



## Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Alışkanlıklarının Değişimi\*

### The Change of Geometric Thinking Habit of Prospective Teachers

Buket Özüm BÜLBÜL\*\*, Bülent GÜVEN\*\*\*

• Geliş Tarihi: 15.01.2019 • Kabul Tarihi: 19.08.2019 • Çevrimiçi Yayın Tarihi: 19.08.2019

#### Öz

Karşılaşılan problemlerin üstesinden gelebilmek için bireylerin ilişkilendirme, özel durumları düşünme ve genelleme, keşfetme ve yansıtma ile değişmezleri araştırma gibi geometrik düşünme alışkanlıklarına sahip olması gerekir. Bireylerin problem çözme süreçlerini incelerken de geometrik düşünme alışkanlıklarındaki değişim sürecinin incelenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada üniversite birinci sınıfa başlayan öğretmen adaylarının son sınıfa geldiklerinde geometrik düşünme alışkanlıklarının nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Boylamsal araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmanın katılımcılarını bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programına 2012 yılında kayıt olan ve 2016 yılında mezun olan 31 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak her bir geometrik düşünme alışkanlığını kapsayan dört açık uçlu problem kullanılmıştır. Hazırlanan problemlere uzman görüşleri doğrultusunda son hali verilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının birinci sınıfa kıyasla keşfetme ve yansıtma ile ilişkilendirme alışkanlıklarını daha çok kullandığı görülmüştür. Bu durum üniversitelerde yürütülen derslerde öğretmen adaylarının daha çok keşfetme ve yansıtma ile ilişkilendirme alışkanlıklarına yönlendirdiğini göstermektedir. Oysa ki, adayların karşılaştığı geometri problemlerinin üstesinden gelebilmesi için diğer geometrik düşünme alışkanlıklarını da kullanabilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle üniversitelerde yürütülen derslerin öğrencileri farklı geometrik düşünme alışkanlıklarına yönlendirebilecek nitelikte olması gerekmektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için de derslerde gösterilen geometri problemlerinin farklı düşünme alışkanlıklarını kullanmaya yönlendirici olmasına dikkat edilmelidir.

**Anahtar sözcükler:** geometrik düşünme alışkanlığı, düşünme alışkanlıkları, düşünme alışkanlıklarındaki değişim, geometri

#### Atıf:

Bülbül, B.Ö. ve Güven, B. (2020). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme alanlarının değişimi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,48, 431-453. doi: 10.9779/pauefd.513220

\* Bu çalışma Bülbül (2016)'nın doktora tezinden üretilmiştir.

\*\*Dr. Öğr. Üyesi, Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi, [cbuketozum@gmail.com](mailto:cbuketozum@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-9610-7053>

\*\*\*Prof. Dr., Trabzon Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi, [guvenbulent@gmail.com](mailto:guvenbulent@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8767-6051>

**Abstract**

Individuals need to have some geometric habits of minds such as reasoning with the relationship, considering the specific cases and generalizing geometric ideas, exploration and reflection, and investigating invariants as well as content knowledge. In this study, it was aimed to investigate the changes in preservice mathematics teachers' habits of mind through the freshmen year to senior year in a teacher education program. In this direction, the main purpose of this study was to discuss teacher training programs in universities. The participants of this study, which is conducted by longitudinal research method, were 31 preservice teachers who enrolled in a mathematics teacher education undergraduate program in a state university in 2012 - 2016. Data collection tools were four open-ended questions addressing to geometric habits of mind. The data were analyzed via geometric habits of mind's indicators. The results showed that preservice teachers used exploration and reflection, and reasoning with relationship habits more in their senior year in comparison with their freshman year. This result means that context of the courses directed preservice teachers to the habits of exploration and reflection and reasoning with relationship. Yet, preservice teachers need to use other geometric habits of mind to overcome geometry problems.

**Keywords:** geometric thinking habits, thinking habits, change in thinking habits, geometry

**Cited:**

Bülbül, B.Ö. & Güven, B. (2020). The change of geometric thinking habits of prospective teachers. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 431-453. doi: 10.9779/pauefd.513220

## Giriş

İnsanoğlu var olduğu günden bu yana hayatında pek çok problem ile karşılaşmaktadır. Karşılaştığımız bu problemlerin üstesinden gelmeye çalışırken daha önceki yaşantılarımızdan kazandığımız alışkanlıkları kullanma eğilimine gireriz. Seçilen bu alışkanlıklar, probleme nasıl yaklaştığımızın ve problemin çözümüne yönelik girişimlerimizin belirleyicisi olabilmektedir. Sahip olunan alışkanlıklar havuzunun içinden işe yarayacak olanın seçilmesi ve seçilen bu alışkanlığın uygun bir şekilde kullanılması bireyin karşılaştığı problemin üstesinden gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum genelde matematik özelde ise problem çözme süreçleri için de geçerlidir. Birey bir matematik problemi ile karşılaştığında ilişkilendirme, keşfetme ve yansıtma, özel durumları düşünme, genelleme, değişmezleri araştırma, varsayımda bulunma, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, esnek düşünme gibi bir dizi düşünme alışkanlıklarını işe koşar (Coxford, Fey, Hirsch, Burrill, Hart ve Watkins, 1998; Cuoco, 1996; 2013; Driscoll, DiMatteo, Nikula ve Egan, 2007; Driscoll, DiMatteo, Nikula, Egan, Mark ve Kelemanik, 2008; Marshall, 2004; Rolle, 2008).

Düşünme alışkanlıkları, bir problemin nasıl çözüleceğinin bilinmediği durumlarda devreye giren ve problemin çözümünde bireye vereceği kararlar noktasında bir seçenek sunan düşünme yöntemleridir (Costa ve Kallick, 2000). Bu bakımdan düşünme alışkanlıkları ve problem çözme iç içedir. Düşünme alışkanlıkları Lim ve Selden (2009) tarafından genel düşünme alışkanlıkları ve alana özel düşünme alışkanlıkları şeklinde sınıflandırılmıştır Genel düşünme alışkanlıkları, bireylerin karşılaştığı problemin çözümüne yönelik ilişki arama, deneyim kazanma, denemeler yaparak bir sonuca ulaşmaya çalışma gibi yaklaşımları içermektedir. Alana özgü düşünme alışkanlıkları ise geometrik, matematiksel, olasılıksal, cebirsel, analitik, bilimsel düşünme alışkanlıkları gibi bir disipline yönelik alışkanlıklardır.

Bu çalışma geometrik düşünme alışkanlıkları kapsamında yürütüldüğünden daha çok bu alışkanlıklara yer verilmiştir. İlgili literatürde geometrik düşünme alışkanlıklarının farklı tanımlamalarına rastlanmaktadır (Cuoco, Goldenberg ve Mark, 1996; Driscoll vd., 2008; Goldenberg, 1996,2010). Genel olarak geometrik düşünme alışkanlıkları; formal ve informal tanımlamaları yapabilme, uygun şekiller çizebilme, denemeler yaparak sonuca ulaşabilme, sistematik olarak keşfetme, uç durumları düşünebilme, değişmezleri inceleme şeklindedir (Cuoco, Goldenberg ve Mark, 1996; Driscoll vd., 2008; Goldenberg, 1996). Bireyler bir geometri problemiyle karşılaştığında yukarıda bahsi geçen geometrik düşünme alışkanlıklarını kullanma eğilimine girerler. Dolayısıyla Driscoll vd. (2008) tarafından da ifade edildiği gibi geometrik düşünme alışkanlıkları bireylerin problem çözme başarısı ile iç içedir.

Öğrenme ortamlarının temel amaçlarından birisinin de problem çözme becerisini geliştirmek olduğu düşünüldüğünde öğrencilerin sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıklarının da bu süreçte önemli bir etkisi vardır. Bu bağlamda öğrencilerin bu ortamlarda istenilen düzeyde geometrik düşünme alışkanlıklarına sahip olabilmesi için, öğretmenlerin de söz konusu alışkanlıklara sahip olması gerekir. Öğretmenlerin geometrik düşünme alışkanlıklarını kazanabilmesinde de lisans düzeyinde aldığı eğitimin rolü büyüktür. Çünkü üniversite sıralarında öğretmen adayları sistematik düşünmeyi, düşünme alışkanlıklarının yerinde ve koordineli olarak kullanmayı en iyi şekilde öğrenebilmektedirler. Diğer taraftan öğretmen adayları eğitim ve öğretimine başladığı andan itibaren üniversite sıralarına gelene

kadar bazı geometrik düşünme alışkanlıklarına sahip olmaktadır. Adayların sahip olduğu bu geometrik düşünme alışkanlıklarının süreç içerisinde değişip değişmeyeceği, nasıl kullandıkları önemlidir. Çünkü birinci sınıfta okuyan bir öğretmen adayının son sınıfa gelene kadar sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıkları değişebilir ve gelişebilir. Önemli olan bu süreç içerisinde sahip olunan alışkanlıkların olumlu yönde geliştirilmesidir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmacıların matematiksel ve geometrik düşünme alışkanlıklarının sınırlı bileşenlerine odaklanıldığı görülmektedir (Cuoco, Goldenberg ve Mark, Goldenberg, 1996; Cuoco, Goldenberg ve Mark, 2010; Matsuura, Sword, Piecham, Stevens ve Cuoco, 2013). Sınırlı bileşenlere ulaşılan bu çalışmalarda öğrencilerin ayrıntılı bir şekilde sahip olduğu düşünme alışkanlıklarındaki değişim ve bu değişimin sebepleri incelenmemiştir. Oysa ki düşünme alışkanlıklarının kazandırılması ve gelişimi belirli bir sürece yayılmalı ve bu süreçte alışkanlıkların kullanımındaki değişim analiz edilmelidir. Dolayısıyla bu çalışmanın problemi; “Üniversite birinci sınıfa başlayan öğretmen adaylarının son sınıfa geldiklerinde geometrik düşünme alışkanlıkları nasıl değişmiştir?” şeklinde ele alınmıştır. Bu yolla üniversite eğitiminin kalitesi üzerine, hangi hususlarda eksiklikler içerdiği, hangi hususlarda yeterli olduğu konularında üniversitedeki matematik eğitiminin bir resmini çekmek mümkün olacaktır.

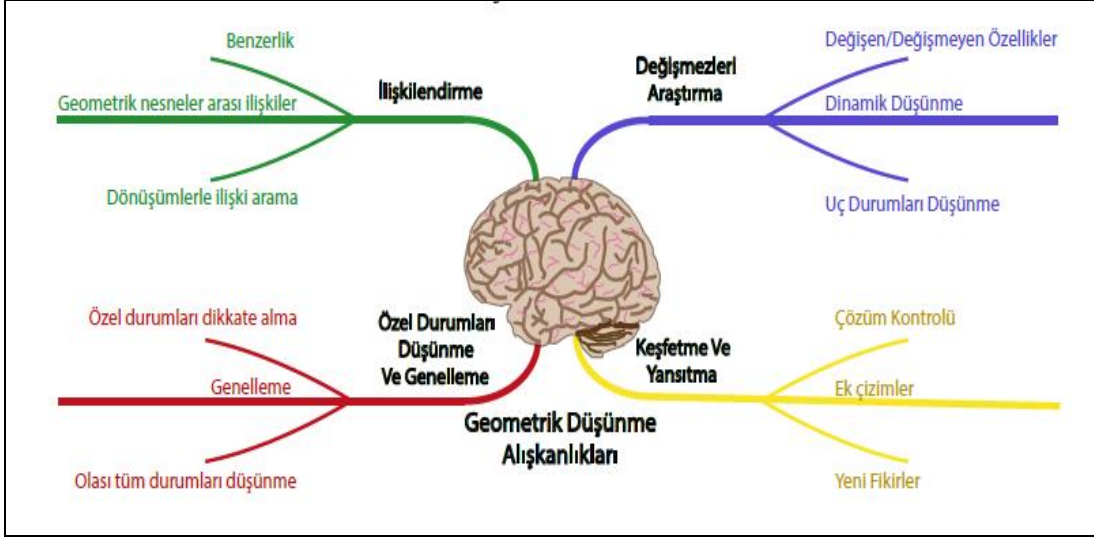
## **Teorik Çerçeve**

### ***Geometrik Düşünme Alışkanlıkları***

Literatürde farklı araştırmacılar bu alışkanlıkları farklı şekillerde sınıflandırmışlardır (Cuoco, Goldenberg ve Mark, 1996; Driscoll vd., 2007;2008; Goldenberg, 1996; 2010; Köse ve Tanışlı, 2014). İlgili literatürde geometrik düşünme alışkanlıklarını sınıflandırmada en yaygın kullanılan çalışmalardan biri Driscoll vd. (2007;2008) olduğu düşünülmektedir. Driscoll vd. (2007;2008) geometrik düşünme alışkanlıklarını ilişkilendirme ve muhakeme yapma, geometrik fikirleri genelleme, değişmezleri araştırma, keşfetme ve yansıtma şeklinde sınıflandırmıştır. Driscoll vd. (2007;2008) tarafından yapılan bu sınıflandırma hem Goldenberg’in (1996) görselleştirme, sistematik keşifler yaparak bir sonuca ulaşma şeklinde sınıflandırılan geometrik düşünme alışkanlıklarını hem de Cuoco vd. ‘nin (2010) akıl yürütme, uç durumları düşünme şeklinde sınıflandırılan geometrik düşünme alışkanlıklarını içermektedir. Driscoll vd. ‘nin çalışmasında yer alan geometrik düşünme alışkanlıkları Bülbül (2016), tarafından Şekil 1’deki gibi şematize etmiştir.

Şekil 1’de görüldüğü gibi bu çalışmada bireylerin sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıkları Driscoll vd. (2007) tarafından belirtilen teorik çatı geliştirilerek tasarlanmıştır. Bu çatı incelendiğinde geometrik düşünme alışkanlıklarının; ilişkilendirme, özel durumları düşünme ve genelleme, değişmezleri araştırma ve keşfetme ve yansıtma şeklinde dörde ayrıldığı görülmektedir. Her alışkanlığın üç ana göstergesinin olduğu görülmektedir. Bu göstergeler her bir alışkanlığın anahtar özelliklerini yansıtmaktadır. Örneğin, bireylerin geometrik nesnelere arasında ilişkileri inceleyebilmesi, benzerlik kurabilmesi ve dönüşümlerle ilişki araması ilişkilendirme alışkanlığını yansıtmaktadır. Özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlığı da bireylerin özel bir durumu dikkate alması, bu durumun doğruluğundan yararlanarak genel bir kurala ulaşması ve olası bütün durumları düşünme göstergelerinden oluşmaktadır. Değişmezleri araştırma alışkanlığı daha çok verilen geometrik şekilleri dinamik düşünme, şekle uygun dönüşümler yaparak değişmeyen özellikleri belirleme ile ilgilidir. Keşfetme ve yansıtma

alışkanlığı ise bireylerin verilen probleme yönelik keşiflerini ve yaptığı çözümleri kontrol etmesini kapsamaktadır (Cuoco vd., 1996; Driscoll vd., 2007;2008; Goldenberg, 1996).



Şekil 1. Geometrik düşünme alışkanlıkları (Bülbül, 2016)

Bu alışkanlıklara ait göstergeler ve teorik çatı Bülbül (2016) tarafından geliştirilirken ilgili literatür tarandıktan sonra lisans geometri kazanımları ile ilişkilendirilmiş ve oluşturulan yapıya ait pilot çalışmalar yürütülerek son hali verilmiştir. Tablo 1’de söz konusu göstergeler yer almaktadır.

Tablo 1. Geometrik Düşünme Alışkanlıkları ve Göstergeleri (Bülbül, 2016)

Geometrik Düşünme Alışkanlıkları	Göstergeleri
İlişkilendirme	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problemlerde yer alan şekillerin özellikleri yardımıyla şekillerin alan, uzunluk, çevre vb. özelliklerinin arasındaki ilişkiyi belirleme (İ1)</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Şekillerin özelliklerini tanımladıktan sonra bu tanıma yönelik sınıflandırmalar yapma (İ2)</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Geometrik şekilleri birbiri ile ilişkilendirirken bazı dönüşümlerden yararlanma (İ3)</li></ul>
Özel Durumları Düşünme ve Genelleme	<ul style="list-style-type: none"><li>• İki veya daha fazla geometrik şekli, mantıksal çerçevede birbiri ile oranlayarak doğru sonuca ulaşma</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problemlerde yer alan genel bir durumu açıklayabilmek için özel bir durumdan hareket etme ve bunu genele uyarlama (ÖG1)</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Doğru olduğu bilinen genel bir ifadeyi özel bir durum için uyarlama (ÖG2)</li><li>• Olası tüm durumları düşünme ve bu durumları kontrol edebilme (ÖG3)</li></ul>
Değişmezleri Araştırma	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verilen bir geometrik şekle dönüşümler yaparak, değişmeyen özellikleri fark etme ve bu durumu çözümde uyarlama (DA1)</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problemlerde yer alan bir durumu problemin şartlarını bozmayacak şekilde hareketli olarak düşünebilme (DA2)</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemden yer alan bir durumu problemin şartlarını bozmayan değişiklikler yaparak aynı etkinin oluşup oluşmadığını inceleme (DA3)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Şekil üzerinde yapılan dönüşümlerle uç durumları düşünebilme (DA4)</li> </ul>
Keşfetme ve Yansıtma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemin çözümüne yardımcı olabilecek ek bir çizim yapma (KY1)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bir geometri probleminin çözümüne yönelik yaratıcı fikirler sunma (KY2)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemin çözümünün yapılamadığı durumlarda farklı çözüm stratejileri geliştirme (KY3)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemin çözümünün doğruluğuna yönelik durum değerlendirmesi yapma (KY4)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemin çözümünü zihninde canlandırma, resmin tamamına odaklanma (KY5)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemin çözümünün niçin doğru olduğuna yönelik tutarlı bir açıklama yapabilme ve bu süreçte matematik dilini etkili kullanabilme (KY6)</li> </ul>

Tablo 1’de yer alan göstergeler, her bir geometrik düşünme alışkanlığını kullanmaya yönlendirici şekildedir. Bu çalışmada da Tablo 1’deki göstergeler doğrultusunda öğretmen adaylarının geometrik düşünme alışkanlıkları karakterize edilmiştir.

### İlgili Araştırmalar

Geometrik düşünme alışkanlıkları ilgili literatürde matematiksel düşünme alışkanlıklarının bir alt basamağı olarak belirtilmiştir (Driscoll vd., 2007; Driscoll vd., 2008; Harel ve Sowder, 2005; Marzano, Pickering ve McTighe, 1993). Yapılan çalışmalar bireylerin sahip oldukları alışkanlıkları problem çözme ortamlarında ortaya çıkardıklarını göstermektedir (Costa & Kallick, 2000; Driscoll vd., 2007; 2008; Goldenberg, 1996;2010). Dolayısıyla bireylerin sahip oldukları alışkanlıkları belirlemede ve geliştirmede en iyi yol, onları problem durumu ile baş başa bırakmak olarak gözükmektedir. Öğrencilerin problem çözme durumları ile baş başa bırakılması matematiksel düşünme ve matematiksel düşünme alışkanlıklarını da doğrudan etkileyen çalışmalara da rastlanmaktadır. Bu kapsamda Jacobbe ve Millman (2009) öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmasını problem çözme ve matematiksel düşünme ile ilişkilendirmiştir. Jacobbe ve Millman (2009) gibi bazı araştırmacılar düşünme alışkanlıklarını problem çözme ile belirlemenin düşünme alışkanlıklarının geliştirmede önemini vurgularken bazı araştırmacılar da bu alışkanlıkların ders içeriğine gömülü olarak verilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu görüşü savunanlardan biri olan Marshall (2004), lise öğrencilerinin matematik dersleri ile bütünleşmiş düşünme alışkanlıklarının matematiksel kavramların daha iyi anlaşılmasında yardımcı olacağını belirtmiştir. Ayrıca Marshall (2004) öğrencilere matematiksel düşünme alışkanlıkları kazandırılmaya çalışılırken, günlük hayatla ilişkilendirme de yapılması gerektiğini söylemiştir.

Yukarıda ifade edilen çalışmalar matematiksel düşünme alışkanlıklarının öğrencilere nasıl kazandırılacağı ve bu alışkanlıkların öğretimdeki yerine odaklandığı görülmektedir. Bunun dışında literatürde az sayıda öğrencilerin matematiksel ve geometrik düşünme alışkanlıklarının belirlenmesi ve geliştirilmesine yönelik çalışmalara rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan biri olan Driscoll vd. (2007) 5-10. sınıf öğrencilerinin öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıklarını

geliştirmeye yönelik yöntemler belirten açıklamasıdır. Çalışması sonucunda Driscoll vd. (2007) geometrik düşünme alışkanlıklarının bir çatısını tanımlamış ve alışkanlıkların geliştirilmesinde bu çatı öğretimsel bir araç olarak kullanılmak üzere önerilmiştir. Bu çalışmada da Driscoll vd. (2007) tarafından ifade edilen teorik çatı, üniversite düzeyine göre uyarlandıktan sonra Tablo 1'deki hali ile kullanılmıştır.

Literatür, öğrencilerin geometrik kavram ve yapıları iyi öğrenebilmesi ve karşılaştığı geometri problemlerinin üstesinden gelebilmesi için geometrik düşünme alışkanlıklarını iyi düzeyde kullanabilmeleri gerekliliğini göstermektedir (Cuoco, Goldenberg ve Mark, 1996; Goldenberg, 1996, 2010). Öğrencilere bu alışkanlıkların iyi düzeyde kazandırılabilmesi için de o öğrencileri yetiştirecek öğretmenlerin söz konusu alışkanlıklara sahip olması gerekir. Öğretmen adayları eğitim-öğretimine başladığı andan itibaren üniversite sıralarına gelene kadar bazı geometrik düşünme alışkanlıklarına sahiptir. Adayların sahip olduğu bu geometrik düşünme alışkanlıklarının süreç içerisinde değişimi alışkanlıkların yapısı bakımından oldukça önemlidir. Çünkü birinci sınıfta okuyan bir öğretmen adayının son sınıfa gelene kadar sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıkları değişebilir, gelişebilir. Önemli olan bu süreç içerisinde sahip olunan alışkanlıkların olumlu yönde pekiştirilerek geliştirilmesidir. Bu durum akıllara “Üniversiteye bazı geometrik düşünme alışkanlıkları ile gelen öğretmen adaylarının sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıkları üniversite sıralarında aldıkları eğitim ile nasıl değişmektedir?” sorusunu getirmektedir. Bu çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinin lisans düzeyinde sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıklarının nasıl değiştiğini belirlemektir.

## Yöntem

Bu çalışmada öğretmen adaylarının üniversiteye başlarken ve mezun olurken sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıklarının nasıl değiştiği belirlendiğinden boylamsal araştırma modeli kullanılmıştır. Boylamsal araştırma modelinde, bireylerin süreç içerisindeki değişimlerinin analizi söz konusudur (Creswell, 2016). Bu çalışmada da öğretmen adaylarının sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıklarının önce genel analizi (ön test son test) nicel olarak yapılmış daha sonra süreç içerisindeki değişim nitel olarak ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır (süreç içerisinde uygulanan klinik mülakatlar yardımıyla).

## Çalışma Grubu

Bu çalışmanın katılımcılarını bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programına 2012 yılında kayıt olan ve 2016 yılında mezun olan 31 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada öncelikle 31 öğretmen adayına dört tane açık uçlu problem sorulmuştur. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplara göre her bir geometrik düşünme alışkanlığı Tablo 1'deki gibi ayrılan kategorilerde analiz edilmiştir. Alışkanlıkları iyi (Ö6, Ö16), orta (Ö2, Ö23) ve düşük (Ö4, Ö11) düzeyde kullanan toplam altı öğretmen adayı süreçte klinik mülakatları yürütmek için seçilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği programına kayıt olan öğrenciler dört yıl boyunca matematik dersleri almaktadır. Bu derslerin %27'si alan dersi (Lineer Cebir, Analiz, Geometri, Soyut Matematik vb.), %36'sı eğitim ve alan eğitimi dersi (Özel Öğretim Yöntemleri, Matematik Öğretim Programı vb.) ve %37 genel kültür ile diğer alanlara yönelik dersler (Tarih eğitimi, Yaşam Boyu Öğrenme vb.) şeklindedir.

### Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak öğretmen adaylarının geometrik düşünme alışkanlıklarının belirlenmesine yönelik dört açık uçlu problem ve klinik mülakat verileri kullanılmıştır. Bu problemlerin hazırlanması aşamasında önceden belirlenen geometrik düşünme alışkanlıkları “ilişkilendirme, özel durumları düşünme ve genelleme, değişmezleri araştırma, keşfetme ve yansıtma” ile ilgili literatür taraması yapılmıştır (Cuoco, Goldenberg ve Mark, 1996;2010; Driscoll, 2007;2008; Jacobbe ve Millman, 2009; Matsuura, Sword, Piecham, Stevens ve Cuoco, 2013). Literatür taraması sonucunda geometrik düşünme alışkanlıklarını kullanmaya yönelik özellikler dikkate alınarak dört tane rutin olmayan ve geometrik düşünme alışkanlıklarını ortaya çıkarabilecek şekilde problem hazırlanmıştır. Hazırlanan problemlere matematik eğitimi alanında araştırmalarını yürüten ve üniversitede matematik alan derslerine giren öğretim üyelerinin görüşleri doğrultusunda düzenlenerek son hali verilmiştir. Son hali verilen problemlerde öğrencilerin ilişkilendirme, özel durumları düşünme ve genelleme, değişmezleri araştırma, keşfetme ve yansıtma alışkanlıklarını içermektedir. Tablo 2’de araştırmada kullanılan problemlerin özelliklerine ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

**Tablo 2. Geometrik Düşünme Alışkanlıkları Başarı Testinin Özellikleri (Bülbül, 2016)**

Problem No	Problemin İçeriği	Muhtemel Çözümlere Yönelik Belirlenmeye Çalışılan Geometrik Düşünme Alışkanlıkları
1	Karenin özelliklerini kullanarak, verilen yapıların hareket ettirilmesi ve bunun sonucunda değişen ve değişmeyen özelliklerin ortaya konulması istenmiştir.	İlişkilendirme Değişmezleri Araştırma Keşfetme ve Yansıtma
2	Üçgenlerde benzerlik ve genel bir örüntü yakalama ile ilgilidir. Burada yer alan problemin bir duruma göre doğruluğunu gösterip, diğer durumlarda da bu doğruluğu sağlayıp sağlamadığını kontrol etmeye yöneliktir.	Özel Durumları Düşünme ve Genelleme Keşfetme ve Yansıtma İlişkilendirme
3	Üçgenlerde alan ve kenar uzunluğu arasında ilişki kurma ile ilgilidir. Öğrencinin bu ilişkiyi kurabilmesi için geometrik şekil üzerinde ek çizim yapması gerekebilir.	İlişkilendirme Keşfetme ve Yansıtma
4	Dörtgenler ve üçgenlerin özelliklerini kullanılması gerekir. Bunun için de verilen geometrik yapı üzerinde ek çizim yapmak gerekebilir.	İlişkilendirme Keşfetme ve Yansıtma

Yukarıda verilen ve dört açık uçlu problemden oluşan testin geçerliğini sağlamak için ölçme aracında bulunan problemlerin ölçme amacına uygun olup olmadığı, ölçmek istenen alanı temsil edip etmediği sorunu ile matematik eğitimi alanında araştırmalar yapan, bu alanda



doktorasını tamamlayan ve matematik alan derslerine giren altı öğretim üyesinin görüşüne başvurulmuştur. Son hali verilen ölçme aracının pilot çalışması yapılmıştır.

### Uygulama Süreci ve Verilerin Analizi

Geometrik düşünme alışkanlıklarını belirlemeye yönelik hazırlanan problemler 2012 yılında 31 matematik öğretmeni adayına sorulmuştur. Aynı problemler adaylara 2016 yılında tekrar yöneltilmiştir. Adaylardan alınan cevaplar Tablo 1’de yer alan geometrik düşünme alışkanlıklarının göstergeleri kapsamında incelenmiştir. Bu işlem yapılırken adayların verdiği cevaplara göre her bir geometrik düşünme alışkanlığı;

- AY → Alışkanlık gözlenmedi
- EAK (Eksik alışkanlık kullanımı) → Alışkanlıklar kullanıldı ancak kullanılan alışkanlık mantıksal gerekçelere dayandırılmamıştır.
- MGAK → Mantıksal gerekçelere dayandırılarak alışkanlık kullanılmıştır.

Şeklinde kategorize edilmiştir. Geometrik düşünme alışkanlıkları arasında hiyerarşik bir sıralama yoktur. Problemler Tablo 2’de yer aldığı gibi muhtemel çözüm yolları aracılığıyla baskın olan düşünme alışkanlığı şeklinde verilmiştir. Yani bir problemin çözümü birden fazla düşünme alışkanlığını içerebilir. Ancak bulgularda baskın olan düşünme alışkanlığı başlığı altında, öğretmen adaylarının cevaplarının analizi yer almaktadır. Birinci sınıftayken öğretmen adaylarına (1. Sınıf) söz konusu problemler 2012-2013 güz yarıyılında uygulandıktan sonra yukarıdaki gibi kodlanarak veriler analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının sahip olduğu alışkanlıklardaki değişimin ayrıntılı olarak belirleyebilmek için aralarından seçilen altı tane öğretmen adayı ile klinik mülakatlar yürütülmüştür. 2015-2016 güz yarıyılında ise aynı öğretmen adaylarına (4. Sınıf) tekrar uygulanmış ve aynı altı kişiyle tekrar mülakatlar yürütülmüştür. Elde edilen veriler yukarıdaki gibi kodlanarak kategorize edilmiş ve öğretmen adaylarının geometrik düşünme alışkanlıklarını kullanma eğilimlerinin süreç içerisindeki değişimi bulgularda verilmiştir.

### Bulgular

Matematik öğretmen adaylarının üniversiteye yeni başlarken ve mezun olurken sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıklarının nasıl değiştiği çalışmada incelenmiştir. İncelemeler sonucunda öğretmen adayları kullandıkları geometrik düşünme alışkanlıklarının %40,6’sını birinci sınıfta %59,4’ünü ise dördüncü sınıfta kullandığı görülmüştür. Bu artışın anlamlı olup olmadığına ilişkin t testi analizi yapılmıştır. Tablo 3’te öğretmen adaylarının birinci ve dördüncü sınıfta sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıklarına ilişkin t testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 3. Öğretmen Adaylarının Birinci ve Dördüncü Sınıfta Sahip Olduğu Geometrik Düşünme Alışkanlıklarına İlişkin t-Testi Sonuçları**

Grup	n	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
1. sınıf	31	12,68	3,55	30	-4,75	0,000
4. sınıf	31	18,73	4,71			

Tablo 3 incelendiğinde, birinci sınıf ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının geometrik düşünme alışkanlıkları testinden almış oldukları puanlara ilişkin gerçekleştirilmiş olan t-testi sonuçlarına yer verildiği görülmektedir. Buna göre birinci sınıf düzeyinde öğretmen adaylarının puan ortalamaları 12,68 iken dördüncü sınıf düzeyinde 18,73'e yükselmiştir. Tablo 3'e göre öğretmen adaylarının geometrik düşünme alışkanlıkları puanlarında bir artış olduğu görülmektedir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre ortalamalar arasındaki bu artışın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $t(30)=-4,75$ ;  $p<0,01$ ). Hem dördüncü sınıf öğretmen adaylarının ortalamalarının birinci sınıf ortalamalarına göre daha fazla olması hem de bu farkın istatistiksel olarak anlamlı çıkması, lisans öğrenimi boyunca aldıkları matematik derslerinin öğretmen adaylarının geometrik düşünme alışkanlıklarının kullanımı konusunda olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının geometrik düşünme alışkanlıkları testinden aldığı puanlar anlamlıdır.

### İlişkilendirme Alışkanlığındaki Değişim

Öğretmen adaylarının ilişkilendirme bağlamında sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıkları Tablo 4'te verilmiştir.

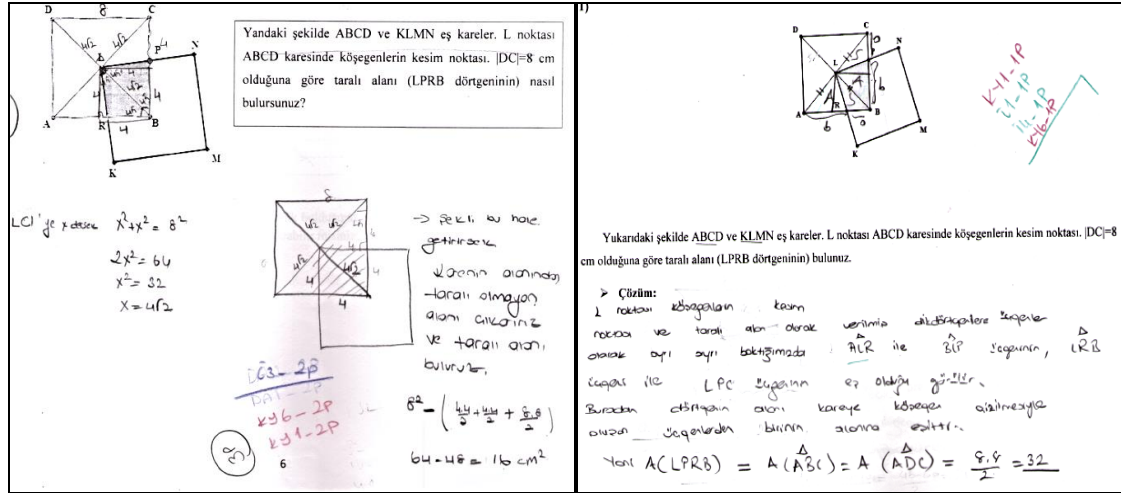
**Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Birinci ve Dördüncü Sınıfta Sahip Olduğu İlişkilendirme Alışkanlığına Yönelik Veriler**

		İ1	İ2	İ3	İ4	Toplam
1. Sınıf	EAK*	5	0	6	10	21
	MGAK**	13	0	2	19	34
4. Sınıf	EAK	9	0	1	23	33
	MGAK	20	0	6	25	51

\*EAK (Eksik Alışkanlık Kullanımı): Alışkanlıklar kullanıldı ancak kullanılan alışkanlığın mantıksal gerekçelere dayandırılmamıştır.

\*\*MGAK: Mantıksal gerekçelere dayandırılarak alışkanlık kullanılmıştır.

Tablo 4'te 31 öğretmen adayının 1. ve 4. sınıfta verilen problemlerde kullandığı geometrik düşünme alışkanlıkları verilmiştir. Genel olarak öğretmen adayları birinci sınıftayken toplam 21 kez, 4. Sınıftayken ise toplam 33 kez ilişkilendirme alışkanlığını EAK düzeyinde kullanmıştır. Bu durum adayların dördüncü sınıfta ilişkilendirme alışkanlığını kullanma eğilimindedir şeklinde açıklanabilir. Yine Tablo 4'te öğretmen adaylarının birinci sınıftayken ilişkilendirme alışkanlığını toplam 34 kez, dördüncü sınıftayken ise toplam 51 kez MGAK düzeyinde kullanmıştır. Yani öğretmen adayları ilişkilendirme alışkanlığı bağlamında süreç içerisinde gelişim göstermiştir. Ayrıca adayların İ1 ve İ2 göstergelerini dördüncü sınıfta EAK düzeyinden MGAK düzeyine doğru kullandığı görülmektedir. Tablo 4'te dikkat çeken bir durum da öğretmen adaylarının İ4 alışkanlığını kullanma durumunun dördüncü sınıfta artmış olmasıdır. Ö11 kodlu öğretmen adayının cevabı aşağıda verilmiştir.



Şekil 2. Ö11 kodlu öğretmen adayının ilk yıldaki (solda) ve son yıldaki birinci probleme verdiği cevap

Ö11 kodlu öğretmen adayının birinci sınıftayken verdiği cevap Şekil 4’te incelendiğinde KLMN karesini saat yönünde döndürüp yeni bir şekil elde ettiği görülmektedir. Elde edilen şekil vasıtasıyla iki üçgenin alanının birbirine eşit olduğu görülmektedir. Yine aday bu eşlikten yararlanarak taralı alana ulaşmıştır. Bu aşamada aslında istenen alanın karenin alanının 1/4 ü olduğunu şekille açıklamıştır. Ancak aday burada kareyi döndürünce neden üçgenlerin alanlarının eş olduğunu açıklayamadığından İ3 göstergesini EAK düzeyinde kullanmıştır. Adayın dördüncü sınıftaki (alttaki) cevabı incelendiğinde adayın daha çok benzerlikten yararlandığı ve doğru sonuca ulaşmaya çalıştığı görülmektedir. Burada aynı aday dördüncü sınıfta ilişkilendirme alışkanlığının İ3 göstergesini kullanmamıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada ilişkilendirme alışkanlığı kapsamında adayların en çok İ4 göstergesinin kullanımında artış olduğu görülmektedir. Bunun yanında İ3 göstergesini birinci sınıfta az kullanan adayların dördüncü sınıfta da daha az kullandığı gözlenmiştir. Ancak adaylar birinci sınıfta İ3 göstergesini EAK düzeyinde kullanırken dördüncü sınıfta kullanmamayı tercih etmiştir. Yani mantıksal gerekçelerle açıklanarak kullanılmayan alışkanlık dördüncü sınıfta terk edilmiştir. İ1 göstergesi ise dördüncü sınıfta MGAK düzeyinde daha çok kullanılmıştır.

### Özel Durumları Düşünme ve Genelleme Alışkanlığındaki Değişim

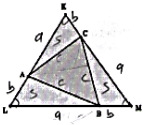
Öğretmen adaylarının özel durumları düşünme ve genelleme bağlamında sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıkları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Öğretmen Adaylarının Birinci ve Dördüncü Sınıfta Sahip Olduğu İlişkilendirme Alışkanlığına Yönelik Veriler

		ÖG1	ÖG2	ÖG3	Toplam
1. Sınıf	EAK*	7	0	7	14
	MGAK**	15	0	12	27
4. Sınıf	AEK	9	0	4	13
	MGAK	16	0	15	31

Tablo 5’te 31 öğretmen adayının 1. ve 4. Sınıfta verilen problemlerde kullandığı geometrik düşünme alışkanlıkları yer almaktadır. Öğretmen adayları birinci sınıftayken toplam 14 kez, dördüncü sınıftayken ise toplam 13 kez ilişkilendirme alışkanlığını EAK şeklinde

kullanmıştır. Yine Tablo 2’de öğretmen adaylarının birinci sınıftayken özel durumları düşünme genelleme alışkanlığını birinci sınıfta toplam 24 kez, dördüncü sınıftayken ise toplam 31 kez MGAK düzeyinde kullandığı görülmektedir. Yani öğretmen adaylarının özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlığını kullanma bağlamında çok fazla değişiklik göstermediği belirtilmektedir. Ayrıca adaylar genel olarak özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlığı bağlamında ÖG1 ve ÖG3 göstergelerini birbirine yakın şekilde kullanmışlardır. Yani genel olarak ÖG1 göstergesini kullanan adaylar ÖG3 göstergesini de kullanmıştır. Yani adaylar ÖG1 göstergesinin kullanırken özel bir durumu inceleyip genele uyarlamaya çalışır. Genele uyarlama aşamasında da olası tüm durumları düşünen adaylar ÖG3 göstergesini de kullanmış olur. Yine bazı adayların birinci sınıfta özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlığını mantıksal gerekçelerle açıklayarak kullanırken dördüncü sınıfta söz konusu alışkanlığın kullanımında gerekçelendirmeleri yeterince yapmamıştır. Bu durum dördüncü sınıfta özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlığını kullanırken toplam puanın çok artmamasına sebep olabilmektedir.



Şekildeki şekilde KLM üçgeni eşkenardır.  $A \in [KL]$ ,  $B \in [LM]$ ,  $C \in [KM]$  ve  $\frac{|AK|}{|AL|} = \frac{|LB|}{|BM|} = \frac{|CM|}{|CK|}$  olduğuna göre,

a) ABC üçgeninin çeşidi hakkında nasıl bir yorum yapabilirsiniz?  
b) Eğer şekilde verilen şekil eşkenar üçgen değil de kare olsaydı nasıl bir sonuca varırdınız?  
c) Eğer verilen şekil düzgün beşgen olsaydı nasıl bir sonuca ulaşırdınız? Gerekçelerinizle açıklayınız.

> Çözüm:

a) ABC eşkenar bir üçgen den  $KAK'$ 'den buluruz. Alan hakkında bir şey bilemeyiz.  
b) Eğer kenarlar aynı oran sahip olsaydı (kenarlar karede eşit olacağı için) içindeki kare olurdu.  
c) Geometrik cisimlerin düzenli ve kenarlar aynı bir oran varsa sonuç değişmez.

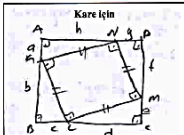
Şekilde KLM üçgeni eşkenardır.  
 $A \in [KL]$ ,  $B \in [LM]$ ,  $C \in [KM]$  ve  $\frac{|AK|}{|AL|} = \frac{|LB|}{|BM|} = \frac{|CM|}{|CK|}$  olduğuna göre meydana gelen ABC üçgeninin cinsi hakkında nasıl bir yorum yapabilirsiniz? Düşüncenizi matematiksel ifadeler ile destekleyerek aşağıdaki boşluğa yazınız.

$|AK|$ 'ye  $a$  ve  $|AL|$ 'ye  $b$  derseniz diğer kenarlarında aynı olması gerekir. Benzerlikten sonuçta daha büyük veya küçük olmaz çünkü eş kenar üçgen olduğu için.


$AKB$ ,  $BLM$ ,  $CKA$   $K, A, K'$  den eş üçgen olduğunu buluruz. O yüzden  $x, y, z$  oranlarında eşitlik  $x=y=z$  olduğu için de ABC eşkenar üçgen dir.

a) Eğer şekilde KLM eşkenar üçgeni değil de kare ve düzgün beşgen olsa idi nasıl bir sonuca ulaşırdınız? Şekil çizerek açıklamaya çalışınız.

Kare için



Düzgün beşgen için



Üçgenlerde eşit oranlar her şeyi kare ve beşgen içinde kullanılabiliyor. Kenar uzunlukları eşit olduğu için kenar değil eşit. Bu şekilde yeni kare ve beşgeninde kare özellikleri çıkarılır.

**Şekil 3. Ö11 kodlu öğretmen adayının birinci sınıftayken (Solda) ve ikinci sınıftayken (Sağda) ikinci probleme verdiği cevap**

Ö11 kodlu öğretmen adayının Şekil 4'teki cevabı incelendiğinde (ilk yıl verdiği cevap) adayın verilen özellikleri eşkenar üçgen, kare ve düzgün beşgen için yapabildiği görülmektedir. Bu işlemleri yaparken genel bir yargıya varmak istediğinden ÖG1 ve ÖG3 alışkanlıklarını kullanmıştır. Benzer şekilde Ö11 kodlu aday, dördüncü sınıfta da benzer sonuçlara ulaşmıştır. Ancak aday birinci sınıfta yaptığı işlemlerin sebeplerini açıklayamamıştır. Ancak adayla yapılan klinik mülakatlarda (araştırmacının yönlendirmeli soruları yardımıyla) yaptığı açıklamalarda, özel durumun doğruluğunu gösterdiği ve genel bir yargıya vardığı görülmüştür. Ö11 kodlu öğretmen adayının cevabı;

Ö11 : Hocam burada bize eşkenar üçgen vermiş. Eşkenar üçgen içerisine yerleştirilen üçgenin kenarlarını kesmelerine göre oranları verilmiş. Oranları eşkenar üçgen olduğundan  $k$  ve  $2k$  şeklinde yazdım. Yine eşkenar üçgen olduğu için hepsinin iç açıları eş, kenar uzunlukları da eşit olduğundan  $K.A.K$  kuralından ortada oluşan üçgen eşkenar çıkar.

A : Güzel, peki genel bir yargıya varmak istersen ne söylersin?

Ö11 : Hocam genel yargıda verilen oranlar eşit olduğundan, aynı uzunluk, aynı kenar aynı açı olacak. Yine K.A.K eşliği olacak. Yani düzgün altıgen de çizsek düzgün sekizgen de çizsek yine içerisinde aynı çokgenin küçüğü oluşacak.

A : O zaman bunu sağlamak için elimizde ne olması gerekiyor?

Ö11 : Hocam birincisi oranlar eşit olmalı ikincisi de verilen çokgenin düzgün olması gerekiyor.

Ö11 kodlu öğretmen adayı dördüncü sınıftayken verilen problemde ÖG1 ve ÖG3 göstergelerini MGAK düzeyinde kullanmıştır. Adayla yapılan klinik mülakatlarda aynı durum söz konusu olmuştur.

Sonuç olarak özel durumları düşünme ve genelleme bağlamında öğretmen adaylarının hem birinci sınıfta hem de dördüncü sınıfta ÖG1 ve ÖG3 göstergelerini kullanmıştır. Ancak genel olarak birinci ve dördüncü sınıftaki adayların özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlığını kullanmada farklılığa rastlanmamıştır.

### Değişmezleri Araştırma Alışkanlığındaki Değişim

Öğretmen adaylarının değişmezleri araştırma bağlamında sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıkları; verilen bir geometrik şekle dönüşümler yaparak, değişen ve değişmeyen özellikleri fark etme ve bu durumu çözümde uyarlama (DA1), problemlerde yer alan bir durumu problemin şartlarını bozmayacak şekilde hareketli olarak düşünebilme (DA2), problemde yer alan bir durumu problemin şartlarını bozmayan değişiklikler yaparak aynı etkinin oluşup oluşmadığını inceleme (DA3), şekil üzerinde yapılan dönüşümlerle uç durumları düşünebilme (DA4) olmak üzere Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 6. Öğretmen Adaylarının Birinci ve Dördüncü Sınıfta Sahip Olduğu Değişmezleri Araştırma Alışkanlığına Yönelik Veriler**

		DA1	DA2	DA3	DA4	Toplam
1. Sınıf	EAK	0	6	0	0	6
	MGAK	0	1	0	0	1
4. Sınıf	EAK	0	11	0	0	11
	MGAK	1	18	0	0	19

Tablo 6 incelendiğinde adayların, her ne kadar değişmezleri araştırma alışkanlığını diğer geometrik düşünme alışkanlıklarına göre daha az kullanmış olduğu görülse de dördüncü sınıfta söz konusu alışkanlığın kullanım oranı artmıştır. Yani öğretmen adayları birinci sınıftayken toplam 6 kez, dördüncü sınıftayken toplam 11 kez değişmezleri araştırma alışkanlığını EAK düzeyinde kullanmıştır. Yine Tablo 6’dan öğretmen adaylarının birinci sınıftayken değişmezleri araştırma alışkanlığını 1 kez, dördüncü sınıftayken ise 19 kez MGAK düzeyinde kullandığı görülmektedir. Bu durum adayların dördüncü sınıfta değişmezleri araştırma alışkanlığını mantıksal düzeyde kullanabildiğini göstermektedir. Bu adaylardan biri de Ö16 kodlu adaydır. Örneğin;

Yandaki şekilde verilen ABC üçgeninde; P noktası AB üzerinde herhangi bir nokta, M noktası AC'nin orta noktası ve N noktası da BC'nin orta noktası olduğuna göre PMNC dörtgeninin alanını ABC üçgeninin alanı arasındaki ilişkiyi bulunuz?

$\Delta ABC$  üçgeninin alanı  $2S+2A$  ise  
 PMNC dörtgeninin alanı  $A+S$  yani üçgeninin alanının yarısıdır.

---

Yandaki şekilde verilen ABC üçgeninde; P noktası AB üzerinde herhangi bir nokta, M noktası AC'nin orta noktası ve N noktası da BC'nin orta noktası olduğuna göre PMNC dörtgeninin alanını ABC üçgeninin alanı cinsinden bulunuz.

**Çözüm:**  
 S noktasından IBCI'ye paralel çizerseniz PMNC dörtgenini P noktasından oynatabiliriz. (iki paralel arasında kaldığı için)  
 P noktasını S'nin üzerine getirelim. NSMC dörtgenini ele alalım.  
 Bu dörtgen paralel kenardır.  $\Delta ABC \sim \Delta ASM$  olup alanları oranı  
 $(k=\frac{1}{2} \rightarrow k^2=\frac{1}{4})$   $\frac{1}{4}$  olur,  $A(\Delta ASM)=S$  ise  $A(\Delta SMC)=3S$  dir.  
 N ile M noktasını birleştirelim;  $A(\Delta SBN)=A(\Delta SMN)=A(\Delta NMC)=S$   
 Yani  $A(SNMC)=2S$  dir. O halde;  $A(\Delta ABC)=4S$ ,  $A(PMNC)=3S$  dir.  
 3.  $A(\Delta ABC)=4 \cdot A(PMNC)$  dir.

**Şekil 4. Ö16 kodlu öğretmen adayının birinci (Üstteki) ve dördüncü sınıftayken (Alttaki) dördüncü probleme verdiği cevap**

Ö16 kodlu öğretmen adayının birinci (üstte) ve dördüncü (altta) sınıftayken 4. Probleme verdiği cevap Şekil 8'de yer almaktadır. Şekil 8'de adayın ilk cevabı incelendiğinde sadece üçgende kenar-alan ilişkisini kullanarak sonuca ulaştığı görülmektedir. Ancak Şekil 8'de adayın ikinci cevabı incelendiğinde, hem üçgende alan kenar ilişkisini kullandığı hem de verilen P noktasını hareketli düşünerek sonuca ulaştığı görülmektedir. Yani ikinci çözümde aday problemde yer alan sabit bir noktayı hareketli olarak düşünerek mantıksal çıkarım yapabirmiştir. Dolayısıyla Ö16 kodlu adayın dördüncü sınıfa geçtiğinde değişmezleri araştırma alışkanlığını kullanmaya yöneldiğini söyleyebiliriz.

Sonuç olarak adayların birinci ve dördüncü sınıfta değişmezleri araştırma alışkanlığını kullanma bağlamında çok fazla bir değişim olmamıştır. Yani adaylar verilen problemleri çözerken diğer geometrik düşünme alışkanlıklarını daha çok kullanma eğilimindedir. Ancak adaylar birinci sınıfta değişmezleri araştırma alışkanlığını EAK düzeyinde az miktarda kullanırken dördüncü sınıfta MGAK düzeyinde birinci sınıfa nazaran daha çok kullanmaya yönelmiştir. Bu durum da adayların geometrik şekilleri birbirinden bağımsız olarak değil de birbiri ile ilişkili yapılar olarak görmesini sağlamaktadır.

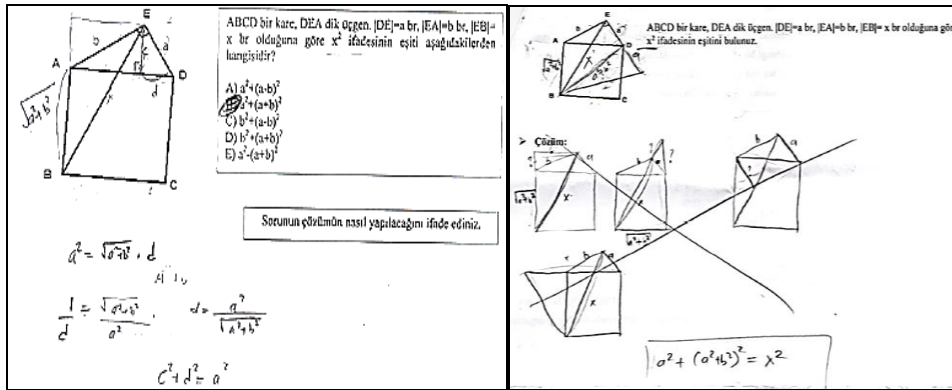
### Keşfetme ve Yansıtma Alışkanlığındaki Değişim

Öğretmen adaylarının keşfetme ve yansıtma alışkanlığı bağlamında sahip olduğu geometrik düşünme alışkanlıkları Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7. Öğretmen Adaylarının Birinci ve Dördüncü Sınıfta Sahip Olduğu Keşfetme ve Yansıtma Alışkanlığına Yönelik Veriler**

		KY1	KY2	KY3	KY4	KY5	KY6	Toplam
1. Sınıf	EAK	45	1	0	0	0	22	68
	MGAK	40	2	0	0	0	29	71
4. Sınıf	EAK	55	2	0	0	0	35	92
	MGAK	54	2	1	1	0	46	103

Tablo 7 incelendiğinde keşfetme ve yansıtma alışkanlığının öğretmen adayları tarafından en çok kullanılan geometrik düşünme alışkanlığı olduğu görülmektedir. Keşfetme ve yansıtma alışkanlığı bağlamında incelendiğinde ise, adaylar en çok sırasıyla KY1, KY6, KY2 ve KY3 göstergelerini kullanmıştır. Birinci sınıfta adaylar KY1 göstergesini kullanırken geometrik şekiller üzerinde ek çizimler yapmıştır. Ancak yapılan ek çizimleri mantıksal gerekçelere bağlayan aday sayısı azdır. Dördüncü sınıfa geldiklerinde ise adaylar KY1 göstergesini, verilen problemin çözümüne yönelik mantıksal gerekçelere dayandırarak kullanmıştır. Ö23 kodlu öğretmen adayının dördüncü probleme yönelik birinci sınıfta ve dördüncü sınıfta verdiği cevaplar bu duruma örnek teşkil etmektedir. Keşfetme ve yansıtma alışkanlığı kapsamında sadece bir öğretmen adayı verilen problemin çözümünü yapamadığı durumda farklı çözüm stratejilerini de düşünerek doğru sonuca ulaşmıştır. Adayın birinci sınıfta ise aynı problemi boş bıraktığı görülmüştür. Ö4 kodlu öğretmen adayının söz konusu probleme verdiği cevaplar Şekil 7’de yer almaktadır.



**Şekil 5. Ö4 kodlu öğretmen adayının birinci (Sol) ve dördüncü sınıftayken (Sağ) dördüncü probleme verdiği cevap**

Şekil 6 incelendiğinde, Ö4 kodlu adayın ilk cevabında ek çizim yaparak sonuca ulaşmaya çalıştığı görülmektedir. Aday burada oluşan üçgenler arasında Pisagor bağıntısını uygulayarak bazı denklemler elde etmiştir ancak sonuca ulaşmada zorluk yaşamıştır. Ö4 kodlu adayın aynı probleme dördüncü sınıfta verdiği cevap incelendiğinde farklı çözümler yaptığı görülmektedir. Bu bağlamda adayın ikinci cevabına yönelik yapılan klinik mülakat görüşmeleri incelendiğinde;

*“Hocam 3. soruda görebildiğim bütün çözüm yollarını yapabilmeye çalıştım. Hepsini çizdim, ancak hepsinde verilen şekilde yeterli veri olmadığından sonucu başlangıcında bulamadım”.*

Öğretmen adayının bu cevabında doğrudan sonuca ulaşamadığından birden fazla farklı çözüm yollarını denemeye çalıştığı anlaşılmaktadır (KY3). Mülakatın devamı incelendiğinde;

*“Mesela birinci şekilde dik çizdim ama dik kenar uzunluklarını bilmediğimden istenilen  $x$  değerine ulaşamam. O zaman dedim ki ben  $x$ 'i uzatırsam belki istenen sonucu görürüm. Ama yine aynı şey çıktı 2 tane bilinmeyen vardı. Aslında ben burada şeyi hesaplamaya çalıştım,  $x$ 'i  $a$  ve  $b$  cinsinden bulmaya çalıştım. Ancak bulamadığım için bi türlü çıkmadı, en iyisi kelebek kuralını deneyeyim dedim. 3. Yöntem olarak şekildeki gibi (3. Şekil) kelebek yapmaya çalıştım. Oradan da çıkmadı ama bu sefer biraz daha büyük bir kelebek yapsam dedim. Belirtilen yerler  $x$  olsa da kelebeğin diğer tarafında yer alacak değerleri bilmiyorum. Bu yüzden bu yöntemde olmadı”.*

Bu bölümde de Ö4 kodlu öğretmen adayı çözüm için şekil üzerinde ek çizimler yapmış (KY1) ancak sonuca ulaşamadığı durumlarda yine farklı çözüm stratejileri geliştirmiştir. Bu aşamada yaptığı çözümlerin doğruluğunu sürekli kontrol etmiştir (KY4). Doğru sonuca ulaşamayınca da son olarak aşağıdaki yöntemi denemiştir;

*“Bu sefer hocam ED'nin üzerinde D noktasından a br kadar uzatırım. Oradan hemen aklıma geldi  $|ED|=|DT|$ , BD uzunlukları ortak ve arada dik olan açı da ortak olduğundan EDB üçgeni ile TDB üçgenleri eş üçgenler oldu (K.A.K). Buradan da zaten sonuç çıktı”.*

Sonuç olarak Ö4 kodlu öğretmen adayı hem ek çizimler yapmış hem farklı çözüm stratejilerini denemiş hem de yaptığı çözümün doğruluğunu incelemiştir. Bu bağlamda aday bu problemin çözümünde keşfetme ve yansıtma alışkanlığı bağlamında KY1, KY3, KY4 ve KY6 göstergelerini kullanmıştır.

Genel olarak adaylar her iki derecede de (birinci ve dördüncü sınıfta) keşfetme ve yansıtma alışkanlığını diğer geometrik düşünme alışkanlıklarına göre fazla kullanmışlardır. Ancak daha ayrıntılı bakıldığında dördüncü sınıfta adaylar kullandığı bu alışkanlığı MGAK düzeyine yönelmiştir. Örneğin KY1 göstergesini birinci sınıfta kullanırken adaylar yaptıkları ek çizimleri mantıksal gerekçelere dayandıramamıştır. Oysa dördüncü sınıfa geldiklerinde yapılan ek çizimleri daha çok doğru sonuca ulaştırıcı şekilde kullanmışlardır.

### **Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Bu çalışmada öğretmen adaylarının hem birinci sınıfta hem de dördüncü sınıfta en çok kullandığı geometrik düşünme alışkanlıklarının sırasıyla; keşfetme ve yansıtma, ilişkilendirme, özel durumları düşünme ve genelleme ile değişmezleri araştırma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Genel olarak adaylar dördüncü sınıfta geometrik düşünme alışkanlıklarını mantıksal gerekçelendirmelere dayandırarak daha çok kullanmıştır. Dördüncü sınıfta adaylar en çok keşfetme ve yansıtma ile ilişkilendirme alışkanlıklarını kullanma bağlamında gelişim ve değişim göstermişlerdir. Her iki sınıf kademesi arasında (birinci ve dördüncü sınıf) geometrik düşünme alışkanlıklarını kullanım bağlamındaki değişim gözlenmiştir.

Keşfetme ve yansıtma alışkanlığında öğretmen adayları hem birinci sınıfta hem de dördüncü sınıfta sırasıyla en çok KY1, KY6, KY2 ve KY3 göstergelerini kullanmıştır. Bu durum öğretmen adayları problemlerin çözümünü yaparken ek çizimlerden yararlandığını ve bu süreçte matematik dilini etkili bir şekilde kullanabildiği anlamına gelmektedir. Birinci sınıftayken adaylar KY1 göstergesini daha çok EAK düzeyinde kullanıyorlardı. Yani adaylar birinci sınıftayken karşılaştığı problemlere yönelik ek çizimlerini mantıksal gerekçelere dayandırmadan rastgele yapıyordu. Ancak dördüncü sınıfta adaylar KY1 göstergesini MGAK



düzeyinde kullanmaya başlamıştır. Keşfetme ve yansıtma alışkanlığında elde edilen bir diğer sonuç da adayların çoğunluğu birinci sınıftayken problemin çözümünü yapamadığında pes edip bırakıyorlardı. Ancak dördüncü sınıfa geldiklerinde bazı adaylar bir tane çözüm yolu doğru sonuca götürmüyorsa, farklı çözüm stratejileri de geliştirerek doğru sonuca ulaşmaya çalışmışlardır. Bu durum Cuoco, Goldenberg ve Mark (1996) ile Goldenberg (1996) öğrencilerin yaptığı çözümlerin doğruluğunu kontrol etmede, matematiksel dili etkili kullanabilmesinde sosyal ortamın etkili olduğunu belirtmesi ile benzerlik göstermektedir. Yani adayların keşfetme ve yansıtma alışkanlığını dördüncü sınıfta daha etkili kullanmasının sebeplerinden biri de dört yıllık eğitim sürecinde matematik derslerinden farklı çözüm yollarının olabileceğini öğrenmesi, arkadaşları ile daha iyi etkileşim kurarak farklı matematiksel metotları görmesi etkili olmuştur denilebilir.

Hem birinci sınıfta hem de dördüncü sınıfta fazla kullanılan geometrik düşünme alışkanlıklarından bir diğeri de ilişkilendirme alışkanlığıdır. Özellikle İ1 göstergesinin kullanımında MGAK düzeyinde bir artış gözlenmiştir (4. sınıfta). Bu durum son sınıf düzeyine gelen öğretmen adaylarının geometrik şekilleri birbirinden bağımsız nesnelere olarak görmemesi anlamına gelebilmektedir. Yani birinci sınıfta adaylar şekillerde yer alan uzunluklar ile alan ölçümü arasında ilişki kurmada zorlanırken (EAK düzeyinde fazla iken) dördüncü sınıfa geldiklerinde artık alan, kenar uzunluğu, çevre uzunluğu arasında ilişki kurabilmektedirler. Bunun dışında ilişkilendirme alışkanlığı kapsamında İ4 göstergesinin kullanımında dördüncü sınıftaki öğrencilerde bir artış gözlenmiştir. Yani birinci sınıfta genel olarak adayları geometrik şekiller arasındaki ilişkiyi tam olarak ifade edememelerine rağmen dördüncü sınıftan verilen geometrik şekillerin alan-kenar uzunluğu ilişkisini iyi kurabilmiş ve bu ilişkiyi kurarken de benzerlikten yararlanmışlardır. Örneğin birinci sınıfta öğrenim gören adaylar genel olarak ikinci problemde, verilen üçgenler arasındaki benzerlik oranlarını yazarken yanlış ifade etmesinden dolayı yanlış çözüme ulaşmışlardır. Buna karşın aynı adaylar dördüncü sınıfta verilen problemde farklı çözüm yollarını arayarak şekiller arasında doğru ilişkileri kurmuş ve doğru sonuca ulaşmıştır. Ayrıca söz konusu adaylar verilen probleme uygun şekiller çizerek ilişkilerin yapısını daha iyi analiz etmiştir (yapılan ek çizimler ile üçgenler arasındaki benzerlikleri keşfetmişlerdir). Geometride ilişkilendirme yaparken görselleştirmenin etkili olduğunu destekleyen bir diğer araştırmacı da Friel & Markworth (2009)'dur. Friel & Markworth (2009) görselleştirmenin verilen şekillerin farklı durumlarının da göz önüne almada önemli olduğunu ifade etmiştir. O halde bireylerin ilişkilendirme alışkanlıklarını kullanmaya teşvik etmede görselleştirmenin önemli olduğu düşünülebilir. Yine bu çalışmada adaylar birinci problemde uygun dönüşümler yaparak geometrik şekilleri birbiri ile ilişkilendirmede başarılı olmuş ve İ3 göstergesini kullanmıştır. Yani adayların ilişkilendirme alışkanlığını kullanırken geometrik şekillere uygun dönüşümlerden yararlanılabileceği görülmektedir. Benzer sonuç Seago, Jacobs, Heck, Nelson ve Malzahn (2014) tarafından yürütülen çalışmada da mevcuttur. Seago vd. (2014) çalışmada benzerlik konusunu öğretmenlerin ve öğrencilerin en iyi kavraması için dönüşümlerden eğitim-öğretim ortamında yararlanılmanın gerektiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi öğrenciler dönüşüm yaparken geometrik şekilleri hareket ettirebildiğinden, ilişkilendirmeleri daha kolay olacaktır.

Hem birinci sınıftayken hem de dördüncü sınıftayken öğrenim gören adaylar özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlığını çok yakın sayıda kullanmıştır. Yani adayların süreç içerisinde söz konusu alışkanlığı kullanma sayılarının toplamında çok büyük değişim

olmamıştır. Ancak adayların ÖG1 ve ÖG3 göstergelerini birinci sınıfta EAK düzeyinde kullanırken dördüncü sınıfta MGAK düzeyinde kullanma yöneliminde olduğu görülmektedir. Yani dördüncü sınıfta özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlığını, mantıksal çıkarım düzeyinde kullanmışlardır. “Özel bir durumun doğruluğunu gösterip bu durumdan yararlanarak genel bir yargıya varma” alışkanlığının göstergesi olan ÖG1’i birinci sınıfta kullanan adayların bir kısmı sadece özel bir durumun doğruluğunu göstererek problemin çözümünü sonlandırdıkları görülmüştür. Yani bu adaylar verilen bir problemde özel bir durum üzerinden aşırı genelleme yapmışlardır. Bu duruma benzer şekilde Samson (2014) görselleştirme ve genellemeye yönelik çalışmasında öğrencilerin aslında özel bir durumun doğruluğunu göstermeye çalışırken görselleştirmenin öneminden de bahsetmiştir. Samson (2014) tarafından ulaşılan bu sonuç bu çalışmanın ÖG1 göstergesi bağlamından elde edilen sonucu destekler niteliktedir.

Öğretmen adayları hem birinci sınıftayken hem de dördüncü sınıftayken değişmezleri araştırma kapsamında “dönüşümlerde değişmeyen özellikleri fark etme ve bunu çözümde uyarılama” alışkanlığının göstergesi olan DA1 ve “problemde yer alan bir durumu problemin şartlarını bozmayacak şekilde hareketli düşünebilme” alışkanlığının göstergesi olan DA2’yi kullanmışlardır. Ancak adaylar hem birinci sınıfta hem de dördüncü sınıftayken DA1 göstergesini verilen problemlerde MGAK düzeyinde kullanamamıştır. Yani öğretmen adayları problemlerde yer alan geometrik şekillerin değişmeyen özelliklerini fark etmede ve geometrik şekilleri hareketli düşünebilmede bazı zorluklar yaşamıştır. Buna karşın dördüncü sınıfta az da olsa adayların DA2 göstergesini MGAK düzeyinde (18 kez) kullanabildiği görülmüştür. Bunun sebeplerinden birinin de dört yıllık eğitim süreci boyunca adayların hem geometri alanında teorik bilgiye sahip olmanın artması hem de süreçte GeoGebra’yı kullanarak, geometrik şekiller üzerinde uygun dönüşümler yapabilmesi olarak düşünülmektedir. Dolayısıyla dinamik geometri yazılımlarının değişmezleri araştırma alışkanlığını kullanmada etkili olduğu söylenebilir. Literatürde de öğrencilerin matematikte ve geometride teknolojiden ve dinamik geometri yazılımlarından yararlandığına dair çalışmalara rastlanmaktadır (Abramovich ve Connell, 2014; Akgül, 2014; Bonn, 2015; Chan, 2013; Sarı, 2012; Şataf, 2009; Takunyacı, 2007).

Yukarıda verilenleri özetleyecek olursak çalışmanın sonucunda dördüncü sınıfta daha çok keşfetme ve yansıtma ile ilişkilendirme alışkanlıklarını kullandıkları gözlenmiştir. Adayların dördüncü sınıfta söz konusu düşünme alışkanlıklarını daha fazla kullanmalarının sebepleri olarak 4 yıl boyunca alana özgü derslerin alınması gösterilebilir. Çünkü adaylar bu süreçte soyut matematik, geometri, lineer cebir, analiz, gibi dersleri alarak alanlarına daha hâkim olabilmektedir. Bunun yanında alanı öğretme bilgisine ait dersleri de alarak karşılaşılan problemlere nasıl farklı çözüm yolları üretebileceklerini, farklı çözüm stratejilerini nasıl geliştirebilecekleri hakkında fikir sahibi olmaları sağlanmaktadır.

Bu çalışmada öğretmen adaylarının ek çizim yaparken, şekil üzerinde değişiklikler yaparken keşfetme ve yansıtma alışkanlığını kullandıkları görülmüştür. Verilen üçgenler arasında benzerlik ve eşlik bulmada, kenar uzunluğu-açıların ölçüsü ve alan karşılaştırmalarını yaparken de ilişkilendirme alışkanlığını kullanmışlardır. Oysa öğrencilerin karşılaştığı geometri problemlerinin üstesinden gelebilmesi için diğer geometrik düşünme alışkanlıklarını da kullanabilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle üniversitelerde yürütülen derslerin öğrencileri farklı GDA'lara yönlendirebilecek nitelikte olmalıdır. Bunun gerçekleştirebilmesi için de derslerde

gösterilen geometri problemlerinin farklı düşünme alışkanlıklarını kullanmaya yönlendirici olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca verilen problemlerin çözümünde hangi GDA'nın kullanılacağı da belirlenmelidir. Bu şekilde problemin çözümünde kullanılacak GDA belirlenerek, çözümde daha etkili sonuçlara ulaşılabilecektir.

Literatürde Driscoll vd. (2008) tarafından belirtildiği gibi, öğrencilerin geometrik düşünme alışkanlıklarını kullanması problem çözme başarılarını da artırmaktadır. O halde üniversite eğitiminde yürütülen derslerde öğrenciler, değişmezleri araştırma ile özel durumları düşünme ve genelleme alışkanlıklarını kullanmaya da yönlendirilmelidir. Geometrik şekillerin sabit olmadığını, bazı şekillerin değiştirilmesi sonucunda (öteleme, dönüşüm vb.) oluşacak yeni geometrik yapıların analizi ve problem çözümünde kullanımı, öğretmen adaylarını değişmezleri araştırma alışkanlığını kullanmaya yöneltecektir.

## Kaynakça

- Abramovich, S., & Connell, M. L. (2014). Using technology in elementary mathematics teacher education: a sociocultural perspective. *Hindawi Publishing Corporation ISRN Education*, 1-9.
- Bonn, T. V. (2015). *Discovering and applying geometric transformations: Transformations to Show congruence and similarity*. Unpublished master thesis, California State University, San Bernardino, California, USA.
- Bülbül, B. Ö. (2016). *Matematik öğretmeni adaylarının geometrik düşünme alışkanlıklarını geliştirmeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamının değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Chan Y. (2003). GeoGebra as a tool to explore, conjecture, verify, justify and prove: The case of a circle. *North American GeoGebra Journal*, 2(1), 2162-3856.
- Costa, A. L. & Kallick, B. (2000). *Discovering ang exploring habits of mind*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision & Curriculum Development.
- Coxford, A. F., Fey, J. T., Hirsch, C. R., Schoen, H. L., Burrill, G., Hart, E. W. & Watkins, A.E. (1998). *Contemporary mathematics in context: A unified approach. Implementing the core-plus mathematics curriculum*. Chicago: Everyday Learning Corporation.
- Cuoco, A., Goldenberg, E. & Mark, J. (1996). Habits of mind: an organizing principle for mathematics curricula. *Journal of Mathematical Behavior*, 15(4), 375-402.
- Cuoco, A., Goldenberg, E.P. & Mark, J. (2010). Organizing a curriculum around mathematical habits of mind. *Mathematics teacher*, 103(9), 682-688.
- Driscoll, M. J., DiMatteo, R. W., Nikula, J. & Egan, M. (2007). *Fostering geometric thinking: A guide for teachers grades 5-10*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Driscoll, M. J., DiMatteo, R. W., Nikula, J., Egan, M., Mark, J. & Kelemanik, G. (2008). *The Fostering Geometric Thinking Toolkit: A Guide for Staff Development*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Friel, S. N. & Markworth, A. (2009). A framework for analyzing geometric pattern tasks. *Mathematics Teaching in Middle School*, 15(1), 24-33.
- Goldenberg, E. P. (1996). "Habits of Mind" as an organizer for the curriculum. *Journal of Education*, 178(1), 13-34.
- Goldenberg, E. P., Mark, J. & Cuoco, A. (2010). An algebraic habits of mind perspective on elementary school. *Teaching Children Mathematics*, 16(9), 548-556.
- Harel, G. & Sowder, L. (2005). Advanced mathematical-thinking at any age: its nature and its development. *Mathematical Thinking & Learning*, 7(1), 27-50
- Hu, H. (2005). *Developing siblings and peer tutors to assist native Taiwanese children in learning habits of mind for math success*. Unpublished doctoral dissertation. University of Missouri, Columbia, USA.
- Jacobbe, T. & Millman, R. S. (2009). Mathematical habits of mind for preservice teachers. *School Science and Mathematics*, 109(5), 298-302.
- Lim, K. H. & Selden, A. (2009). Mathematical habits of mind. In S. L. Swars, D. W. Stinson and S. Lemons-Smith (Eds.). Proceedings of the 31st annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Atlanta, GA: Georgia State University.
- Marshall, A. R (2004). *High school mathematics habits of mind instruction: Student growth and development*. Unpublished master's thesis. Southwest Minnesota State University, USA.
- Marzano, R. J., Pickering, D. & McTighe, J. (1993). *Assessing student outcomes: Performance assessment using the dimension of learning model*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Matsuura, R., Sword, S., Piecham, M. B., Stevens, G. & Cuoco, A. (2013). Mathematical habits of mind for teaching: Using language in algebra classrooms. *The Mathematics Enthusiast*, 10(3), 735-776.
- Rolle, Y. A. (2008). *Habits of practice: A qualitative case study of a middle-school mathematics teacher*. Unpublished doctoral dissertation. The Faculty of the Graduate Collage, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA
- Samson, D. (2014). Visualising and generalising with square arrays. *Australian Mathematics Teacher*, 70(2), 4-12.

- Seago, N., Jacobs, K. J., Driscoll, M., Nikula, J., Matassa, M. & Callahan, P. (2013). Developing teacher's knowledge of a transformation-based approach to geometric similarity. *Mathematics Teacher Educator*, 2(1), 74-85.
- Seago, N. M., Jacobs, J. K., Heck, D. J., Nelson, C. L. & Malzahn, K. A. (2014). Impacting teachers' understanding of geometric similarity: Results from field testing of the learning and teaching geometry Professional development materials. *Professional Development in Education*, 40(4), 627-653.

## Extended Abstract

### Introduction

Habits of mind are the thinking methods that step in when the way to solve a problem is not known and which offer an alternative to the individual at the point of problem-solving. (Costa and Kallick, 2000). From this perspective, habits of mind and problem-solving intertwine. Habits of mind are categorized by Lim and Selden (2009) as general habits of mind and domain-specific habits of mind. General habits of mind, contain the approaches such as searching, experiencing and landing up through making trials for solving the problem. As for domain-specific habits of mind, they are geometric, mathematical, probabilistic, algebraic, analytical and scientific habits of mind which are disciplinary habits.

Since this study is conducted within the scope of geometric thinking, mostly related habits are included. Geometric habits of mind, in general, are the ability to make formal and informal definitions, draw proper shapes, land up through testing, explore systematically, consider extreme cases and investigate invariants. (Cuoco, Goldenberg and Mark, 1996; Driscoll et al., 2008; Goldenberg, 1996). Individuals tend to use the mentioned habits when they encounter with a geometry problem. In this sense, this study searches for an answer to “In what way do the geometric habits of freshman preservice teachers change when they become senior students?” By this way, it is aimed to take a picture of plus and minuses of the quality of university education. Thus, in this study an answer to questions such as “*How do geometric habits of mind of preservice teachers evolve from their freshman year to senior year?*” is searched. By this way, it is aimed to take a picture of the quality of mathematics education in universities from the aspects of plus and minuses.

### Method

In the study, longitudinal research method is implemented since the change tendency of the same group is being tried to observe.

### *Participants*

31 preservice teachers who started their university education in 2012 and graduated in 2016 in a state university. First, 4 open ended questions were posed to 31 preservice teachers.

### *Data Collection Tools*

Four open ended questions were used as data collection tools for specifying preservice teachers' geometric habits of mind. Literature review was conducted about the predetermined geometric habits of mind which are “relationship, considering extreme cases and generalizing geometric ideas, investigating invariants, exploration and reflection”. For ensuring the validity of the above-mentioned test that consists of 4 open minded problems, the opinion of 6 faculty members that are studying in mathematics education, completed their Ph.D.

### *Data Analysis*

The analysis of preservice teachers' answers was given under the title of the habits of mind that was dominant in the findings. The data were analyzed as coded like above after the relevant questions were posed to the preservice teachers in their freshman year (1st year) in the Fall term

of 2012-2013 season. A clinical interview was conducted with 6 preservice teachers who were selected among them. And in the Fall terms of 2015-2016 season the same test was implemented to the same preservice teachers (Senior year) and again interview was conducted with the same 6 persons. The obtained data were categorized as the codification and the change in preservice teachers' usage of geometric habits of mind within the process was given in the findings.

## Results and Discussion

At the end of the study, it is concluded that geometric habits of mind that the preservice teachers use the most both in their freshmen and senior years were respectively; exploration and reflection, reasoning with relationship, considering specific cases and generalizing geometric ideas, and investigating invariants. Generally, the preservice teachers made use of geometric habits of mind explaining the logical reasons behind in their senior year more. The habits that they show progress and change in their senior year the most were exploration and reflection together with relationship. The change within the context of use of geometric habits of mind in between freshman and senior year were observed.

It can be said that the university education aims to get the preservice teachers adopt the habits of reasoning with relationship and exploration and reflection. This case shows that the courses at the universities direct the students to the habits of exploration and reflection and reasoning with relationship. Preservice teachers used the habit of exploration and reflection especially when they were drawing additional lines. They made use of the habit of reasoning with relationship when finding similarity and identity between the given triangles and making comparisons between the side lengths- measure of angles and areas. Yet, to overcome geometry problems that students encounter, the preservice teachers must make use of other geometric habits of mind as well. Therefore, the university courses should direct the students to different geometric habits of mind. In order to achieve this, the geometry problems presented in the lessons should be chosen such as to direct the students to use different geometric habits of mind. Besides, it should be specified that which geometric habits of mind will be used in the solution of the problem. In this way, through predetermining the geometric habits of mind that will be used, effective outcomes can be reached in the solutions

The habit of investigating invariants is being used by many researchers, especially in mathematics and geometry. (Bonn, 2015; Chan, 2013; Cuoco et al, 2010; Seago, Jacobs, Heck, Nelson and Malzahn, 2015; Driscoll et al, 2007;2008). Thus, educational activities in which the habit of investigating invariants will be used have to be given place to in universities. Especially in this major, as the researchers mentioned, a computer-aided software can be used in directing the students make use of this habit.

As specified by Driscoll et al, (2008) in the literature, students' ability to use geometric habits of mind increase their ability to solve problems. Then, students should be directed to make use of the habits of investigating invariants and considering specific cases and generalizing geometric ideas in university education.