



THE EFFECT OF BASIC GEOMETRIC DRAWINGS USING A COMPASS-RULER ON THE GEOMETRIC THINKING LEVELS AND ATTITUDES OF THE PRE-SERVICE TEACHERS¹

(PERGEL-CETVEL KULLANARAK TEMEL GEOMETRİK ÇİZİMLERİN ÖĞRETMEN ADAYLARININ GEOMETRİK DÜŞÜNME DÜZEYLERİNE VE TUTUMLARINA ETKİSİ)

Hülya GÜR²
Mevhibe KOBAK DEMİR³

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effect of basic geometric drawings using a compass-ruler on the geometric thinking levels and attitudes towards mathematics of pre-service teachers. It was also examined whether this effect showed a significant relationship by gender and grade. The study adopted single group pre-test and post-test experimental design was carried out with 72 pre-service teachers studying at Secondary Science and Mathematics Education-Mathematics Education department in the spring semester of the 2013-2014 academic year. In the applications performed 2 hours per week in 5 weeks, the research data was obtained by the Van Hiele Geometric Thinking Levels Test developed by Usiskin (1982) and adopted to Turkish by Duatepe (2000) and The Scale Of Attitudes Towards The Mathematics developed by Aşkar (1986). At the end of the study, the basic geometric drawings produced by using a pair of compass and a ruler improved the pre-service teachers' geometrical thinking levels and attitudes towards mathematics.

Keywords: Mathematics laboratory, basic geometric drawings, using a pair of compasses and a ruler, geometric thinking level, attitudes towards mathematics

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının pergel-cetvel kullanarak gerçekleştirdikleri temel geometrik çizim uygulamalarının geometrik düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemektir. Çalışmada ayrıca bu etkinin cinsiyete ve sınıf düzeyine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Deneysel desenlerden tek grup ön test- son test deneysel desen benimsenen çalışma, 2013-2014 eğitim öğretim yılı bahar yarıyılı Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi-Matematik Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 72 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Haftada 2 saat olmak üzere 5 haftada gerçekleştirilen uygulamalarda araştırma verileri, Usiskin (1982) tarafından geliştirilen ve Duatepe (2000) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi ve Aşkar (1986) tarafından geliştirilen Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği ile edinilmiştir. Araştırmanın sonunda pergel-cetvel kullanarak gerçekleştirilen temel geometrik çizim uygulamalarının öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini ve matematiğe yönelik tutumlarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Matematik laboratuvarı, temel geometrik çizimler, pergel-cetvel kullanımı, geometrik düşünme düzeyi, matematiğe yönelik tutum

¹ The first version of this study has been presented as a oral presentation in the 3rd International Eurasian Conference on Mathematical Sciences and Applications on August 25-28,2014 in Wien, Austria. (The study is supported by The Balıkesir University Scientific Research Projects Unit with the 2014/29 project number).

² Prof. Dr., Balıkesir University, Faculty of Necatibey Education, hgur@balikesir.edu.tr

³ Research Asistant, Balıkesir University, Faculty of Necatibey Education, mevhibekobak@balikesir.edu.tr

SUMMARY

Introduction

Mathematics laboratory is a place where students can learn and explore various mathematical concepts and verify different mathematical facts and theories using varieties of activities and material (Igbokwe, 2000). According to Maschietto and Trouche (2010), a mathematics laboratory is a room, equipped with some materials. These materials include computers, books and all kinds of objects that can be used for mathematical experiments or constructions. One of the indispensable elements of mathematics laboratory is also tools-materials. According to Öztürk and Güven (2012) effectiveness of learning is increasing at that rate when it is equipped tools- materials. One of these tools-materials is a pair of compasses and ruler that is help students to explore the properties of geometric shapes and provide to have better understanding of geometric shapes (Erduran and Yeşildere, 2010). The geometry formed more abstract concepts is experienced difficulty by students and leads them to move away from the geometry. One of the applications that help students to learn geometry is to develop their drawing skills (Napitupulu, 2001). The studies related the use of geometric drawing tools for 2000 years attracted the attention of many mathematicians underlines the necessity geometrical thinking for the realization of geometric drawings (Erduran and Yeşildere, 2010). In fact, NCTM (2000) recommends that it should be organized the teaching and learning process in the geometry education will be given to the students according to the Van Hiele Model (Erdoğan, Akyaka and Çelebi Akyaka, 2009).

Although a lot of attention to geometry in recent years, many researches shows that the students' understanding geometry is not at the level expected and desired (Battista and Clements, 1988; Clements and Battissa, 1992; Carroll, 1998; Meng, Lian and Idris, 2009; as cited in Bal, 2012). The studies indicate the factors that especially the students' affective features as attitudes and concerns influence of their learning and not to be taken in to consideration Van Hiele Geometric Thinking Levels as a reason of this failure (Olkun and Aydoğdu, 2003; Gür, 2005; Fidan and Türnüklü, 2010; Bal, 2012). Besides if the learning and teaching process how much is enriched with a variety of teaching materials, it will be provided a positive contribution in students' learning and removed the obstacles of failure (Toptaş, 2008).

Purpose

This study aimed at examining the effect of basic geometric drawings using a compass-ruler on the geometric thinking levels and attitudes towards mathematics of pre-service teachers basic geometric drawings using a compass and a ruler. It was also examined whether this effect showed a significant relationship by gender and grade. The following questions were sought based on this purpose:

- How are the geometric thinking levels of the preservice teachers before and after the application?
- Is there a significant effect of basic geometric drawings on the pre-service teachers' geometric thinking test scores?

- Are the geometric thinking test scores of the pre-service teachers significantly different by gender?
- Are the geometric thinking test scores of the pre-service teachers significantly different by grade?
- Is there a significant effect of basic geometric drawings on the pre-service teachers' attitudes towards mathematics?
- Are the attitudes towards mathematics of the pre-service teachers significantly different by gender?
- Are the attitudes towards mathematics of the pre-service teachers significantly different by grade?

Method

The study adopted single group pre-test and post-test experimental design was carried out with 72 pre-service teachers studying at Mathematics Education department in the spring semester of the 2013-2014 academic year. In the applications performed 2 hours per week in 5 weeks, the research data was obtained by the Van Hiele Geometric Thinking Levels Test developed by Usiskin (1982) and adopted to Turkish by Duatepe (2000) and The Scale Of Attitudes Towards The Mathematics developed by Aşkar (1986).

Findings

At the end of the study, it was concluded that the application of the pre-service teachers' basic geometric drawings' with a pair of compasses and a ruler improved the pre-service teachers' geometric thinking levels and attitudes towards the mathematics. In addition, in this study the students' geometric thinking levels and attitudes towards to mathematics have been compared according to the variable of gender and the class studying. According to the results of the Two-Way ANOVA for mixed research analysis, it was concluded that neither gender nor class level had significant effect on the geometric thinking levels and attitudes towards to mathematics. In the next section, the discussion in the light of the results was given.

Discussion and Conclusion

This study clearly showed that pre-service mathematics teachers' basic drawing with a pair of compasses and a ruler has improved their geometric thinking level and attitudes towards mathematics. It can be seen that the goals and activities about the geometric construction takes place at all level from elementary school to high school when the mathematics curriculums was examined (MEB, 2009a; MEB, 2009b; MEB, 2010a; MEB, 2010b). However the pre-service teachers are forced to use a pair of compasses in the geometric construction and can not decide how they will start to draw and what and how they will draw. The most important reasons of this situation are caused by not using a pair of compasses before, the lack of their field knowledge (Erduran and Yeşildere, 2010) and poor Van Hiele geometric thinking levels (Durmuş, Olkun and Toluk, 2002; Karakuş, 2014). If all these reasons are considered together, it is observed that the pre-service teachers about

using a pair of compasses and a ruler in geometric construction effectively in their teaching activities and developing their geometric levels are very important.

GİRİŞ

Geometri, matematiğin öğrencilerin dünyayı anlamlandırmalarını ve temsil etmelerini, problemleri analiz etmelerini ve çözmelerini ve bu problemleri anlamalarını kolaylaştırmak için soyut sembolleri resimsel olarak temsil etmelerini sağlayan bir alt dalıdır (Struchens, Harris ve Martin, 2001). Geometrinin daha çok soyut kavramlardan oluşması birçok öğrenciye zorluklar yaşatmakta ve geometriden uzaklaşmalarına neden olmaktadır. Öğrencilerin geometriyi öğrenmelerine yardımcı olan uygulamalardan biri onların çizim becerilerini geliştirmektir (Napitupulu, 2001). Doğru ve hatasız geometrik çizimler yapabilmek için öğrencilerin çeşitli araç gereçlere ihtiyaçları vardır. Bu açıdan öğrenme ortamlarında matematik laboratuvarlarının bulunmasının gerekliliği aşıkardır.

Matematik laboratuvarı, öğrencilerin çeşitli etkinlik ve materyalleri kullanarak matematiksel kavramlarını öğrenmek ve keşfetmek ile farklı matematiksel gerçekleri ve teorileri doğrulayabilecekleri yerdir (Igbokwe, 2000). Bir başka tanıma göre ise matematik laboratuvarları, matematiksel deneyim ve yapılar için kullanılan tüm nesnelere, bilgisayar, kitaplardan oluşan materyallerle donatılmış odalardır (Maschietto ve Trouche, 2010). Matematik laboratuvarlarının sınıf mevcudiyeti, oturma düzeni, ışık, ses, ısı gibi pek çok fiziki yapısı ile ilgili alt boyutlarının yanı sıra vazgeçilmez unsurlarından biri de ders araç-gereçleridir.

Öğrenme ortamı araç-gereç bakımından ne kadar donanımlı olursa etkililiği o oranda artmaktadır (Öztürk ve Güven, 2012). Çünkü ders araç gereçleri öğrenme ortamına katılan duyu organ sayısını artırarak öğrenmeyi artırma ve kalıcı öğrenmelerin gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır (Yalın, 2007). Dolayısıyla derslerde kullanılan araç-gereçler, eğitimin kalitesini yükseltmekte, verimliliği arttırmakta ve öğrencilere daha zengin yaşantılar kazandırmaktadır (Doğdu ve Arslan, 1993; Köseoğlu ve Soran, 2006). Pergel ve cetvel özellikle öğrencilerin geometrik şekillerin özelliklerini keşfetmelerine yardımcı olan ve bu geometrik şekillerle ilgili kavrayışların daha iyi olmasını sağlayan araç gereçlerdendir (Erduran ve Yeşildere, 2010). Çiftçi ve Tatar (2014) 55 öğretmen adayı ile geometri öğretiminde pergel ve cetvel kullanımını ile dinamik yazılımlar aracılığı ile doğru ve açılar konusunda çizim yapmanın etkililiğini incelenmiştir. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımlarının daha kolay ve zevkli olduğunu, bu tür araçları kullanarak geometrinin ilgi çekiciliğinin arttıracağını ve yaparak yaşayarak öğrenme modeline de uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Dane, Çetin, Sağır ve Baş (2015) çalışmalarında katılımcıların cebirsel ifadelerin çözüm kümelerini, çözüm kümelerine karşılık gelen sembolik gösterimleri ve çözüm kümelerinin geometrik yerini bulmada problemler yaşamalarına rağmen cebirsel ifadesi verilen kümelerin adlandırılması ve geometrik şekli verilen cebirsel ifadelerin bulunmasına kıyasla daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların incelenen ilişkilendirmeler açısından ışın kavramında doğru parçası kavramına kıyasla daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Geometri çalışmalarının

önemli bir konusu olan temel şekilleri çizme becerisi, düşüncenin pergeli ve cetveli ile koordineli biçimde kullanımını gerektirmektedir (Altun, 2015). Literatür incelendiğinde birim küp, cebir karosu, geometrik modeller gibi çeşitli matematik dersinde kullanılacak çalışmalar bulunmasına rağmen, pergeli-cetveli gibi çizim araçlarının kullanımına yönelik çalışmalar (Açıkgül, 2012; Bal, 2012; Durmuş, Olkun ve Toluk, 2002; Paksu, 2013; Tuluk, 2014) sınırlıdır.

Konu ile ilgili literatürün genel olarak öğretmen adaylarına yönelik geometri konusunda yapılan çalışmaları; Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri (Bal, 2012), geometrik kavramlara karşı tutumları (Gürefe ve Kan, 2013), geometrik yapılarla ilişkin çizim becerileri (Paksu, 2013), geometrik bilgilere erişim düzeyleri (Çetin ve Dane, 2004), geometrinin alt konularına ilişkin yeterlik düzeyleri (Durmuş ve diğ., 2002), dinamik geometri yazılımları ve bilgisayar destekli uygulamalar odaklı çalışmalar (Açıkgül, 2012; Çiftçi ve Tatar, 2014; İpek, 2010) gibi çeşitli alanlarda ve sınırlı sayıda. Bu çalışmaya benzer bir çalışmada Kutluca (2013) tarafından dinamik yazılımlarından Geogebra kullanımının 11. Sınıf öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisi incelenmiştir.

2000 yıldır pek çok matematikçinin ilgisini çeken geometrik çizim araçlarının kullanımına ilişkin yapılan çalışmalar, geometrik çizimlerin gerçekleştirilmesi için geometrik düşüncenin gerekliliğinin altını çizmektedir (Erduran ve Yeşildere, 2010). Geometrik düşünce, sadece matematik dersiyle değil tüm derslerle ilişkilidir ve öğrencilerin birçok bilişsel özelliğinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (Erdoğan, Akkaya ve Akkaya, 2009). Bu bağlamda çocukta geometrik düşünmenin gelişimi göz önüne alınarak geometri öğretimi gerçekleştirilmelidir. Nitekim ilk olarak 1989'da hazırlanan ve bugünkü geometri programlarında temel alınan NCTM standartlarındaki geometri öğrenme alanının hazırlanmasında "Van Hiele Modeli" temel alınmış ve öğrencilere verilecek geometri eğitiminde öğrenme öğretme süreçlerinin Van Hiele modeline göre düzenlenmesi önerilmiştir (Choi-Koh, 1999; NCTM, 2000; akt. Erdoğan ve diğ., 2009).

Bireylerde geometrik düşünmenin gelişimini ortaya koyan Van Hiele Modeli, 1980' li yıllarda Dina Van Hiele-Geldof ve Pierre Van Hiele tarafından geliştirilmiştir (Breyfogle ve Lynch, 2010). Bu modele göre geometrik düşünme hiyerarşik beş düzeyden oluşmaktadır. Bu düzeyler yaşa bağlı değildir ancak bir düzeyde bulunabilmek için önceki düzeylerin bu sırayla geçilmesi gerekir. Bu düzeylerdeki geçiş; zihinsel gelişim, öğretimin konusu, öğretimin niteliği, öğretmen ve öğrencilerin tecrübelerine bağlıdır (Altun, 2015; Bal, 2012; Baykul, 2009; Breyfogle ve Lynch, 2010; Doğan Temur ve Tertemiz, 2012). Diğer bir deyişle öğrenciler bu düzeylerde yaştan ziyade deneyimlerine bağlı olarak ilerleyebilirler. Öğretmenin sağladığı görevler ve deneyimlerle bu düzeyleri geliştirilebilir (Breyfogle ve Lynch, 2010).

Her matematiksel kavram ya da işlem gibi geometrik düşünce de belli evrelerden geçer. Van Hiele (1986) bireyde geometrik düşüncenin gelişiminin beş evreden geçtiğini belirtmektedir (Doğan Temur ve Tertemiz, 2012). Bu çalışmada Van Hiele'in çalışmalarından biri kullanılan genel olarak kabul görmüş

numaralandırma sistemi olarak düzeylerin 1'den 5'e numaralandırılması referans alınacaktır.

Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve bu düzeylerin özellikleri aşağıda 5 düzeyde verilmiştir (Usiskin, 1982; Van Hiele, 1986, 1999; Crowley , 1987; Baki, 2006; Baykul, 2009; Erdoğan ve diğ., 2009; Breyfogle ve Lynch, 2010; Bal, 2012; Doğan Temur ve Tertemiz; 2012; Van De Walle, Karp ve Bay-Williams, 2012; Altun, 2015):

Düzye 1 (Görsel Düzey): Bu düzeydeki öğrenciler, şekillerin genel görsel özelliklerine dayalı olarak onları tanırlar ve adlandırır. Çünkü bu düzeydeki bir çocuk, geometrik şekil ve cisimleri bir bütün olarak algılar. Şekilleri görünüşleri itibarıyla belirler, isimlendirir, karşılaştırır. Öğrencinin geometrik şekillerin özel parçaları ve özellikleri hakkında fikir yürütmesi henüz mümkün değildir. Örneğin çocuk için "kare karedir.". Kareyi çevresinde gördüğü şekillerden bulabilir, adlandırabilir. Ancak karenin tanımından yola çıkarak dikdörtgenin özel bir hali olduğunu kavrayamaz. Bu nedenle bu seviyedeki bir öğrenciye karenin açılarının dik olduğu ya da kenarlarının eşit olduğu gibi bilgilerin verilmesi doğru değildir.

Düzye 2 (Analiz Düzeyi): Bu düzey öğrencilerin şekillerin özelliklerini ayırt etmeye başladığı, şekillerin özelliklerini tümüyle açıklayabildiği safhadır. Şekillerin belli bir sınıfın üzerine yoğunlaşan öğrenciler, örneğin bir dikdörtgeni dikdörtgen yapan özelliklerin (dört kenarlı, karşılıklı kenarları paralel, karşılıklı kenarları aynı uzunlukta, dört dik açılı, eş köşegenlere sahip vb.) ne olduğunu düşünebilirler. Bu düzeyde şekillerin özellikleri analiz ederek tanımlanmasına rağmen şekil sınıfları arasındaki ilişkiler henüz görülemez.

Düzye 3 (İnformal- Formal Olmayan-Yaşantıya Bağlı-Çıkarım Düzeyi): Bir sınıftaki şekillerin ve sınıflar arası ilişkilerin kurulabildiği evredir. Öğrenci "Dikdörtgenin karşılıklı kenarları paraleldir. O halde dikdörtgen paralelkenarın özel bir halidir" şeklinde akıl yürütmeler ve mantıksal çıkarımlarda bulunabilir. Bu düzeydeki bireyler, bir ispatı takip edebilirler ancak kendileri ispat yapamazlar.

Düzye 4 (Formal-Mantıksal- Çıkarım): Bu düzeydeki öğrenciler; aksiyom, teorem, postülat ve tanımlar arası ilişkileri açıklayabilir ve akıl yürütmeye dayalı sonuçlar çıkarabilir. Bir ispatı sadece hatırlamaktan ve izlemekten çok kendileri ispatlar yapabilir, ispatın birden fazla yolu olduğunu görebilirler.

Düzye 5 (En Üst Düzey-İlişkileri Görebilme-Eleştiri- Düzeyi): Bu düzeyde öğrenciler çeşitli aksiyomatik sistemler arasındaki farklılıkları ve aralarındaki ilişkileri anlayabilirler. Geometriyi bir bilim olarak ele alıp çalışabilir ve Öklid dışı geometriyi yorumlayabilirler.

Literatür incelendiğinde öğrenci, öğretmen adayları ve öğretmenlerin Van Hiele Geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesi, çeşitli öğretim yöntemleri ile geometrik düşünme düzeyleri arası ilişki, akademik başarı ile geometrik düşünme düzeyleri arası ilişkiyi (Bal, 2011) ortaya çıkarmaya yönelik birçok çalışmaya rastlansa da geometrik çizim uygulamaları ile geometrik düşünmenin gelişimi üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bu konuda rastlanan ilk çalışma Napitupulu'ya (2001) aittir. Napitupulu (2001) Endonezya'da 34 öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışmada öğretmen adaylarının pergel ve çizgeç (çizgilik,

ölçüsüz cetvel) kullanarak geometrik yapılar oluşturmaları sonucunda Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile bu geometrik oluşumları kavramaları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Napitupulu, Van Hiele modelini tekrar yorumlayarak bu düzeylerle geometrik çizimlerin ilişkisini kurmuş, aşağıdaki önemli notların altını çizmiştir.

1. Düzey: Öğrenciler verilen bilgilerle şekli kabataslak çizebilir ve bu şekli isimlendirebilir.

2. Düzey: Öğrenci bu düzeyde bir şeklin parçaları arası ilişkiyi test edebilir. Örneğin kare veya dikdörtgenin köşegen uzunlukları birbirine eşittir ve birbirini ortalar. Verilen bilgileri şekle aktarabilir. Örneğin yüksekliğin tanımından yola çıkarak bir üçgen üzerinde yüksekliği çizebilir. Verilen bir şeklin özelliklerini kullanarak şekli oluşturabilir. Sembolik ifadeleri ve kuralları yorumlayarak uygulayabilir. Örneğin çevre uzunluğu verilen bir karenin bir kenar uzunluğunu bulabilir.

3. Düzey: Öğrenci üçgenin özelliklerinden yola çıkarak yardımcı elemanları arasındaki ilişkileri açıklayabilir. Örneğin ikizkenar üçgende tabana ait yüksekliği ve kenarortay arasındaki ilişkiyi açıklayabilir. Verilen bilgiler arasından geometrik şekli oluşturmak için gerekli bilgileri seçip kullanabilir ve bu bilgiler yardımıyla geometrik şekli oluşturabilir. Bir şekli oluşturmak için birden çok yöntem hatta teoremler geliştirebilir. Öğrenci oluşturduğu geometrik şekillerin çizimlerinin doğruluğunu informal çıkarımlarla destekleyebilir.

4. Düzey: En son düzey olan 4. düzey öğrencinin, şeklin yardımcı elemanlarını nasıl ve nerede kullanabileceğine karar verdiği, verilen bilgilerden şekli nasıl çizebileceğinin çıkarımında bulunduğu evredir. Bu düzeyde öğrenci teoremler arasında ilişkiler kurabilir. Geometrik şekle ilişkin başta verilen tanımın değişmesiyle mantıksal sıranın da değişeceği ve farklı şekillerin oluşabileceği çıkarımında bulunabilir. Örneğin, verilen bilgileri kullanarak bir şekil çizen öğrenci bu bilgiler değişseydi nasıl bir şekil ortaya çıkabileceğini de belirleyebilir. Çalışmada Napitupulu'nun (2001) bu 4 düzeyi kullanılmıştır.

Geometrik çizim uygulamaları ile geometrik düşünmenin gelişimi üzerine yapılan diğer bir çalışma da Güven'e (2006) aittir. Güven (2006) geometrik çizimler konusunda farklı çizim araç ve yöntemleri kullanılmasının öğrencilerin Van Hiele geometri anlama düzeylerine, başarılarına ve tutumlarına etkisinin belirlenmesini amaçladığı çalışmasını, 7. sınıf öğrencileri ile geometrik çizimler konusu 2005 yılı öğretim programı için geliştirilmiş bir modül yardımıyla açıölçer ve katlama, 8. sınıf öğrencileri ile pergel-cetvel kullanılarak sekiz haftada gerçekleştirmiştir. Çalışmada geometrik çizim uygulamalarının bu konudaki başarılarına, konuya karşı tutumlarına ve Van Hiele geometri anlama düzeylerine olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Son yıllarda geometriye oldukça fazla önem verilmesine rağmen birçok araştırma öğrencilerin geometriyi kavrama düzeylerinin beklenen ve istenilen düzeyde olmadığını göstermektedir (Battista ve Clements, 1988; Clements ve Battissa, 1992; Carroll, 1998; Meng, Lian ve Idris, 2009; akt. Bal, 2012). Örneğin 2013 yılında yapılan LYS sınavında 30 matematik sorusunda ortalama 4,54 soru

doğru yanıtlanmıştır (yaklaşık %15) (ÖSYM, 2013). Nitekim uluslararası sınavlarda da durum farklı değildir. Türkiye TIMSS'te en çok geometri alt boyutunda, PISA'da ise sayısal alt boyutundan sonra en çok uzay ve şekil boyutunda başarısız olmuştur (Bal, 2012). Yapılan araştırmalar bu başarısızlıklara neden olarak, özellikle öğrencilerin tutum ve kaygı gibi duyuşsal özelliklerinin öğrenmeleri etkilemesi ve Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin dikkate alınmaması gibi etmenleri işaret etmektedir (Olkun ve Aydoğdu, 2003; Gür, 2005; Fidan ve Türnüklü, 2010; Bal, 2012). Bunun yanı sıra yapılan çalışmalar öğrenme-öğretme sürecinin ne kadar çok ve çeşitli öğretim materyalleriyle zenginleştirilirse öğrencinin öğrenmesine de o kadar olumlu katkı sağlanacağını, başarısızlığın önündeki engellerin kalkacağını göstermektedir. Çünkü soyut kavramların ve ilişkilerin öğrencilerce somutlaştırılabilmesi için mutlaka öğretim materyalinden yararlanılması gerekmektedir (Toptaş, 2008).

Temel şekilleri çizme becerisi geometri çalışmalarının önemli bir konusudur. Çizim yapma, düşüncenin pergel ve cetvel ile koordineli biçimde kullanımını gerektirir. Bu uygulamalar ise geometrik becerilerin hayata geçirilmesi bakımından çok önemlidir (Altun, 2015). Bu bağlamda çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının pergel-cetvel kullanarak gerçekleştirdikleri temel geometrik çizim uygulamalarının geometrik düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemektir. Çalışmada ayrıca bu etkinin cinsiyete ve sınıf düzeyine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Amaç doğrultusunda çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- Öğretmen adaylarının uygulamadan önce ve sonra geometrik düşünme düzeyleri nasıldır?
- Temel geometrik çizim uygulamalarının öğretmen adaylarının geometrik düşünme testi puanları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- Öğretmen adaylarının geometrik düşünme testi puanları cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
- Öğretmen adaylarının geometrik düşünme testi puanları öğrenim görülen sınıf düzeyine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
- Temel geometrik çizim uygulamalarının öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- Öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumları cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermekte midir?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Öğretmen adaylarının pergel-cetvel kullanarak gerçekleştirdikleri temel geometrik çizim uygulamalarının geometrik düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisinin incelendiği bu nicel çalışmada, deneysel desenlerden tek grup ön test-son test deneysel desen benimsenmiştir. Bu desende uygulamanın etkisi tek bir grup üzerinde yapılan çalışmayla test edilmekte, deneklerin bağımlı değişkene ilişkin ölçümleri uygulama öncesi ön test ve sonrasında son test olarak aynı denekler ve aynı ölçme araçları kullanılarak edinilmektedir (Büyüköztürk,

Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010). Bu çalışmada ön test ve son test deneysel karşılaştırma amacıyla Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği kullanılmıştır.

Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubunu 2013-2014 eğitim öğretim yılı bahar yarıyılı Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Matematik Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 26 ikinci sınıf ve 46 dördüncü sınıf olmak üzere toplam 72 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının seçiminde, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme benimsenirken; seçmeli dersler içinde yer alan “geometri” dersini almış olmaları kriteri göz önüne alınmıştır. Bölümün bir yıl öğretim programlarının yeniden yapılması sürecinde bir yıl öğrenci alamaması nedeniyle üçüncü sınıfları bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmaya ikinci ve dördüncü sınıflar dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının 46'sı kız, 26'sı erkektir.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada problemlere yanıt bulmak amacıyla Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Veri toplama araçları hakkında ayrıntılı bilgi aşağıdadır.

Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi:

Testin orijinali Usiskin (1982) tarafından geliştirilmiştir. Test her bir düzeye sırasıyla 5 sorunun karşılık geldiği 25 sorudan oluşmaktadır. Öğrencilerin düzeylerini belirlemek için, her bir düzeydeki beş sorudan en az üçünü doğru cevaplamaları gerekmektedir. Ölçeğin Türkçeye uyarlama çalışmaları Duatepe (2000) tarafından gerçekleştirilmiştir. Her bir düzey için testin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı Usiskin'in verilerinde .65 ile .79 arasında; Duatepe'nin verilerinde .59 ile .82 arasındadır (Usiskin, 1982; Duatepe, 2000). Duatepe'nin çalışmasında testin tamamı için Cronbach Alpha değeri ise .83 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmanın verilerinde ise .69 ile .79 arasında değişmektedir. Fraenkel ve Wallen'e (1993) göre, KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.70 ve üzerinde olan testlerin güvenilir olduğu kabul edilmektedir (Şeker ve Gençdoğan, 2006). Elde edilen sonuçtan bu çalışma için kullanılan Van Hiele Geometrik Düşünme Testi'nin güvenilir olduğu ifade edilebilir.

Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği:

Ölçek, Aşkar (1986) tarafından geliştirilmiştir. Ölçek; "tamamen uygundur"(4), "uygundur"(3), "kararsızım" (2), "uygun değildir"(1) ve "hiç uygun değildir"(0) şeklinde beş seçenek içeren likert tipi 20 maddeden oluşmaktadır. Ölçek "matematik sevdiğim bir derstir" şeklinde olumlu 10 madde (1,4,5,8,11,13,14,17,18,20) ve "matematik dersine girerken büyük bir sıkıntı duyarım" şeklinde olumsuz 10 maddeden oluşmaktadır (2,3,6,7,9,10,12,15,16,19). Olumlu maddeler "tamamen uygundur" ifadesinden başlayarak 4,3,2,1,0 şeklinde;

olumsuz maddeler ise aynı ifadeden başlayarak 0,1,2,3,4 şeklinde puanlanmıştır. Ölçeğin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı Aşkar tarafından .96 olarak bulunmuş, bu çalışmanın verilerinde ise .80 olarak hesaplanmıştır.

Veri Toplama Süreci

Temel geometrik çizim uygulamaları 2013-2014 eğitim öğretim yılı bahar yarısında 2. ve 4. Sınıf öğrencileri ile farklı ders saatlerinde olmak üzere haftada 2'şer saat 5 haftada gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sırasında pergel ve cetvel kullanarak gerçekleştirmeleri gereken bir doğru parçasının taşıma, verilen verilerden yola çıkarak üçgen çizimi, üçgenin iç açıortaylarının kesim noktasının bulunması gibi çalışmalarını içeren araştırmacılar tarafından geliştirilen çalışma yapıları verilmiştir. Araştırma verilerini elde etmek amacıyla uygulamadan önce ve sonra Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği 2 ders saatinde öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Çalışmayı gerçekleştiren araştırmacılar konu hakkında bilgi sahibi ve alan eğitimi uzmanıdır. Çalışmada öğrencilerin adım adım çizim yapmaları, bu çizimlerini farklı bir şekilde gerçekleştirmeleri ve yaptıkları çizimleri nasıl gerçekleştirdiklerini açıklamaları beklenmiştir. Bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen bu uygulamaların onların geometrik düşünme süreçlerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi araştırma soruları kapsamında incelenmiştir. Veri toplama süreci ve uygulamalar süresince öğretmen adaylarının pergel ve cetvel yardımıyla yaptıkları geometrik çizim etkinlikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Veri Toplama Süreci

1. Hafta	Van Hiele Geometrik Düşünme Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği' nin uygulanması
2. Hafta	Bir açıyı başka bir noktaya taşıma Bir doğru parçasını doğru parçasının dışındaki başka bir yere taşıma Bir doğruya dışındaki noktadan paralel çizme Verilen bir doğru parçasının orta dikmesini çizme Bir açının açıortayını çizme
3. Hafta	Verilen bir üçgende bir iç açıortay ve iki dış açıortayın kesiştiklerini gösterme Bir üçgende yüksekliklerin kesiştiklerini gösterme Bir üçgende açıortayların kesiştiklerini gösterme Bir üçgende kenarortayların kesiştiklerini gösterme
4. Hafta	Üç kenarının uzunluğu verilen bir üçgen çizme İki kenar uzunluğu ve bir açısının ölçüsü verilen üçgen çizme İki açısını ölçüsü ve bir kenar uzunluğu verilen üçgen çizme İki kenar uzunluğu ve yüksekliğinin uzunluğu verilen üçgen çizme İki kenar uzunluğu ve kenarortay uzunluğu verilen üçgen çizme
5. Hafta	Düzgün eşkenar üçgen, kare, beşgen ve altıgen çizme Merkezi belli olan ve olmayan bir çembere dışındaki noktadan teğet çizme Düzlemde verilen iki çemberin dıştan ve içten ortak teğetini çizme

6. Hafta	Verilen bir üçgenin iç teğet çemberini çizme Verilen bir üçgenin cetvel çemberini çizme Bir üçgenin kenarlarına dıştan teğet olan çemberleri çizme
7. Hafta	Van Hiele Geometrik Düşünme Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği' nin uygulanması

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 17 paket programı kullanılarak betimsel istatistikler, ön test ve son test karşılaştırmalarında bağımlı gruplar t-testi (paired samples t-test), cinsiyet ve sınıf değişkeni gibi iki grubun tekrarlı ölçümlerinin karşılaştırılmasında iki faktörlü ANOVA (iki yönlü varyans analizi) kullanılmıştır.

Katılımcıların Van Hiele geometrik düşünme seviyelerinin puanlanmasında Lee'nin (2000) (akt. Cantürk Günhan (2006)) puanlama yöntemi kullanılmıştır:

1. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 1 puan
2. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 2 puan
3. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 4 puan
4. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 8 puan
5. düzeye ait soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 16 puan verilmektedir.

Örneğin, öğrenci, 1. düzeyden 5 sorudan 3'ünü doğru, 2. düzeyden 5 sorudan 4'ünü doğru, 3. düzeyden 5 sorudan 2'sini doğru, 4. düzeyden 5 sorudan 4'ünü doğru, 5. düzeyden 5 sorudan 2'sini doğru yapmıştır. Bunun sonucunda öğrenci 1. düzeyden 1 puan, 2. düzeyden 2 puan, 3. düzeyden 0 puan, 4. düzeyden 8 puan ve 5. düzeyden 0 puan alırken toplamda ise $1 + 2 + 8 = 11$ puan almıştır. Öğrenci 4. veya 5. düzeyde yer alamaz çünkü 3. düzeydeki ölçütü sağlayamamıştır. Bu durumda öğrenci 2. düzeyde bulunmaktadır ve 11 puan almıştır.

BULGULAR

Bu bölümde araştırma verileri doğrultusunda öğretmen adaylarının pergel-cetvel kullanarak gerçekleştirdikleri temel geometrik çizim uygulamalarının geometrik düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi ortaya koyulmuştur.

Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında geometrik düşünme düzeylerine ilişkin dağılım Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Düzeylerine İlişkin Dağılım

Geometrik Düşünme Düzeyleri	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
	N	%	N	%
1. Düzey	1	1.4		
2. Düzey	6	8.3		
3. Düzey	23	31.9	13	18.1
4. Düzey	24	33.3	33	45.8
5. Düzey	18	25.0	26	36.1
Toplam	72	100.0	72	100.0

Tablo 2 incelendiğinde uygulama öncesinde öğretmen adaylarının %31.9'unun 3. düzey: informal (formal olmayan) çıkarım düzeyinde, %33.3'ünün 4. düzey formal çıkarım düzeyindedir. Bu bulgudan yola çıkarak öğretmen adaylarının çoğunluğunun uygulamalar öncesi aksiyom, teorem, postulat ve tanımlar arası ilişkileri açıklayabildiği ve akıl yürütme süreçleriyle ispat yapabildikleri söylenebilir. Ancak uygulama öncesi yapılan ön testte 1 öğretmen adayının 1. düzey Görsel Düzey, 6 öğrencinin ise 2. Düzey Analiz düzeyinde olduğu göze çarpmaktadır. Uygulamalar sonrası yapılan son testte bu iki düzeyde de hiç bir öğretmen adayı yer almamaktadır. Ayrıca uygulama öncesinde 3. düzeyde öğretmen adaylarının %31.9 bulunurken uygulamalar sonrasında bu düzeyde %18.1 öğretmen adayı olduğu görülmektedir. Ayrıca formal çıkarım düzeyinde yer alan öğretmen adaylarının sayısında da artış olduğu söylenebilir. Benzer şekilde uygulama öncesi öğretmen adaylarının %25'i 5. düzeyde iken gerçekleştirilen uygulamalar sonrasında bu durum %36.1'e yükselmiştir. Uygulamalar öncesi ve sonrası öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinde görülen bu artışın anlamlı olup olmadığını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen bağımlı gruplar için t testi sonuçları aşağıda verilen Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Geometrik Düşünme Testi Öntest ve Sontest Ortalama Puanlarının t-testi Sonuçları

Ölçüm	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Ön Test	72	14.15	8.68	71	3.44	0.001
Son Test	72	18.20	8.40			

p<.05

Tablo 3'teki veriler öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde ve sonrasında geometrik düşünme düzeylerindeki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (t(71)=3.44, p<0.05). Ortalamalar göz önüne alınırsa öğretmen adaylarının ön testten aldığı puanların ortalaması 14.15 iken bu ortalama son testte 18.20'e yükselmiştir. Bu bulgu pergel cetvel kullanarak gerçekleştirdikleri temel geometrik çizim uygulamalarının katılımcıların geometrik düşünme düzeylerini arttırmada önemli etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Aşağıda öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin cinsiyet değişkenine göre geometrik düşünme düzeyleri testi ön test-son test sonuçlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değeri sonuçları Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4. Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi Puanlarının Cinsiyet Değişkenine Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Değişken	ÖNTEST			SONTEST		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Kız	46	13.97	8.38	46	19.04	7.98
Erkek	26	14.46	9.35	26	16.73	9.06

Tablo 4'ten görüldüğü gibi kız öğretmen adaylarının uygulama öncesi ortalaması 13.97 iken bu değer uygulamalar sonrası 19.04'e yükselmiştir. Erkek öğrencilerin ortalaması ise gerçekleştirilen uygulamalar ile birlikte 14.46'dan 16.73'e yükselmiştir. Buna göre hem kız hem de erkek öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri puanlarında bir artış gözlemlendiği söylenebilir. Ancak bu değişimlerin anlamlı olup olmadığı ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçlarını incelemek gerekmektedir.

Tablo 5. Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi Öntest-Sontest Puanlarının Cinsiyet Değişkenine Göre İki Faktörlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	Sd	KO	F	p
Deneklerarası Grup(kız/erkek)	6822,305	71	27.797	0.286	0.594
Hata	6794.508	70	97.064		
Denekleriçi Ölçüm (Öntest-Sontest)	3993,679	72	446.790	8.982	0.04
Grup*Ölçüm	446.790	1	64.929	1.305	0.257
Hata	64.929	70	49.742		
Toplam	10815,984	143			

p>.05

Öğretmen adaylarının cinsiyetlerinin uygulama öncesi ve sonrası geometrik düşünme düzeylerinde anlamlı etkisinin olup olmadığını sınamak amacıyla yapılan iki faktörlü ANOVA sonucunda, grup*ölçüm ortak etkisinin kız ve erkek öğretmen adaylarının teste ait puanlarının ortalamasında artış olsa da öğrencilerin uygulama öncesinden sonrasına geometrik düşünme düzeylerindeki bu artışın anlamlı olmadığı görülmektedir ($F(1,70)=1.305$, $p>.05$). Bu bulgudan yola çıkarak cinsiyet değişkenine göre geometrik düşünme düzeylerinde anlamlı bir farklılık yoktur.

Aşağıda öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin öğrenim görülen sınıf değişkenine göre geometrik düşünme düzeyleri testi ön test-son test sonuçlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değeri sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Geometrik Düşünme Düzeyleri Testinin Sınıf Değişkenine Göre Ortalama Ve Standart Sapma Değerleri

Değişken	ÖNTEST			SONTEST		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
2. sınıf	26	12.50	9.06	26	17.07	9.06
4. sınıf	46	15.08	8.42	46	18.84	8.03

Tablo 6’da görüldüğü gibi 2.sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının uygulama öncesi ortalaması 12.50 iken bu değer uygulamalar sonrası 17.07’e yükselmiştir. 4.sınıftaki öğretmen adaylarının ortalaması ise gerçekleştirilen uygulamalarla birlikte 15.08’den 18.84’e yükselmiştir. Buna göre hem 2. sınıf hem de 4. sınıfta öğrenim gören katılımcıların geometrik düşünme düzeylerinde bir artış gözlemlendiği söylenebilir. Uygulamalar öncesinde ve sonrasında dördüncü sınıfların geometrik düşünme düzeyi testinden aldığı puanlar ikinci sınıflardan daha fazladır. Ancak en çok artış uygulamalar sonrasında ikinci sınıflarda yaşanmıştır. Bu durum daha önce hiç çizim uygulamaları yapmayan 2. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerine bu uygulamaların olumlu etkisi olduğunu açıkça göstermektedir. Ancak bu değişimlerin anlamlı olup olmadığı ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçlarını incelemek gerekmektedir.

Tablo 7. Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi Öntest-Sontest Puanlarının Sınıf Değişkenine Göre İki Faktörlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	Sd	KO	F	p
Deneklerarası Grup(2.sınıf/4.sınıf)	6822.305	71			
Hata	157.730	1	157.730	1.657	0.202
Denekleriçi Ölçüm (Öntest-Sontest)	6664.575	70	95.208		
Grup*Ölçüm	4124.281	72			
Hata	577.392	1	577.392	11.413	0.001
Toplam	5.531	1	5.531	0.109	0.742
	3541.358	70	50.591		
	10946.586	143			

p>.05

Öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri sınıf düzeyi değişkeninin uygulama öncesi ve sonrası geometrik düşünme düzeylerinde anlamlı etkisinin olup olmadığını sınamak amacıyla yapılan iki faktörlü ANOVA sonucunda, grup*ölçüm ortak etkisinin 2. ve 4. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının teste ait puanlarının ortalamasında artış olsa da öğrencilerin uygulama öncesinden sonrasına geometrik düşünme düzeylerindeki bu artışın anlamlı olmadığını görülmektedir (F(1,70)=0.109, p>.05). Sınıf düzeylerine göre öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinde anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumlarında gerçekleştirilen geometrik çizim uygulamalarının etkisini sınamak amacıyla gerçekleştirilen bağımlı gruplar için t testi sonuçları aşağıda verilen Tablo 8'de sunulmuştur:

Tablo 8. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Öntest ve Sontest Ortalama Puanlarının t-Testi Sonuçları

Ölçüm	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Ön Test	72	35.69	4.10	71	9,421	0.000
Son Test	72	39.43	3.78			

p<.05

Tablo 8'deki veriler öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde ve sonrasında matematiğe yönelik tutumlarındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (t(71)=9.41, p<0.05). Ortalamalar göz önüne alınırsa öğretmen adaylarının ön testten aldığı puanların ortalaması 35.69 iken bu ortalama son testte 39.43'e yükselmiştir. Bu bulgu pergel cetvel kullanarak gerçekleştirdikleri temel geometrik çizim uygulamalarının katılımcıların matematiğe yönelik tutumlarını arttırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Aşağıda öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının cinsiyet değişkenine göre tutum ölçeğinin ön test-son test sonuçlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değeri sonuçları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeğinin Cinsiyet Değişkenine Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Değişken	ÖNTEST			SONTEST		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Kız	46	35.04	4.17	46	39.28	3.41
Erkek	26	36.84	3.79	26	39.69	4.43

Tablo 9'dan görüldüğü gibi kız öğretmen adaylarının uygulama öncesi matematiğe yönelik tutum ölçeğinden aldığı puanların ortalaması 35.04'iken bu değer uygulamalar sonrası 39.28'e yükselmiştir. Erkek öğrencilerin ortalaması ise gerçekleştirilen uygulamalar ile birlikte 36.84'den 39.69'a yükselmiştir. Buna göre hem kız hem de erkek öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında bir artış gözlemlendiği söylenebilir. Ancak bu değişimlerin anlamlı olup olmadığı ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçlarını incelemek gerekmektedir.

Tablo 10. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Öntest-Sontest Puanlarının Cinsiyet Değişkenine Göre İki Faktörlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	Sd	KO	F	p
Deneklerarası Grup(kız/erkek)	1812,877	71			
Hata	40.652	1	40.652	1.606	0.209
Denekleriçi Ölçüm (Öntest-Sontest)	1772.285	70	25.318		
Hata	818,942	72			
Grup*Ölçüm	416.949	1	416.949	75,657	0.000
Hata	16.116	1	16.116	2.924	0.092
Toplam	385,877	70	5.513		
	2631,819	143			

p>.05

Öğretmen adaylarının cinsiyetlerinin uygulama öncesi ve sonrası matematiğe yönelik tutumlarında anlamlı etkisinin olup olmadığını sınamak amacıyla yapılan iki faktörlü ANOVA sonucunda, grup*ölçüm ortak etkisinin kız ve erkek öğretmen adaylarının ölçeğe ait puanlarının ortalamasında artış olsa da öğrencilerin uygulama öncesinden sonrasına matematiğe yönelik tutumlarındaki bu artışın anlamlı olmadığı görülmektedir ($F(1,70)=2.924$, $p>.05$). Bu bulgudan yola çıkarak cinsiyet değişkenine göre öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir fark olmadığı söylenebilir.

Aşağıda öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumlarında öğrenim görülen sınıf değişkenine göre ölçeğin ön test-son test sonuçlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değeri sonuçları Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeğinin Sınıf Değişkenine Göre Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Değişken	ÖNTEST			SONTEST		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
2. sınıf	26	35.84	3.92	26	39.00	3.96
3. sınıf	46	35.60	4.24	46	39.64	3.70

Tablo 11 incelenirse 2.sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının uygulama öncesi matematiğe yönelik tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalaması 35.84 iken bu değer uygulamalar sonrası 39'a yükselmiştir. 4.sınıftaki öğretmen adaylarının ortalaması ise gerçekleştirilen uygulamalarla birlikte 35.60'dan 39.64'e yükselmiştir. Buna göre hem 2. sınıf hem de 4. sınıfta öğrenim gören katılımcıların matematiğe yönelik tutumlarında bir artış gözlemlendiği söylenebilir. Ancak bu değişimlerin anlamlı olup olmadığı ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçlarını incelemek gerekmektedir.

Tablo 12. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Öntest-Sontest Puanlarının Sınıf Değişkenine Göre İki Faktörlü ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	Sd	KO	F	p
Deneklerarası Grup(2.sınıf/4.sınıf)	1812,937	71			
Hata Denekleriçi Ölçüm (Öntest-Sontest) Grup*Ölçüm	1.582	1	1.582	0.061	0.805
Hata	1811.355	70	25.877		
Hata	834.836	72			
Hata	432.843	1	432.843	76.688	0.000
Hata	6.899	1	6.899	1.222	0.273
Hata	395.094	70	5.644		
Toplam	2647,773	143			

p>.05

Öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri sınıf düzeyi değişkeninin uygulama öncesi ve sonrası matematiğe yönelik tutumlarında anlamlı etkisinin olup olmadığını sınamak amacıyla yapılan iki faktörlü ANOVA sonucunda, grup*ölçüm ortak etkisinin 2. ve 4. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının teste ait puanlarının ortalamasında artış olsa da öğrencilerin uygulama öncesinden sonrasına matematiğe yönelik tutumlarındaki bu artışın anlamlı olmadığını görülmektedir ($F(1,70)=1.222, p>.05$). Bu bulgudan yola çıkarak öğrenim görülen sınıf düzeyinin öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir fark olmadığı söylenebilir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğretmen adaylarının pergel-cetvel kullanarak gerçekleştirdikleri temel geometrik çizim uygulamalarının geometrik düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisinin incelendiği bu çalışmada gerçekleştirilen uygulamaların öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzey puanlarına ve matematiğe yönelik tutumlarına olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmada ilk olarak öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası geometrik düşünme düzeylerine göre dağılımına ilişkin frekans ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Buna göre uygulama öncesinde öğretmen adaylarının %1.4'ü 1. düzey (görsel), %8.2'si 2. düzey (analiz), %31.9'u 3. düzey (informal çıkarım), %33.3'ü 4. düzeyde (formal çıkarım) ve %25'i 5. düzey (en üst düzey) olduğu görülmüştür. Uygulamalar sonrasında ise 1. ve 2. düzeyde hiç öğretmen adayı bulunmazken 3. düzeydeki adaylar azalmış (%18.1), bunun aksine 4. düzeyde (%45.8) ve 5. düzeydeki (%36.1) öğretmen adayları artmıştır. Benzer bir çalışmada Napitupulu (2001) tarafından gerçekleştirilmiştir. Napitupulu (2001) çalışmasında öğretmen adaylarının 1. düzeyden 4. düzeye dağılım gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada özellikle bu çalışmanın sonuçlarını destekler şekilde geometrik çizim uygulamaları ile 2. düzeyden 3. düzeye ve 3. düzeyden 4. düzeye ilerlemeler kaydeden öğrenciler olduğu görülmüştür.

Frekans ve yüzde dağılımlarına ilişkin verilerden öğretmen adaylarının gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda geometrik düşünme düzeylerindeki bu artışın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla ilişkili örneklem için t testi yapılmış ve analiz sonucunda öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasında geometrik düşünme düzeylerindeki artışın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (t (71)=3.44, p<0.05). Güven'in (2006) açılçer-katlama yöntemi ile pergel kullanan gruptaki öğrencileri geometrik düşünme düzeyleri bakımından karşılaştırdığı çalışmada açılçer-katlama yöntemi kullanılan gruptaki öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinde pergel grubuna göre daha fazla gelişim görülmüştür. Bu çalışmada ise tek grupla çalışılması nedeniyle geometrik çizim uygulamaları bir bütün olarak ele alınmıştır. Ayrıca bu çalışmada geometrik çizim uygulamalarının öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının cinsiyetlerinin ve öğrenim gördükleri sınıf düzeylerinin geometrik düşünme düzeylerine etkisinin olup olmadığını sınamak amacıyla iki faktörlü ANOVA yapılmış, yapılan analiz sonucunda her iki değişkenin ve uygulamaların geometrik düşünme düzeyleri üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bal'ın (2011, 2012) çalışmalarının sonuçları da cinsiyetin geometrik düşünme düzeylerinin üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuç Bal'ın (2011,2012) sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bu çalışmada geometrik düşünmenin gelişiminde etkinliklerin pergel ve cetvel gibi araçlar kullanılarak yapılmasının faydalı olduğu bulunmuştur. Öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen temel geometrik çizim uygulamalarının matematiğe yönelik tutumlarına etkisi ilişkili örneklem için t testi ile sınanmış ve matematiğe yönelik tutum ölçeğinden alınan öntest ve sontest puanları arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir deyişle yapılan analizler sonucunda temel geometrik çizim uygulamaları öğretmen adaylarının matematiğe yönelik olumlu görüşlerini arttırdığı bulunmuştur. Ancak Güven (2006) çalışmada öğrencilerin pergelin hareketlerini ezberlemek ve çizimlerini buna göre yapmak zorunda olmalarının onların tutumlarına olumsuz etkileri olduğunu vurgulamaktadır. Nitekim Erduran ve Yeşildere'nin (2010) da çalışması Güven'i (2006) destekler nitelikte pergel ve cetvel ile gerçekleştirdiği geometrik inşalarda öğretmen merkezli bir dersin işlendiği ve öğrencilerin ezberci bir anlayışla öğretmen yönergelerini takip ettiklerini gözlemlemiştir. Her iki çalışmada da yönerge takip edilmesi ve pergelin hareketlerinin ezberlenmesinin olumsuz etkilerinin altı çizilmiştir. Güven'in (2006) çalışmasının aksine Erduran ve Yeşildere (2010) ezberci bir anlayış ve öğretmen merkezli öğrenme ortamının oluşmasına neden olsa da pergel ve cetvel kullanarak geometrik yapı oluşturmanın dersi eğlenceli bir hale getirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Çiftçi ve Tatar'ın (2014) çalışmalarında da öğretmen adayları geometri öğretiminde pergel ve cetvel ile çizim yapmanın kolay ve zevkli olduğunu, bu tür araçların ilgi çekici ve yaparak yaşayarak öğrenme modeline uygun olduklarını belirtmişlerdir.

Ayrıca bu çalışmada geometrik çizim uygulamalarının öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının cinsiyetlerinin ve öğrenim gördükleri sınıf düzeylerinin matematiğe yönelik tutumlarına etkisinin olup olmadığını sınamak

amacıyla iki faktörlü ANOVA yapılmış, yapılan analiz sonucunda her iki değişkenin ve uygulamaların matematiğe yönelik tutumları üzerindeki ortak etkisinin anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Matematik dersi öğretim programları incelendiğinde ilkokuldan liseye kadar her seviyede geometrik kazanım ve etkinliklerin yer aldığı görülmektedir (MEB, 2009a; MEB, 2009b; MEB, 2010a; MEB, 2010b). Ancak öğretmen adayları geometrik inşa etkinliklerinde hem pergel kullanmakta zorlanmakta hem de çizime nasıl başlayacaklarına ve neyi, nasıl çizeceklerine karar verememektedirler. Bunun en önemli nedenleri onların pergelle daha önce hiç karşılaşmamış olmaları, alan bilgisi eksiklikleri (Erduran ve Yeşildere, 2010) ve Van Hiele Geometrik düşünme düzeylerindeki yetersizliklerden (Durmuş ve diğ., 2002) kaynaklanmaktadır (Karakuş, 2014). Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen temel geometrik çizim uygulamalarının onların geometrik düşünme seviyeleri ve tutumlarına etkisi incelenmiştir. Ancak öğretmen adaylarının bu çizim uygulamaları geometrik inşaları nasıl gerçekleştirdiği ve uygulamalar süresince yaşadığı güçlüklerin de incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının konu hakkındaki alan bilgilerinin, pergel ve cetvel kullanma yeterliklerinin ve bu materyale karşı görüşlerinin belirlenerek çalışmanın bir başka çalışmayla daha detaylı bir şekilde gerçekleştirilmesi önerilebilir. Benzer bir çalışma da farklı araçlar, dinamik geometri programları vs. kullanılarak da gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Açıkgül, K. (2012). *Öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözüm süreçlerinin ve bu süreçlere ilişkin görüşlerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Altun, M. (2015). *Liselerde matematik öğretimi*, Bursa: Aktüel Yayıncılık.
- Aşkar, P. (1986). Matematiğe dersine yönelik tutum içeren likert tipi bir ölçeğin geliştirilmesi, *Eğitim ve Bilim*, 1 (62), 31-36.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Trabzon: Derya Kitabevi.
- Bal, A. P. (2011). Öğretmen adaylarının geometri düşünme geometri düşünme düzeyleri ve tutumları. *I. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Bal, A. P. (2012). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve geometriye yönelik tutumları, *Eğitim Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 17-34.
- Baykul, Y. (2009). *İlköğretimde matematik öğretimi (6-8. sınıflar)*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Battista, M. T. & Clements, D. H. (1988). A case for a Logo-based elementary school geometry curriculum. *Arithmetic Teacher*, 36, 11-17.
- Breyfogle, M. L. & Lynch, C. M. (2010). Van Hiele Revisited. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 16 (4), 232-238. Retrieved December 10, 2014, from

http://394methods.pbworks.com/w/file/fetch/45031641/Breyfogle_van%20Hiele%20MTMS.pdf

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*, Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Cantürk Günhan, B. (2006). *İlköğretim II. kademedeki matematik dersinde probleme dayalı öğrenmenin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma*, (Yayımlanmamış doktora tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Carroll, W. M. (1998). Geometric knowledge of middle school students in a reform based mathematics curriculum. *School Science and Mathematics*, 98 (4), 188-197.
- Choi-Koh, S. S. (1999). A student's learning of geometry using computer, *The Journal of Educational Research*, 92 (5), 301-311. Retrieved August 10, 2013, from <http://search.proquest.com/docview/204199482/fulltextPDF/9EBCD8279FFD446APQ/1?accountid=15410>
- Clements, D. H. & Battista, M. T. (1992). *Geometry and spatial understanding*. Handbook of research mathematics teaching and learning. (Edt: D. A. Grouws). New York: McMillan Publishing Company. pp. 420-465.
- Crowley, M. L. (1987). *The van hiele model of the development of geometric thought in learning and teaching geometry*, K-12, 1987 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, edited by Mary Montgomery Lindquist, pp.1-16. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Çetin, Ö. F. & Dane, A. (2004). Sınıf öğretmenliği III. sınıf öğrencilerinin geometrik bilgilere erişim düzeyleri üzerine, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(2), 427-436.
- Çiftçi, O. & Tatar, E. (2014). Pergel-cetvel ve dinamik bir yazılım kullanımının başarıya etkilerinin karşılaştırılması, *Journal of Computer and Education Research*, 2(4), 111-133.
- Dane, A., Çetin, Ö. F., Sağırılı, M.Ö. & Baş, F. (2015). Cebirsel ifade, geometrik şekil ve geometrik yer arasındaki ilişkiler: doğru parçası ve ışın örneği. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 44-61.
- Doğan Timur, Ö. & Tertemiz, N. (2012). İlköğretim birinci kademe öğretmenlerinin geometri öğretimine ilişkin sınıf içi uygulamalarının van hiele seviyelerine göre irdelenmesi, *DPUJSS*, 32 (2), 255-274.
- Doğdu, S. & Arslan, Z. (1993). *Eğitim teknolojisi uygulamaları ve eğitim araç-gereçleri*, Ankara: Tekışık AŞ.
- 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.
- Durmuş, S., Olkun, S. & Toluk, Z. (2002). Matematik öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin geometri alan bilgi düzeylerinin tespiti, düzeylerinin

- geliştirilmesi için yapılan araştırma ve sonuçları. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi: Ankara. [Online]: http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/b_kitabi.htm.
- Erdoğan, T., Akkaya, R. & Çelebi, Akkaya S. (2009). The effect of the van hiele model based instruction on the creative thinking levels of 6th grade primary school students, *Educational Sciences: Theory & Practice*, 9 (1), 181-194.
- Erduran, A. & Yeşildere, S. (2010). Geometrik yapıların inşasında pergel ve çizgecin kullanımı, *İlköğretim Online*, 9 (1), 333-341.
- Fidan, Y. & Türnüklü, E. (2010). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 185-197.
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N. E. (1993). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Gür, H. (2005). Matematik korkusu. Ed: Altun A. & Olkun S. *Güncel gelişmeler ışığında matematik, fen, teknoloji yönetim* (sayfa 22-36). Ankara: Anı Yayıncılık
- Gürefe, N. & Kan, A. (2013). Öğretmen adayları için geometrik cisimler konusuna yönelik tutum ölçeği geliştirme geçerlik ve güvenirlik çalışması. *İlköğretim Online*, 12(2), 356-366.
- Güven, Y. (2006). *Farklı geometrik çizim yöntemleri kullanımının öğrencilerin başarı, tutum ve van hiele geometri anlama düzeylerine etkisi*, (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Igbokwe, DI. (2000). Dominant factors and Error Types inhibiting the understanding of mathematics. *41st Annual Conference Proceedings of STAN*, 242-249.
- İpek, S. (2010). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımları kullanarak gerçekleştirdikleri geometrik ve cebirsel ispat süreçlerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Karakuş, F. (2014). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik inşaa etkinliklerine yönelik görüşleri, *Journal of Theoretical Educational Science*, 7(4), 408-435.
- Köseoğlu, P. & Soran, H. (2006). Biyoloji öğretmenlerinin araç gereç kullanımına yönelik tutumları, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 159-165.
- Kutluca, T (2013). The effect of geometry instruction with dynamic geometry software; GeoGebra on Van Hiele geometry understanding levels of students. *Educational Research and Reviews*, 8 (17), 1509-1518.
- Lee, W. (2000). *The relationship between students' proof-writing ability and van hiele levels of geometric thought in a college geometry course*. Dissertation Abstract Index, 60 (07), 246A.

- Maschietto, M. & Trouche, L. (2010). Mathematics learning and tools from theoretical, historical and practical points of view: the productive notion of mathematics laboratories, *ZDM Mathematics Education*, 42, 33–47.
- Meng, C. C., Lian, L. H. & Idris, N. (2009). *Pre service secondary mathematics teachers' geometric thinking and course grade*. Retrived April, 20, 2013, from <http://www.recsam.edu.my/cosmed/cosmed09/AbstractsFullPapers2009/Abstract/Mathematics%20Parallel%20PDF/Full%20Paper/M07.pdf>.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2009a). İlköğretim Matematik Dersi 1-5. Sınıflar Öğretim Programı. Ankara. www.ttkb.gov.tr adresinden 20.05.2013 tarihinde alınmıştır.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2009b). İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı. Ankara. www.ttkb.gov.tr adresinden 20.05.2013 tarihinde alınmıştır.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2010a). Ortaöğretim Geometri Dersi 9-10.Sınıflar Öğretim Programı. Ankara. www.ttkb.gov.tr adresinden 20.05.2013 tarihinde alınmıştır.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2010b). Ortaöğretim Geometri Dersi 11.Sınıf Öğretim Öğretim Programı. Ankara. www.ttkb.gov.tr adresinden 20.05.2013 tarihinde alınmıştır.
- Napitupulu, B. (2001). *An exploration of students' understanding and Van Hiele levels of thinking on geometric constructions*, (Unpublished Master Thesis), Simon Fraser University, Canada.
- NCTM (2000). *Curriculum and evaluation standarts for school mathematics*. Retrieved July 16, 2007, from <http://www.nctm.org/>.
- Olkun, S. & Aydoğdu, T. (2003). Üçüncü uluslar arası matematik ve fen araştırması (TIMSS) nedir? Neyi sorgular? Örnek geometri soruları ve etkinlikleri. *İlköğretim Online*, 2 (1), 28–35.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) (2013). “2013-Lisans Yerleştirme Sınavları (2013-LYS) Sonuçları” [Online]: <http://www.osym.gov.tr/dosya/1-69292/h/2013lyssayisalbilgilerbasin.pdf> adresinden 2.04.2014 tarihinde erişilmiştir.
- Öztürk, T. & Güven, B. (2012). Etkili bir matematik öğrenme ortamının sahip olması gereken özelliklerine ilişkin öğretmen görüşleri, *X. Ulusal Fen Ve Matematik Alanlar Eğitimi Kongresi*, Niğde Üniversitesi, Niğde.[http://Kongre.Nigde.Edu.Tr/Xufbmek/Dosyalar/Tam Metin/Pdf/2410-30_05_2012_16_42_19.Pdf](http://Kongre.Nigde.Edu.Tr/Xufbmek/Dosyalar/Tam%20Metin/Pdf/2410-30_05_2012_16_42_19.Pdf) adresinden 25.03.2014 tarihinde erişilmiştir.
- Paksu, A. D. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik yapılarla ilişkin çizim becerilerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(3), 827-840.
- Struchens, M. E., Harris, K. A. & Martin, W. G. (2001). Assessing geometric and measurement understanding using manipualtives. *Mathematics Teaching in Middle School*, 6 (7), 402-405.
- Şeker, H. & Gençdoğan, B. (2006). *Psikolojide ve eğitimde ölçme aracı geliştirme*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

- Toptaş V. (2008). Geometri alt öğrenme alanlarının öğretiminde kullanılan öğretim materyalleri ile öğretme öğrenme sürecinin bir birinci sınıfta incelenmesi, *Ankara Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 41 (1), 299-323.
- Tuluk, G. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının nokta, çizgi, yüzey ve uzay bilgileri ve çoklu temsilleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(1), 361-384.
- Usiskin, Z. (1982). *Van hiele levels and achievement in secondary school geometry. Final Report, Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project*. Chicago: University of Chicago.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Pres, Inc: Orlando, Florida
- Van Hiele, P. M. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children with Mathematics*, 6, 310-316.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S. & Bay-Williams, J. M. (2012). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim*, (Çev. Ed. Soner Durmuş, Çev: Elementary and middle school mathematics teaching developmentally) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yalın, H. İ. (2007) *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.