması için çalışma sonuçlarına nasıl ulaşıldığına ilişkin açıklamaların net bir şekilde ifade edilmesinin önemli bir ölçüt olduğu belirtilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Çalışmamızda çizim-inşa etkinlik uygulaması sırasında gözlem, öğrenci soru-cevap diyalogları ve etkinlik sonunda etkinlik cevap kağıtlarının toplanmasıyla oluşturulan dokümanlar ile veri çeşitlemesi oluşturularak araştırmanın güvenilirliğinin artırılması sağlanmıştır. Güvenirlik, araştırma sırasında elde edilen verilerin düzenli olarak kaydedilmesiyle verilerin yeniden kullanılabilmesi ve tutarlı sonuçlara ulaşılabilmesiyle birlikte tekrar edilebilirliği içerir (Thanasegaran, 2009; Yıldırım ve Şimşek, 2008). Geometrik çizim-inşa etkinlik uygulaması sonunda oluşan öğrenci cevap kağıtlarından birkaç örnek, isimler kodlanarak (Ö4, Ö8, Ö20, Ö27) bulgular bölümünde verilmiştir. Nitel araştırmalarda verilerin düzenli ve detaylı bir şekilde kaydedilmesi, bulgularda araştırmaya katılan öğrencilerin cevap kağıtlarında değişim yapmadan doğrudan alıntılara yer verilmesi güvenilirliği artıran öğelerdir (Büyüköztürk vd., 2017).

BULGULAR

Araştırmamızda bulgular bölümünde çalışmamızdan elde edilen veriler çokgenleri çizim-inşa etkinliğiyle yapabilme becerilerine göre değerlendirme kriterleri, değerlendirme ölçütü, öğrenci sayıları (n), yüzdelik oranları (%) ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin bulunduğu 5 aşama şeklinde sunulmuştur. Çokgenlere yönelik çizim-inşa etkinlik uygulaması verilerine yönelik gözlem notları, öğrenci soru-cevap diyalogları ve öğrenci kağıtlarının toplanmasıyla oluşturulan dokümanlar belirlenen kriterler doğrultusunda değerlendirilip yorumlanarak aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

Tablo 3. Etkinlikteki Tabloda Belirtilen Çokgenlerden Dörtgen Çiziminin Yapıldığı ve Özelliklerinin Yazıldığı Kısımdan Elde Edilen Bulgular

Çokgenleri Çizim-İnşa Etkinliğiyle Yapabilme Becerilerine Göre Değerlendirme Kriterleri	Kriterleri Değerlendirme Ölçütü	Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri	Öğrenci Sayısı (n)	Yüzde (%)
Dörtgen şekillerini (kare, dikdörtgen, paralelkenar, yamuk) doğru bir şekilde çizebilme	Evet	2.düzyey	26	% 87
	Hayır	1.düzyey	4	% 13
Dörtgenlerin kenar ve köşe sayılarını belirleme	Evet	2.düzyey	30	% 100
	Hayır	1.düzyey	0	% 0
Dörtgenlerin bir köşesinden çizilen köşegen sayılarını belirleme	Evet	2.düzyey	24	% 87
	Hayır	1.düzyey	6	% 13
Dörtgenlerin bir köşesinden çizilen köşegenin çokgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayılarını belirleme	Evet	2.düzyey	24	% 87
	Hayır	1.düzyey	6	% 13
Dörtgenlerin iç açıları toplam ölçülerini bilme	Evet	2.düzyey	30	% 100
	Hayır	1.düzyey	0	% 0

Etkinliğin 1. aşamasında dörtgenler incelenmiştir. Bu aşamada öğrencilerden dörtgenlerin şekillerini özelliklerine uygun olarak çizibilme, kenar-köşe sayılarını belirleme, dörtgenlerin bir köşesinden çizilen köşegen sayısını bulma ve bulunan bu köşegenlerin dörtgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayısının belirlenip iç açıları toplam ölçülerini yazmaları istenmiştir. Çalışmamızda 1. aşamadan elde edilen veriler 5 değerlendirme kriterine göre analiz edilmiştir.

Tablo 3'te görüldüğü üzere 1. değerlendirme kriterine göre etkinliğe katılan öğrencilerin büyük çoğunluğunun (%87) dörtgenlerden kare ya da dikdörtgeni, özelliklerine uygun olarak çizbildiği gözlenmiştir. Etkinlik sırasındaki gözlem notlarına göre öğrencilerin dörtgen denilince sadece kare ya da dikdörtgen çizdikleri, yalnızca 1 öğrencinin dörtgen olarak yamuk çizdiği görülmüştür. Buradan öğrencilerin dörtgenlerden paralelkenar ve yamuğu bilmedikleri, kavram yanılması yaşadıkları anlaşılmaktadır. 2. değerlendirme kriteri incelendiğinde öğrencilerin tamamının (%100) dörtgenlerden kare ve dikdörtgenlerin kenar ve köşe sayılarını doğru bir şekilde belirlediği görülmüştür. 3. değerlendirme kriterine göre öğrencilerin büyük çoğunluğunun (%87) dörtgenlerden kare ve dikdörtgenlerin bir köşesinden çizilen köşegen sayılarını doğru belirlediği, etkinliğe katılan 30 öğrenciden 6 öğrencinin (%13) ise köşegen sayısını yanlış belirlediği görülmüştür. 4. değerlendirme kriteri incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun (%87) dörtgenlerden kare ve dikdörtgenlerin bir köşesinden çizilen köşegenin çokgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayılarını doğru belirlediği ancak 6 öğrencinin (%13) bu soruları doğru cevaplayamadığı gözlenmiştir. 5. değerlendirme kriterinde ise dörtgenlerden kare ve dikdörtgenlerin iç açıları toplam ölçüsünün yazılması istenmiştir. Etkinliğe katılan öğrencilerin tamamının (%100) doğru cevapladığı görülmüştür. Tablo 3.te çokgen çeşitlerinden dörtgenlerle ilgili veri sonuçlarına göre öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme teorisine göre çoğunlukla 2. düzeyde (analiz) oldukları görülmektedir.

Tablo 4. Etkinlikteki Tabloda Belirtilen Çokgenlerden Beşgen Çiziminin Yapıldığı ve Özelliklerinin Yazıldığı Kısımdan Elde Edilen Bulgular

Çokgenleri Çizim-İnşa Etkinliğiyle Yapabilme Becerilerine Göre Değerlendirme Kriterleri	Kriterleri Değerlendirme Ölçütü	Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri	Öğrenci Sayısı (n)	Yüzde (%)
Düzgün beşgen şeklini doğru bir şekilde çizibilme	Evet	2.düzyey	18	% 60
	Hayır	1.düzyey	12	% 40
Beşgenin kenar ve köşe sayılarını belirleme	Evet	2.düzyey	30	% 100
	Hayır	1.düzyey	0	% 0
Beşgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayılarını belirleme	Evet	2.düzyey	26	% 87
	Hayır	1.düzyey	4	% 13
Beşgenin bir köşesinden çizilen köşegenin çokgen içerisinde	Evet	2.düzyey	22	% 73

oluşturduğu üçgen sayılarını belirleme	Hayır	1.düzye	8	% 27
	Evet	2.düzye	28	% 93
Beşgenin iç açıları toplam ölçülerini bilme	Hayır	1.düzye	2	% 7

Etkinliğin 2. aşamasında çokgenlerden düzgün beşgenin özelliklerine uygun bir şekilde çizilmesi ve kenar, köşe, köşegen sayılarının belirlenip iç açıları toplam ölçüsünün bulunması istenmiştir. Bu doğrultuda 2. aşamadan elde edilen veriler 5 değerlendirme kriterine göre analiz edilmiştir.

Çokgenlerden düzgün beşgenin çiziminin yapıldığı 1. değerlendirme kriteri incelendiğinde öğrencilerin yarısından fazlasının (%60) doğru bir çizim yapabildiği gözlenmiştir. Öğrencilerin % 40'ı ise düzgün beşgen çiziminde kenar uzunluklarının eşit ve aynı zamanda açı ölçülerinin de eş olmasına dikkat etmediklerinden yanlış çizim yaptıkları görülmüştür. 2.değerlendirme kriterine göre düzgün beşgenin kenar ve köşe sayılarını tüm öğrencilerin (%100) doğru bir şekilde yazdığı belirlenmiştir. 3. değerlendirme kriterleri incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun düzgün beşgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayılarını (%87) doğru belirlerken %13'ünün yanlış cevaplar yazdığı görülmüştür. 4. değerlendirme kriterine göre öğrencilerin %73'ünün düzgün beşgenin bir köşesinden çizilen köşegenin beşgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayılarını doğru bir şekilde belirlediği gözlenmiştir. Öğrencilerin %27'si ise bu soruya doğru cevap verememiştir. 5. değerlendirme kriterinde ise öğrencilerin %93'ünün düzgün beşgenin iç açıları toplam ölçüsünü doğru bildikleri görülmüştür. Yalnızca 2 öğrenci (%7) beşgenin iç açı toplam ölçüsünü doğru olarak yazamamıştır. Tablo 4.te çokgen çeşitlerinden beşgenlerle ilgili veri sonuçlarına göre öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme teorisine göre çoğunlukla 2. düzeyde (analiz) oldukları görülmektedir.

Tablo 5. Etkinlikteki Tabloda Belirtilen Çokgenlerden Altıgen Çiziminin Yapıldığı ve Özelliklerinin Yazıldığı Kısımdan Elde Edilen Bulgular

Çokgenleri Çizim-İnşa Etkinliğiyle Yapabilme Becerilerine Göre Değerlendirme Kriterleri	Kriterleri Değerlendirme Ölçütü	Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri	Öğrenci Sayısı (n)	Yüzde (%)
Düzgün altıgen şeklini doğru bir şekilde çizebilme	Evet	2.düzye	18	% 60
	Hayır	1.düzye	12	% 40
Altıgenin kenar ve köşe	Evet	2.düzye	30	% 100

sayılarını belirleme	Hayır	1.düzye	0	% 0
Altıgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayılarını belirleme	Evet	2.düzye	27	% 90
	Hayır	1.düzye	3	% 10
Altıgenin bir köşesinden çizilen köşegenin çokgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayılarını belirleme	Evet	2.düzye	25	% 83
	Hayır	1.düzye	5	% 17
Altıgenin iç açıları toplam ölçülerini bilme	Evet	2.düzye	30	% 100
	Hayır	1.düzye	0	% 0

Etkinliğin 3. aşamasında öğrencilerden düzgün altıgen çiziminin özelliklerine uygun olarak çizebilme ve kenar, köşe, köşegen, iç açıları toplam ölçüsünü belirleme gibi özelliklerinin yazılması istenmiştir. Bu aşamadan elde edilen veriler 5 değerlendirme kriterine göre analiz edilmiştir.

Araştırmamızın 3. aşamasından elde edilen veriler 1. değerlendirme kriterine göre incelendiğinde öğrencilerin yarısından fazlasının (%60) düzgün altıgen çizimini özelliklerine uygun olacak şekilde çizdikleri gözlenmiştir. Öğrencilerin %40'ının ise çizim yaparken tüm kenar uzunluklarının eşit ve tüm açı ölçülerinin birbirine eşit olmasına dikkat etmedikleri görülmüştür. 2. değerlendirme kriterine göre incelendiğinde öğrencilerin tamamının (%100) düzgün altıgenin kenar-köşe sayılarını doğru belirlediği görülmüştür. 3. değerlendirme kriterine göre öğrencilerin %90'ı düzgün altıgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayısını doğru bir şekilde belirleyebilmiştir. Öğrencilerin % 10' u ise yapamamıştır. 4. değerlendirme kriterinde de öğrencilerin %83'ü düzgün altıgenin bir köşesinden çizilen köşegenin çokgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayılarını doğru olarak bulabilmiştir. %17' si ise yanlış cevaplamıştır. 5. değerlendirme kriterinde ise öğrencilerden düzgün altıgenin iç açıları toplamını yazmaları istenmiştir. Etkinliğe katılan tüm öğrencilerin (%100) bu soruya doğru cevap verdikleri görülmüştür. Tablo 5.te çokgen çeşitlerinden altıgenlerle ilgili veri sonuçlarına göre öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme teorisine göre çoğunlukla 2. düzeyde (analiz) oldukları görülmektedir.

Tablo 6. Etkinlikteki Tabloda Belirtilen Çokgenlerden n Kenarlı Çokgen Çiziminin Yapıldığı ve Özelliklerinin Yazıldığı Kısımdan Elde Edilen Bulgular

Çokgenleri Çizim-İnşa Etkinliğiyle Yapabilme Becerilerine Göre Değerlendirme Kriterleri	Kriterleri Değerlendirme Ölçütü	Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri	Öğrenci Sayısı (n)	Yüzde (%)
n kenarlı çokgen çizimini yapabilme	Evet	2.düzy	8	% 27
	Hayır	1.düzy	22	% 73
n kenarlı çokgenin kenar ve köşe sayılarını belirleme	Evet	2.düzy	25	% 83
	Hayır	1.düzy	5	% 17
n kenarlı çokgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayılarını belirleme	Evet	2.düzy	25	% 83
	Hayır	1.düzy	5	% 17
n kenarlı çokgenin bir köşesinden çizilen köşegenin çokgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayılarını belirleme	Evet	2.düzy	24	% 80
	Hayır	1.düzy	6	% 20
Çokgenlerin iç açıları toplam ölçülerinin hesaplandığı genel formülünü bilme	Evet	2.düzy	30	% 100
	Hayır	1.düzy	0	% 0
Çokgenlerin iç açıları toplam formülünün çokgenlerin hangi özelliklerine bağlı olarak oluşturulduğunu etkinlikte yer alan tablodaki özellikleri inceleyerek bulabilme	Evet	3.düzy	7	% 23
	Kısmen	2.düzy	8	% 27
	Hayır	1.düzy	15	% 50

Etkinliğin 4. aşamasında öğrencilerden çokgenlerin iç açıları toplamı genel formülünü keşfederek bulmaları istenmiştir ((n-2).180). Etkinliğin bu aşamasında çokgenlerin iç açıları toplamı genel formülünün çokgenin hangi özelliklerine bağlı olarak oluşturulduğunu bulmaları amaçlanmıştır. Elde edilen veriler 6 değerlendirme kritere göre analiz edilmiştir.

1.değerlendirme kriteri incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun (%73) n kenarlı bir çokgenin çizilmesinin istendiğinde çizim yapamadığı görülmüştür. Etkinliğe katılan 30 öğrenciden yalnızca 8 öğrenci (%27) n kenarlı bir çokgen çizimi yapmaya yönelik fikir üretebildiği gözlenmiştir. 2. değerlendirme kriterine bakıldığında öğrencilerin çoğunluğunun (%83) n kenarlı bir çokgenin köşe ve kenar sayısının doğru belirlendiği görülmüştür. %17'si ise bu kısmı yanlış cevaplamıştır. 3. değerlendirme kriterine göre öğrencilerin %83'ü n kenarlı çokgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayılarını doğru belirleyebilirken, %17'sinin yanlış yaptığı görülmüştür. 4. değerlendirme kriterine göre öğrencilerin %80'i n kenarlı çokgenin bir köşesinden çizilen köşegenin çokgen içerisinde oluşturduğu üçgen sayılarını doğru bir şekilde belirleyebilmiştir. 5. değerlendirme kriteri incelendiğinde ise etkinliğe katılan öğrencilerin tamamının (%100) çokgenlerin iç açıları toplam ölçülerinin hesaplandığı genel formülü bildiği gözlenmiştir. 6. değerlendirme kriterine bakıldığında etkinliğe katılan öğrencilerin yarısının (%50) çokgenlerin iç açıları toplam formülünün çokgenlerin hangi özelliklerine bağlı olarak oluşturulduğunu bulamadığı, %27'sinin çözüme yönelik kısmen fikir üretebildiği, %23'ünün ise düşünüp akıl yürüterek çözüme ulaşabildiği gözlenmiştir. Tablo 6.da n kenarlı çokgen çizimi (sonsuz sayıda, bilinmeyen) ile ilgili veri sonuçlarına göre öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme teorisine göre çoğunlukla 2. düzeyde (analiz) oldukları, öğrencilerden 7 tanesinin de 3. düzeyde (informal çıkarım) oldukları görülmektedir.

Çalışmamızda öğrencilerin çokgenleri çizim-inşa yaparak öğrenme becerilerini içeren etkinlikten elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, öğrencilerin geometri bilgilerinin eksik olmasından dolayı geometrik şekillerin çizim-inşalarında kavram yanlışlığı yaşayarak geometrik şekiller ve özellikleri arasındaki bağıntıyı kuramadıklarından geometrik bir probleme çözüm bulmakta zorlandıkları gözlenmiştir. Bu bağlamda geometri öğretiminde anlamlı öğrenme gerçekleşmediğinden öğrencilerin bir kısmı geometrik çizim-inşa etkinlik uygulaması sırasında düzgün çokgenlerin şekillerinin özelliklerini dikkate almayarak çizimleri doğru bir şekilde yapamamışlardır. Çokgenlerin özelliklerini tabloda doğru olarak yazdıkları ancak düzgün çokgen şekillerini yanlış çizdiklerinden dolayı ezber yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin çokgenlerin özelliklerini ezber yaparak bildikleri için kenar uzunluğu ve açı ölçülerine dikkat etmeden yanlış çizim yapmaktadırlar. Geometrik çizim-inşa etkinlik uygulamaları sırasında öğrencilerin çokgenlerin şekilleri ve özellikleri arasındaki bağıntıyı ilişkilendirerek çizim-inşa becerilerini geliştirmeye başladıkları gözlenmiştir. Ayrıca etkinlik uygulamasında öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme teorisine göre geometrik düşünme düzeyleri sorulara göre değişkenlik göstererek çoğunlukla temel düzey olan 1.(görsel) ve 2.(analiz) düzeydedir. Etkinliğin son aşamasındaki çokgenlerin iç açıları toplam formülünü ((n-2).180) açıklayarak 7 öğrenci 3. düzeye çıkabilmiştir.

Araştırmamızda geometride çokgenlere yönelik çizim-inşa etkinlik uygulaması sonucunda öğrencilerin çizim yaptıkları cevap kağıtlarından örnekler aşağıda sunulmuştur.

• Aşağıdaki tabloda isimleri yazılı olan düzgün çokgenlerin çizimlerini yapıp özelliklerini yazarak tabloyu doldurunuz.
• Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda
- n kenarlı bir düzgün çokgenin iç açıları toplamını veren genel ifadeyi yazınız.
- Bu ifadenin çokgenlerin hangi özelliklerine bağlı olarak oluştuğunu bulmaya çalışınız.

Çokgenin Adı	Çokgenin Şekli	Çokgenin Kenar Sayısı	Çokgenin Köşe Sayısı	Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısı	Çokgende Bir Köşeden Çizilen Köşegen ile Oluşan Üçgen Sayısı	Çokgenlerin İç Açılı Ölçüleri Toplamı
Dörtgen		4	4	1	2	360
Beşgen		5	5	2	3	540
Altıgen		6	6	3	4	720
n kenarlı çokgen (n-gen)		n	n	n-3	n-2	$(n-2) \cdot 180$ 180, üçgenin iç açı toplamı. n-2 iç üçgenlerden oluşur. n-2 iç üçgenlerden oluşur.

Şekil 1. Ö4 kodlu öğrencinin cevap kağıdı

Şekil 1. de öğrenci düzgün çokgen çiziminde kenar uzunlukları ve açı ölçülerinin birbirine eşit olmasına dikkat etmeden yanlış çizim yapmıştır. Çokgenlerin özelliklerini doğru yazmasına rağmen çokgen şekillerini yanlış çizdiğinden şekil ve özellik arasındaki bağlantıyı bilmediği, ezber yaptığı anlaşılmaktadır. Çokgenlerin iç açıları toplam formülünün $((n-2) \cdot 180)$ nasıl oluştuğunu tam olarak açıklayamamıştır.

• Aşağıdaki tabloda isimleri yazılı olan düzgün çokgenlerin çizimlerini yapıp özelliklerini yazarak tabloyu doldurunuz.
• Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda
- n kenarlı bir düzgün çokgenin iç açıları toplamını veren genel ifadeyi yazınız.
- Bu ifadenin çokgenlerin hangi özelliklerine bağlı olarak oluştuğunu bulmaya çalışınız.

Çokgenin Adı	Çokgenin Şekli	Çokgenin Kenar Sayısı	Çokgenin Köşe Sayısı	Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısı	Çokgende Bir Köşeden Çizilen Köşegen ile Oluşan Üçgen Sayısı	Çokgenlerin İç Açılı Ölçüleri Toplamı
Dörtgen		4	4	1	2	360
Beşgen		5	5	2	3	540
Altıgen		6	6	3	4	720
n kenarlı çokgen (n-gen)		n	n	$(n-3)$	$(n-2)$	$(n-2) \cdot 180$

$(n-2)$ üçgenler oluşur. Üçgenlerin iç açıları toplamı 180° olduğu için. Üçgen sayısı $180^\circ =$ çokgenin iç açı toplamına eşittir.

Şekil 2. Ö20 kodlu öğrencinin cevap kağıdı

Şekil 2. deki öğrenci çokgenlerin özelliklerini bilerek düzgün çokgenlerin kenar uzunluk ve açı ölçülerinin eşit olmasına dikkat ederek doğru çizim yapmıştır. Ayrıca çokgenlerin iç açıları toplam formülünün $((n-2) \cdot 180)$ nasıl oluştuğunu bilgilerini kullanarak doğru olarak açıklayabilmiştir.

• Aşağıdaki tabloda isimleri yazılı olan düzgün çokgenlerin çizimlerini yapıp özelliklerini yazarak tabloyu doldurunuz.
• Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda
- n kenarlı bir düzgün çokgenin iç açıları toplamını veren genel ifadeyi yazınız.
- Bu ifadenin çokgenlerin hangi özelliklerine bağlı olarak oluştuğunu bulmaya çalışınız.

Çokgenin Adı	Çokgenin Şekli	Çokgenin Kenar Sayısı	Çokgenin Köşe Sayısı	Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısı	Çokgende Bir Köşeden Çizilen Köşegen ile Oluşan Üçgen Sayısı	Çokgenlerin İç Açılı Ölçüleri Toplamı
Dörtgen		4	4	1	2	360
Beşgen		5	5	2	3	540
Altıgen		6	6	3	4	720
n kenarlı çokgen (n-gen)		n	n	n-3	n-2	$(n-2) \cdot 180$

Özellikleriyle 180 derece.

Şekil 3. Ö8 kodlu öğrencinin cevap kağıdı

Şekil 3.te öğrenci düzgün çokgen çizimlerini çokgenlerin özelliklerine uygun olarak doğru yapmıştır. Cevap kağıdında çokgenlerin özelliklerini tam olarak yazmasına rağmen çokgenlerin iç açıları toplam formülünün çokgenlerin hangi özelliklerine bağlı olarak oluşturulduğunun sorulduğu soruya mantıklı düşünüp akıl yürütemediğinden doğru cevap verememiştir.

• Aşağıdaki tabloda isimleri yazılı olan düzgün çokgenlerin çizimlerini yapıp özelliklerini yazarak tabloyu doldurunuz.
• Tabloda yer alan bilgiler doğrultusunda:
- n kenarlı bir düzgün çokgenin iç açıları toplamını veren genel ifadeyi yazınız.
- Bu ifadenin çokgenlerin hangi özelliklerine bağlı olarak oluştuğunu bulmaya çalışınız.

Çokgenin Adı	Çokgenin Şekli	Çokgenin Kenar Sayısı	Çokgenin Köşe Sayısı	Çokgenin Bir Köşesinden Çizilen Köşegen Sayısı	Çokgenin Bir Köşeden Çizilen Köşegen ile Oluşan Üçgen Sayısı	Çokgenlerin İç Açılarının Toplamı
Dörtgen		4	4	$(n-3)$ 1	$(n-2)$ 2	$(n-2) \cdot 180$ 360
Beşgen		5	5	2	3	540
Altıgen		6	6	3	4	720
n kenarlı çokgen (n-gen)		n	n	$n-3$	$n-2$	$(n-2) \cdot 180$

* Üçgenin iç açıları toplamı 180° olduğu için $(n-2) \cdot 180$ formülü ile çokgenin iç açıları bulunur.

Şekil 4.te öğrenci düzgün çokgen çizimlerini çokgenlerin özelliklerine uygun olarak doğru yapmıştır. Ancak çokgenlerin iç açıları toplam formülünün nasıl oluştuğuna dair fikir üretmeyerek açıklayamamıştır.

Şekil 4. Ö27 kodlu öğrencinin cevap kağıdı

SONUÇ ve TARTIŞMA

Araştırmamızda 7. sınıf öğrencilerinin geometri öğretiminde düzgün çokgenlerin şekil ve özellikleri arasındaki bağlantıyı anlamlandırarak çizim-inşa yapabilme becerileri ve geometrik düşünme düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda MEB 7. sınıf ders kitabında yer alan çokgenler tablosunun çizim-inşayı esas alacak şekilde uyarlanmasıyla hazırlanan etkinlik sınıf ortamında öğrencilere uygulanmıştır.

Çalışmamızda etkinliğin dörtgenler ile ilgili olan 1. aşamasında etkinlik esnasında alınan gözlem notlarına göre dörtgen denildiğinde öğrencilerin akıllarına ilk olarak kare ve dikdörtgen geldiği, dörtgenlerin çeşitlerini tam olarak bilmediklerinden paralelkenar ve yamuk çizmedikleri görülmüştür. Dörtgenlerin özelliklerinden olan kenar-köşe sayıları etkinliğe katılan tüm öğrenciler tarafından doğru bir şekilde belirlenirken dörtgenin bir köşesinden çizilen köşegen sayısını bazı öğrencilerin yanlış belirledikleri gözlenmiştir. Buradan geometrik terimlerden köşegen kavramının bazı öğrenciler tarafından tam olarak bilinmediği bu yüzden dörtgen içerisinde doğru çizim yapamadıkları ve çözüme ulaşamadıkları anlaşılmaktadır. Köşegen kavramının tam olarak bilinmiyor oluşu nedeniyle dörtgen içerisinde oluşabilecek üçgen sayısını belirlemede de yanlış cevapların verildiği görülmüştür. Bu sorulara bazı öğrencilerin yanlış cevap vermelerine karşın tüm öğrenciler dörtgenlerin iç açıları toplam ölçülerini doğru yazmışlardır. Etkinliğin 1. aşamasında dörtgenlerle ilgili tüm soruların birbiriyle bağlantılı olduğu bilinmektedir. Ancak öğrencilerin geometrik konu ve kavramlarını yeteri kadar bilmedikleri, çokgenlerin şekil ve özellikleri arasındaki bağlantıyı tam bilmediklerinden yanlış çizim-inşalar yaparak çözüme ulaşmaya çalıştıkları görülmüştür. Çokgenlerin özelliklerini doğru bir şekilde yazmış gibi görünseler de çoğu öğrencinin ezber yaparak doğru yazdığı görülmüştür. Bu yüzden dörtgen sorularının bazılarını doğru, bazılarını yanlış cevapladıkları görülmüştür. Öğrencilerin geometri öğreniminde üçgen, dörtgen gibi geometrik şekillerin özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri anlayamadıkları ve bilgi eksikliğinden dolayı kavram yanılgısı yaşadıkları belirtilmiştir (Yılmaz, Turgut ve Kabakçı, 2008). Öğretmen adaylarının da

dörtgen çeşitlerinden en iyi kare ve dikdörtgenin özelliklerini bildikleri, yamuk, paralelkenar gibi dörtgenlerin çeşitleri konusunda bilgi eksikleri bulunmaktadır. Ayrıca dörtgenlerin aç ve kenar özelliklerini bildikleri, köşegen ile ilgili özellikler konusunda yetersiz kaldıkları belirtilmiştir (Türnüklü, Alaylı ve Akkaş, 2013).

Etkinliğin 2. aşamasındaki düzgün beşgen çiziminde öğrencilerin yarısına yakınının kenar uzunluklarını eşit ve aynı zamanda aç ölçülerinin de eş olmasına dikkat etmeyerek yanlış çizim yaptıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin bazılarının geometride düzgün çokgen kavramını bilmedikleri, şekil ve özellikleri arasındaki bağıntıyı kuramadıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerin geometrik şekillerden çokgenleri görsel olarak tanıdıkları ancak kavramsal özelliklerini bilemedikleri belirtilmiştir (Ergün, 2010). Bu bakımdan elde edilen sonuçlar Ergün (2010)'a ait çalışmadaki bulguları desteklemektedir.

Etkinliğin 3. aşaması değerlendirildiğinde etkinliğe katılan öğrencilerin yarısına yakınının geometrik bilgilerinin yetersiz olduğu, çokgen şekilleriyle özellikleri arasındaki ilişkiyi anlamlandıramadıklarından, çokgenlerden düzgün altıgeni özelliklerine uygun olarak değil, kenar uzunluğu ve iç aç ölçülerine dikkat etmeyerek çizim yaptıkları gözlenmiştir. Akuysal (2007)'nin çalışmasında da öğrencilerin çokgenleri bilgi ve kavram yanlışlarından dolayı tanımadıkları, görsel olarak çokgenin en az beş kenara sahip olması gerektiği yönünde yanlış bilgiye sahip oldukları görülmüştür.

Etkinliğin 4. aşamasındaki n kenarlı bir çokgenin çiziminde öğrencilerin büyük çoğunluğunun soruyu anlamlandıramadıkları, bu yüzden karmaşa yaşayarak çizim yapamadıkları gözlenmiştir. Buna rağmen çokgenlerin iç açıları toplam formülü sorulduğunda tüm öğrencilerin doğru cevap verdiği görülmüştür. Bu da öğrencilerin çokgen çizimlerinde şekil ve özellikleri arasındaki bağıntıyı öğrenmeden ezber yaparak çizim yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Etkinlikte öğrencilerin düşünme, akıl yürütme, fikir üretme, keşfetme gibi bilişsel becerilerinin yetersiz olduğu görülerek n kenarlı çokgen çizimi yapılamayarak geometrik bir probleme çözüm bulmada zorlandıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin çokgenlerin iç açıları toplam formülünü $((n-2).180)$ ezber yaparak uyguladıkları, bu da anlamlı öğrenmenin olmadığını göstermektedir. Geometri öğretimi sürecinde çokgenler, açılar, paralel veya dik doğrular gibi geometrik kavramların sürekli benzer ve rutin örnekler verilerek anlatılması veya çizilmesi öğrencilerin geometrik düşünme becerilerinin sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da öğrenciler farklı türde bir problem ile karşılaştıklarında geometrik kavramlarla ilgili farklı düşünüp akıl yürütemediklerinden çözüme ulaşmamaktadırlar (Güven, 2002).

Geometri öğretiminde öğrencilerin çizim-inşa yapabilme becerileri ve geometrik düşünme düzeyleri belirlenerek zihinsel becerilerinin ve bilgi düzeylerinin hangi aşamada olduğu ortaya konulmalıdır (Regina, 2000). İlköğretimdeki öğrencilerin geometriyi öğrenirken geometrik düşünme seviyelerinin olması gereken düzeyde olmaması sorun oluşturmaktadır. Matematik ve geometri birikimli olarak ilerleyen konulardan oluşmaktadır. Öğrenci bir konuyu anlamadığında ilerideki konuları da öğrenmede zorlanacaktır. Çünkü geometri öğretiminin başarıyla ilerlemesi için her aşamadaki kazanımların tamamen öğrenilmesi gerekli görülmektedir. Ortaokul düzeyindeki öğrencilerin geometri dersindeki konu ve kazanımları öğrenebilmeleri için geometrik düşünme seviyelerinin en azından ikinci düzeyde olmaları gerekmektedir (Saraçoğlu ve Aşlıoğlu, 2022). Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre ortaokul düzeyindeki öğrencilerin genellikle 2. düzeyde

olduklarını belirtmektedirler. Bu düzeydeki öğrenciler geometrik şekillerin matematiksel özelliklerini bilmekte fakat bu özellikler arasında bağıntı kuramamaktadırlar (Olkun ve Toluk, 2007). Van Hiele'nin de belirttiği gibi geometrik düşünme düzeylerinin gelişimi öğrencilerin aldığı eğitim ve öğretimle yakından ilgilidir. Geometrinin uygun ve düzenli bir şekilde öğretilmemesi halinde öğrencilerin 3., 4. ve 5. düzeylere çıkabilmelerinin zor olduğu belirtilmektedir (Güven, 2006). Çalışmamızda da Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar değişkenlik göstererek çoğunlukla 1. (görsel) ve 2. (analiz) düzeyde oldukları görülmüştür. Çokgenleri çizim-inşa yaparak öğrenme etkinliğinin son aşamasında ise çokgenlerin iç açılar toplam formülünü $((n-2).180)$ açıklayarak 3. düzeye çıkabilen 7 öğrenci bulunmaktadır (informal çıkarım). Çontay ve Duatepe Paksu (2022) tarafından 8. sınıf öğrencilerin karenin tanımıyla ilgili algılarının (şekil çizimi, görsel anlatımlar gibi) incelendiği çalışmada da öğrencilerin sorulara göre değişkenlik göstererek farklı geometrik düşünme düzeylerinde cevaplar verdikleri belirtilmiştir.

ÖNERİLER

- Geometri öğretiminde çizim-inşa yaparak bir probleme çözüm bulmanın öğrencide anlamlı öğrenmeyi sağlayacağı düşünülmektedir. Bu yüzden geometrik çizim-inşa etkinlik uygulamalarına sınıf ortamlarında daha fazla yer vererek öğrencide anlamlı öğrenme sağlanabilir.
- Geometri öğretiminde öğretmenlerin zaman ve müfredat yoğunluğundan dolayı düz anlatım yaptıkları, çizim-inşa etkinlik uygulamalarına yer veremedikleri belirtilmektedir. Çizim-inşa etkinlikleri öğrencilerin geometri kazanımlarına faydalı olacağından öğretmenlerin ders planlarında etkinlik uygulamalarına yer vermesi önemlidir.
- Matematik ders kitaplarında geometri öğretiminde çizim-inşa etkinlik uygulamalarının daha fazla yer alması önerilebilir.
- Literatürde geometri öğretiminde çizim-inşa etkinlikleri yaparak öğrenme konulu az sayıda çalışma bulunduğundan farkındalık oluşturmak için bu çalışmaların öğretmenlere, öğretmen adaylarına ve öğrencilere de uygulanarak artması sağlanabilir.
- Geometri öğreniminde geometrik şekillerin çizim ve inşalarını yapabilme ve özelliklerini anlamada kolaylık sağladığı için teknolojinin kullanılması önerilebilir. (GeoGebra, Sketchpad, Cabri gibi) Ancak literatürde geometrik kavramların zihinde ilk inşasının pergel, cetvel gibi araç-gereçlerle çizim-inşa yapılarak öğrenilmesinin gerekli görüldüğü, teknolojinin pekiştirme aşamasında kullanılmasının doğru olduğu belirtilmektedir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, M. C. ve Aktaş, D. Y. (2012). İlköğretim 7. sınıf matematik öğretim programı, ders ve öğrenci çalışma kitaplarında dörtgenler arasındaki ilişkilerin anlatımının incelenmesi. *e-Journal of New World Sciences Academy NWSA-Education Sciences*, 7 (2), 848-858.
- Aktaş, M. C. ve Mumcu, H. Y. (2019). Pre-Service Elementary Mathematics Teachers' Views on Geometric Constructions: Building on the Paper or Interactive Whiteboard?. *Online Submission*, 6(3), 598-611.
- Akuysal, N. (2007). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin 7. sınıf ünitelerindeki geometrik kavramlardaki yanlışları* (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

- Alaylı, F. (2012). *Geometride şekil oluşturma ve şekli parçalarına ayırma çalışmalarında ilköğretim 6. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin düşünme süreçlerinin incelenmesi ve bu süreçteki düzeylerinin belirlenmesi* (Doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Altun, M. (2015b). *İlköğretim İkinci Kademedeki (6, 7, 8. sınıflarda) Matematik Öğretimi*, Aktüel, Bursa, 478s
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. Lester Jr., F. K. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 843-908). North Carolina: Information Age Publishing.
- Baykul, Y. (2005). *İlköğretimde Matematik Öğretimi (1-5. Sınıflarda)*. Ankara: Pegem Yayıncılık, 8. Baskı.
- Baykul, Y. (2009). *İlköğretimde Matematik Öğretimi (6-8. Sınıflar)*. Ankara: PegemA Yayıncılık
- Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda matematik öğretimi (5-8. sınıflar) (Geliştirilmiş 2. baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz. Ş. ve Demirel. F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. 17.Baskı, Ankara: Pegem Akademi.
- Cheung, L.H. (2011). *Enhancing students' ability and interest in geometry learning through geometric constructions*. Doctoral Thesis, The University of Hong Kong, Hong Kong, Çin.
- Creswell, J. W. (2007). Five Qualitative Approaches to Inquiry. In J. W. Creswell (Eds.), *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among five Approaches* (pp. 53-84). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Çiftçi, O. ve Tatar, E. (2014). Pergel-cetvel ve dinamik bir yazılım kullanımının başarıya etkilerinin karşılaştırılması. *Journal of Computer Education Research*, 2(4), 111-133.
- Çontay, E. G. & Duatepe Paksu, A. (2022). 8. Sınıf öğrencilerinin karenin tanımıyla ilişkili algıları. *Erciyes Journal of Education*, 6(2), 166-190. <https://doi.org/10.32433/eje.1053357>
- Duatepe, A. (2000, Eylül). Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri üzerine niteliksel bir araştırma. *V. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi* (s.562-568). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Duatepe, A. (2000). *Drama temelli öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin geometri başarısına, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine, matematiğe ve geometriye karşı tutumlarına etkisi*, Yayımlanmamış doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Duatepe-Paksu, A., 2016. "Geometrik Düşünme", *Matematik Eğitiminde Teoriler*, Ed. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ.Ö. Zembat, Pegem Akademi, Ankara, 265-275s.
- Erduran, A. ve Yeşildere, S. (2010). Geometrik yapıların inşasında pergel ve çizgecin kullanımı, *İlköğretim Online*, 9 (1), 331-345.
- Ergün, S. (2010). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin çokgenleri algılama, tanımlama ve sınıflama biçimleri* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Freeman, C. M. (2010). *Hands-on geometry: Constructions with straightedge and compass, grades 4-6*. Waco, Texas: Prufrock Press.
- Fujita, T. & 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.
- Gall, M. D. Borg, W. R., & Gall J. P. (1996). *Educational research an introduction* (6. baskı). USA: Longman Publisher.
- Gutierrez, A (1992). *Exploring The Links between Van Hiele and 3- Dimensional Geometry* Departamento de Didactica de la, Matematica, Universidad de Valencia, Structural Topology, 18, 31-48.

- Gül, B. (2014). *Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Üçgenler Konusundaki Matematiksel Başarıları İle Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri İlişkisinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güven, B. (2002). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek öğrenme*. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güven, Y. (2006). *Farklı geometrik çizim yöntemleri kullanımının öğrencilerin başarı, tutum ve van Hiele geometri anlama düzeylerine etkisi*, (Yüksek lisans tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- İlhan, M. (2011). *İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Hacısalıhoğlu, H., Mirasyedioğlu, Ş. ve Akpınar, A. (2004). *Matematik öğretimi (İlköğretim 6-8)*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Hoffer, A. (1981). Geometry is more than proof. *Mathematics Teacher*, 74,11-18.
- Jones, K. (1998). Theoretical frameworks for the learning of geometrical reasoning. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 18(1-2), 29-34.
- Jones, K. (2002). Issues in the teaching and learning of geometry. In L. Haggarty (Ed.), *Aspect of teaching secondary mathematics: Perspectives on practice* (pp. 121-139). London: Routledge Falmer.
- Karakarçayıldız R. Ü. (2016). *7. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Düşünme Düzeyleri ile Çokgenleri Sınıflama Becerileri ve Aralarındaki İlişki (Yüksek Lisans Tezi)*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Karakuş, F. (2014). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik inşa etkinliklerine yönelik görüşleri, *Journal of Theoretical Educational Science*, 7(4), 408-435.
- Karapınar, F. (2017). *8.sınıf öğrencilerinin geometrik cisimler konusundaki bilgilerinin van hiele geometrik düşünme düzeyleri açısından incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Köse, N. Y., Tanışlı, D., Erdoğan, E. Ö. ve Ada, T. Y. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli geometri dersindeki geometrik oluşum edinimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 102-121.
- Kuzle, A. (2013). Constructions with various tools in two geometry didactics courses in the United States and Germany. In B. Ubuz (Ed.), *Proceedings of the eighth congress of the European society of research in mathematics education* (s. 6-10). Antalya, Turkey.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2013a). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı*.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2013b). *İlköğretim matematik dersi öğretim programı ve kılavuzu 5-8. sınıflar*.
- MEB (2018a). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB.
- Napitupulu, B. (2001). *An exploration of students' understanding and Van Hiele levels of thinking on geometric constructions* (Unpublished Master Thesis). Simon Fraser University, Canada.
- Olkun, S., Toluk, Z. (2003). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. Ankara :Anı Yayıncılık.
- Olkun, S. ve Toluk, Z. (2007). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Maya Akademi.

- Özcan, B. N. (2012). *İlköğretim öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin geliştirilmesinde bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi* (Doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Pesen, C. (2008). *Eğitim Fakülteleri ve Sınıf Öğretmenleri için Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımına Göre Matematik Eğitimi* (4.Baskı). Ankara: Pegem.
- Posamentier, A. S. (2000). *Making geometry come alive: Student activities and teacher notes*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Pusey, E. L. (2003). *The Van Hiele Model of Reasoning in Geometry: A Literature Review*. *Mathematics Education Raleigh*. North Carolina State University.
- Regina, M. M. (2000). Enhancing geometric reasoning. *Adolescence*, 35(138), 365.
- Saraçoğlu, M. ve Aşılıoğlu B. (2022). *Türkiye’de Geometrik Düşünme Üzerine Yapılan Araştırmalara İlişkin Bir Meta-Sentez*. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(81), 91-116.
- Şahin, O. (2008). *Sınıf öğretmenlerinin ve sınıf öğretmeni adaylarının Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri* (Yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Thanasegaran, G. (2009). Reliability and Validity Issues in Research. *Integration & Dissemination*, 4.
- Türnüklü, E., Alaylı, F. ve Akkaş E. (2013). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dörtgenlere ilişkin algıları ve imgelerinin incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13 (2), 1213-1232.
- Türnüklü, E., Akkaş, E. N., ve Alaylı, F. G. (2013). Mathematics teachers’ perceptions of quadrilaterals and understanding the inclusion relations. In B. Ubuz, Ç. Haser & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 705–714.) Antalya, Türkiye.
- Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry*. University of Chicago.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, S., Turgut, M., & Kabakçı, D. A. (2008). Ortaöğretim öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin incelenmesi: Erdek ve Buca örneği. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 8(1), 62-71.
- Yılmaz, S., Keşan, C. ve Nizamoğlu, Ş. (2000, Eylül). İlköğretimde ve ortaöğretimde geometri öğretimi-öğreniminde öğretmenler-öğrencilerin karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi*, (s.569-573). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.