

SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ VAN HIELE GEOMETRİK DÜŞÜNME DÜZEYLERİ VE GEOMETRİYE YÖNELİK ÖĞRENME EKSİKLERİ

PRIMARY PROSPECTIVE TEACHERS' VAN HIELE GEOMETRIC THINKING LEVELS AND LEARNING DEFICIENCIES IN GEOMETRY

Aslıhan OSMANOĞLU¹

Başvuru Tarihi: 10.02.2018 Yayına Kabul Tarihi: 08.11.2018 DOI: 10.21764/maeuefd.393204
(Araştırma Makalesi)

Özet: Bu çalışmanın amacı, sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesi ve geometriye yönelik öğrenme eksiklerinin tespit edilmesidir. Bu amaçla, orta ölçekli bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği bölümü üçüncü sınıfında eğitim gören toplam 98 sınıf öğretmeni adayına van Hiele Geometrik Düşünme Testi uygulanmıştır. Bu aşamada, adaylardan cevaplarını gerekçelendirmeleri de istenmiştir. Elde edilen verilerin analizi ile adayların öncelikle geometrik düşünme düzeyleri, ardından da geometriye yönelik öğrenme eksikleri belirlenmiştir. Çalışma bulguları, sınıf öğretmeni adaylarının ağırlıklı olarak üçüncü düzey olan *basit çıkarım* düzeyinde yığılma gösterdiğine ve temel olarak öğrenme eksiklerinin şekillerin özelliklerine dair eksik bilgiye sahip olma, şekiller arasında hatalı ilişkilendirmeler kurma, genellemeye varamama, ispata yönelik mantık yürütememe ve çıkarım yapamama şeklinde ortaya çıktığına işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Geometri, van Hiele geometrik düşünme düzeyleri, sınıf öğretmeni adayları, geometrik öğrenme eksikleri*

Abstract: The purpose of this study is to determine the geometric thinking levels of prospective primary teachers, and to identify the deficiencies in their geometric knowledge. For this purpose, the van Hiele Geometric Thinking Test was applied to 98 junior prospective primary teachers at the Department of Elementary Teacher Education of a medium-sized state university. The participants were also required to explain their answers. Through the analysis of the data, first, it was aimed to determine the prospective teachers' level of geometric thinking, and then their deficiencies in geometrical learning. The findings of the study indicate that prospective teachers were predominantly at Level 3-The Informal Deduction level, and their learning deficiencies were mainly having incomplete knowledge of features of geometrical shapes, building incorrect associations among the shapes, being unable to make generalizations, inability to reason about proofs, and inability to make deductions.

Keywords: *Geometry, van Hiele geometric thinking levels, prospective primary teachers, geometrical learning deficiencies*

¹ Aslıhan Osmanoglu, *Trakya Üniversitesi*, aslihanosmanoglu@trakya.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-3549-3656

Giriş

Öğrenci başarısını etkileyen önemli faktörlerin başında verilen öğretimin etkinliği gelir. Öğretmenlerin yeterli alan ve pedagojik alan bilgisine sahip olmaları, öğrencilerinin matematikte başarılı olmaları açısından gerekli ve önemlidir (Hill, Rowan ve Ball, 2005; Tchoshanov, 2011). Bu noktada, özellikle ilerleyen kademelere temel teşkil edecek olan eğitimi sağlayacak sınıf öğretmenlerinin genelde matematik bilgileri, özelde ise geometri bilgileri öğrenci öğrenmeleri ve başarısı açısından önem arz eder.

Geometri, matematik öğretiminde üzerinde önemle durulması gereken ana konulardan biridir ve geometri derslerinin birbiri üzerine inşa edilerek öğrenilmesi ve düzeyler arası geçişin sağlanabilmesi gereklidir (Collier ve Pateracki, 1998). Erken dönem geometri öğretimi de, sonraki öğrenmelere temel oluşturmaktadır (Pusey, 2003). Başka bir ifadeyle, geometri öğretimi matematiksel gelişime ve bilişsel beceri gelişimine katkı sağlama potansiyeline sahiptir (Clements ve Sarama, 2011). İlkokul matematik ders programına bakıldığında, 1-4. sınıf seviyesinde geometri öğrenme alanında birinci sınıflarda geometrik şekil ve cisimlerin çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılması, uzamsal ilişkilerin ifade edilmesi, eşlik kavramı, örüntüler; ikinci sınıflarda şekil sınıflandırmanın yanı sıra yapı çizimi, simetri, örüntüler; üçüncü sınıflarda cisimlerin temel elemanlarının öğretimi, şekil çizimi, simetri doğrusu, geometride temel kavramların tanıtılması; dördüncü sınıflarda şekillerin özellikleri, yapı oluşturma, ayna simetrisi, açılar gibi konulara ilişkin kazanımlara yer verildiği görülmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2018). O halde, bu kazanımlara yönelik verimli ders işleyebilmeleri ve öğrencilerinin anlamlı öğrenme gerçekleştirebilmeleri adına öncelikle sınıf öğretmeni adaylarının beklenen bilgi düzeyinde olmaları gerekir. Bu noktada, sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme yapılarının istenen düzeyde olması adına öğretmenliğe adım atmadan önce geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesi ve olası öğrenme eksikliklerinin tespit edilmesi önem arz eder.

Geometri Öğretimi

Geometri, konusu şekil ve cisimlerle ilgili özellik, genelleme, sınıflandırma ve çizim bilgisi olan ve günlük hayatla doğrudan ilişkili olan bir matematik dalıdır (Altun, 2015). Geometri, aynı zamanda matematiğin mantıksal akıl yürütme, veri işleme, kavramsal uygulamalar, orantısal akıl yürütme gibi diğer alanlarıyla da ilişkilidir (Tatsuoka, Corter ve Tatsuoka, 2004). Sayılar ve İşlemler (Örneğin; kesir modelleri ve orantısal akıl yürütme); Ölçme; Veri (Örneğin; veri işleme ve daire grafiği) öğrenme alanlarında geometrinin yeri büyüktür. Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics-NCTM) (2000)'ne göre, geometri öğrencilerin akıl yürütme ve gerekçe sunabilme becerilerinin gelişimi için gereklidir. Duatepe (2004) de, geometrinin matematik problemi çözme becerisi ile ilintili olduğuna dikkat çekmektedir.

Alan yazında yer alan çeşitli çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin geometri başarılarının uluslararası düzeyde genel olarak düşük olduğu anlaşılmaktadır (Alex ve Mammen, 2012; Mullis, Martin, Foy ve Arora, 2012). Ülkemizde yapılan araştırmalar incelendiğinde ve Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Çalışması [TIMSS] (2007, 2011 ve 2015) sonuçlarına bakıldığında da, bu durumun farklı olmadığı anlaşılmaktadır. Örneğin, TIMSS (2007) sonuçlarına göre matematikte öğrencilerimizin en çok geometri alt boyutunda başarısız oldukları görülmektedir (Bal, 2012). Geometri alanında sekizinci sınıf öğrencilerimizin ortalama puanları

2007, 2011 ve 2015 yılları için sırasıyla 411, 454 ve 463'tür ve öğrencilerimizin bu ortalamalarla uluslararası ortalamanın altında kaldığı görülmektedir (Yıldırım, Özgürlük, Parlak, Gönen ve Polat, 2016). TIMSS (2011) için yapılan sekizinci sınıf matematik yeterlik düzeyleri tanımlarına bakıldığında da, 400-475 puan aralığının Alt Düzey öğrencilere karşılık geldiği görülmektedir ki, bu düzeyde olan öğrenciler ancak bazı geometrik şekilleri tanımlayabilmektedir ve üç boyutlu düşünme ve geometri bilgilerini uygulayabilme becerilerinden uzaktır (Yıldırım ve diğerleri, 2016). Öğrencilerimizin geometri başarıları bu seviyede iken, öğretmenlerin geometri bilgileri ön plana çıkmaktadır. Clements ve Sarama (2011) öğretmen ve öğretmen adaylarının geometri öğretimine yönelik yeterli hazırlık sürecine sahip olmadıklarını belirtmektedir. Öğretmen adaylarının matematik dahilinde en az öğrendikleri ve dolayısıyla da öğretimine en az hazırlıklı oldukları konu geometridir (Jones, Mooney ve Harries, 2002). Öğretmen donanımının öğrenci başarısıyla ilintili olduğu göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen yetiştirme sürecinin üzerinde önemle durulması gerektiği bir kez daha anlaşılmaktadır. Bu noktada, sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin ve geometriye yönelik öğrenme eksiklerinin tespiti önemlidir. Geometrik düşünme becerilerinin tespitinde, van Hiele'nin geometrik düşünme teorisi önemli bir araçtır (Usiskin, 1982).

Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri

Van Hiele Geometrik Düşünme Testi (VHGDT), Usiskin (1982) tarafından geliştirilmiş ve beş farklı hiyerarşik düzeyi kapsayan bir geometri testidir. Testin Türkçe'ye uyarlaması ve geçerlik-güvenirlilik çalışması Duatepe (2000) tarafından yapılmıştır (Akt. Duatepe, 2004). Düzeylerin hiyerarşik olması nedeniyle, bir düzeye ulaşabilmek için önceki düzeylerin tam anlamıyla edinilmiş olması şarttır. Bu düşünme düzeyleri yaşla birlikte değişim göstermekten ziyade, öncelikle geometrik deneyimler ve ardından öğretimin ve kullanılan dilin öğrenci seviyesiyle olan uyumu ile ilintilidir (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2012).

VHGDT'de yer alan beş hiyerarşik düzey (farklı kaynaklarda 0-4 veya 1-5 şeklinde ele alınır), sırasıyla görsel düzey (the visual level), betimsel düzey (the descriptive level), basit çıkarım düzeyi (the informal deduction level), çıkarım düzeyi (formal logic) ve sistematik düşünme düzeyi (the nature of logical laws) başlıkları altında toplanır (Duatepe-Paksu, 2016). Her ne kadar bu düzeylerin yaşa bağlı olmadığı ifade edilse de, okul öncesi-ikinci sınıf seviyelerinin görsel düzeyde ve ikinci-beşinci sınıf seviyelerinin ise betimsel düzeyde olması beklenir (Malloy, 2002; Akt. Alex ve Mammen, 2012). Bununla birlikte, öğretimin yapısı ve kalitesi ile bağlantılı olarak öğrencilerin düzeyleri değişim gösterebilmektedir. NCTM (2000)'e göre, okul öncesi-ikinci sınıf dönemlerindeki öğrencilerin birinci düzey olan görsel düzeyde ve ikinci düzey olan betimsel düzeye geçiş aşamasında olması; üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin ise betimsel düzeyde olması ve üçüncü düzey olan basit çıkarım düzeyine geçiş yapması beklenmektedir.

Alan yazın, yukarıda bahsi geçen beş hiyerarşik düzey haricinde bir düzeye daha dikkat çekmektedir. Düzey 1'e bile giremeyen bireyler olabildiği gerçeğinden yola çıkarak, araştırmacılar Düzey 0-*Tanıma öncesi (pre-recognition)* düzeyini tanımlamışlardır. Buna göre, bu

düzeydeki bireyler geometrik şekilleri algırlar fakat bu şekillerin görsel özelliklerinin yalnızca bir kısmına yoğunlaşabilir ve sonuç olarak da pek çok geometrik şekli tanımlayamazlar (Clements ve Battista, 1990). Tablo 1’de van Hiele geometrik düşünme düzeyleri, ilgili açıklama ve örneklerle birlikte sunulmaktadır.

Tablo1.
*Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri**

Düzyey	Tanım	Örnek
Düzyey 0-Tanım öncesi düzyey	Geometrik şekilleri algılar, fakat görsel özelliklerinin sadece bir kısmına yoğunlaşabilir. Pek çok şekli tanımlayamaz	Üçgen ve dörtgenleri kenar sayılarına bakarak ayırt edebilir ancak farklı dörtgenleri ayırt edemez
Düzyey 1-Görsel düzyey	Geometrik şekilleri bir bütün olarak algılar, elemanlarının özelliklerini algılayamaz	Dikdörtgenin dikdörtgen olduğunu daha önce gördüğü şekille eşleştirerek anlar, ancak karşılıklı kenarlarının eş ve açıların dik olması özelliklerinden yola çıkamaz
Düzyey 2-Betimsel düzyey	Geometrik şekillerin parçalarının özelliklerini fark eder, bu özelliklerden şekli tanıır, ancak şekiller arasındaki ilişkileri göremez	Bir paralelkenarın karşılıklı kenar çiftlerinin eş uzunlukta ve birbirine paralel olduğunu bilir, ancak kenarların eşliği ile paralellığı arasında ilişki kuramaz
Düzyey 3-Basit çıkarım düzyeyi	Şekil sınıfları arasında ilişki kurar, sınıflandırmaları anlar	Karenin, dikdörtgenin tüm özelliklerini sağladığından özel bir dikdörtgen olduğunu, her dikdörtgenin ise bir kare olmadığını bilir
Düzyey 4-Çıkarım düzyeyi	Bir matematiksel sistem içerisinde akıl yürütebilir, ispat yapabilir ve teorem oluşturabilir	Dışbükey bir dörtgenin karşılıklı kenarlarının eş olması durumunda karşılıklı kenarlarının birbirine paralel olduğunu ispatlayabilir
Düzyey 5-Sistemik düşünme düzyeyi	Bir matematikçi gibi geometri çalışır, farklı geometrik sistemleri anlar ve karşılaştırabilir	Bir üçgenin iç açıları toplamının Öklid geometrisinde ve Riemann geometrisinde farklı olduğunu anlayabilir

* Düzyey 0 haricinde Duatepe-Paksu (2016) tarafından yapılan araştırmadaki bilgiler esas alınmıştır.

Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Düzeyleri

Alan yazında geometrik düşünme düzeylerinin van Hiele düzeyleri üzerinden incelendiği çok çeşitli çalışmalara rastlanmaktadır (Akkurt, 2010; Alex ve Mammen, 2012; Bal, 2011 ve 2012; Çakmak ve Güler, 2014; Dindyal, 2007; Duatepe, 2004; Durmuş, Toluk ve Olkun, 2002; Feza ve Webb, 2005; Gökbulut, Sidekli ve Yangın, 2010; Halat, 2008a ve 2008b; Toluk ve Olkun, 2004; Usiskin, 1982). Bununla birlikte, öğrenci, öğretmen veya öğretmen adayları ile gerçekleştirilen pek çok çalışmada katılımcıların geometrik düşünme düzeylerinin yeterli seviyede olmadığı sonucuna varılmıştır. Örneğin, Sarama ve Clements (2009)’in çalışmasında, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun Düzyey 3’ün altında performans gösterdikleri, hatta bir çoğunun Düzyey 0’da

olduğu ve üçte birine yakınının da Düzey 1’de olduğu görülmüştür (Akt. Clements ve Sarama, 2011). Fujita ve Jones (2006)’un öğretmen adaylarının paralelkenara dair bilgilerini inceledikleri çalışmada ise, öğretmen adayları en fazla Düzey2’ye çıkabilmişlerdir. Ülkemizde de Durmuş, Toluk ve Olkun (2002)’un toplam 78 Matematik Öğretmenliği bölümü birinci sınıf öğrencisinin geometrik düşünme düzeylerini incelediği çalışmada öğrenci düzeylerinin ağırlıklı olarak 1-3. seviyede olduğu ve 4-5. seviyelerde öğrenci bulunmamasının düşündürücü olduğu belirtilmektedir. Aktaş ve Güler (2011)’in sınıf öğretmeni adaylarının dörtgenlere yönelik bilgi düzeylerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada ise, adayların dörtgen tanımlarını genel olarak yapabildikleri, ancak kavram haritası oluşturma aşamasında dörtgenler arası ilişkileri kurmada sorun yaşadıkları tespit edilmiştir. Buna göre, adaylar çoğunlukla dörtgen tanımlarını yapabilirken; kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen, paralelkenar ve yamuk tanımlarının tamamını doğru yapabilen aday sayısı 58 üzerinden yalnız altıdır. Kavramlar arası ilişki kurabilme noktasında ise, hem kavram haritası oluşturma hem de açık uçlu soruları cevaplama aşamasında adayların zorlandıkları görülmüştür. Bal (2011)’in sınıf öğretmeni adaylarının (137 birinci sınıf) geometrik düşünme düzeyleri ile geometriye yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada ise, adayların geometrik düşünme düzeylerinin belirlendiği ilk aşamada adayların en fazla üçüncü düzeyde oldukları görülmüştür (%33.6). Adayların sadece %2.2’sinin beşinci düzeye çıkabildikleri ve hatta beşte birinin (%22.6) hiçbir düzeye atanmadığı görülmüştür. Akkurt (2010)’un ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının kavram haritaları üzerinden geometrik kavram bilgilerini incelediği çalışmasının, adayların geometrik düşünme düzeylerine göre dağılımlarının incelendiği alt aşamasında ise adayların %43.5 ile ağırlıklı olarak Düzey 2’de yığılma gösterdiği görülmüştür. Özetle, öğretmen adaylarının geometrik düşünmelerinin yeterli seviyede olmadığı söylenebilir. Bu noktada, adayların daha üst düzey düşünme becerileri edinebilmeleri adına öncelikle geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesi ve ardından öğrenme eksiklerinin tespit edilmesi gereklidir. Öğretmen adaylarına daha etkili bir geometri öğretimi sağlanabilmesi için öğrenme eksiklerinin belirlenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada yukarıda yapılan tartışmaların ışığında, sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesi ve geometrik öğrenme eksiklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, aşağıda yer alan araştırma problemlerine cevap aranmıştır:

- (1) Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeyleri nasıldır?
- (2) Sınıf öğretmeni adaylarının geometri alanındaki temel öğrenme eksikleri nelerdir?

Yöntem

Bu çalışma, doğası gereği bir karma yöntem araştırmasıdır. Tek bir veri kaynağının yeterli olmadığı, sonuçların anlamlarının açıklanmasının ve bir araştırma amacının birden fazla aşama ile ele alınmasının gerektiği durumlarda karma yöntem kullanılmaktadır (Creswell ve Clark, 2011). Creswell (2017) karma yöntemin kapalı uçlu (nicel) ve açık uçlu cevap verilerinden (nitel) çıkarılan iki farklı bakış açısı sunduğunu belirtmektedir. Bir araştırma zengin nitel veriler

içermese dahi nicel ve nitel veri toplama süreçlerini içerdiğinde karma yöntem araştırması olarak kabul görmektedir (Creswell ve Clark, 2011). Bu çalışmada karma yöntem desenlerinden olan ve araştırmacının farklı veri türleri kullanarak farklı araştırma sorularını cevaplamayı amaçladığı iç içe desen kullanılmış ve nicel verilerin ikincil bir işlev gören nitel verilerle desteklenmesi hedeflenmiştir (Creswell ve Clark, 2011). Aşağıda çalışmanın katılımcıları, veri toplama ve veri analiz süreci ile ilgili bilgi sunulmaktadır.

Katılımcılar

Çalışmanın katılımcılarını Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan orta ölçekli bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği bölümü üçüncü sınıfında eğitim görmekte olan toplam 98 sınıf öğretmeni adayını oluşturmaktadır. Adayların genel not ortalamaları dört üzerinden 2.20-3.51 aralığındadır. Veriler, 2016-2017 bahar döneminde adayların araştırmacıdan aldıkları Matematik Öğretimi II dersinin son ders gününde sınıfta ve araştırmacının gözleminde toplanmıştır. Adaylardan, testteki tüm soruları cevaplamaları ve bu cevaplarını mutlaka gerekçelendirmeleri istenmiştir. Tüm adaylar test sonuçlarının herhangi bir şekilde ders notlarını etkilemeyeceği konusunda bilgilendirilmiştir.

Veri Toplama

Karma yöntem araştırmalarında, nicel veriler standart testler, yapılandırılmış anketler ve ölçekler gibi ölçme araçlarıyla; nitel veriler ise açık uçlu sorular, yazılı cevaplar, dokümanlar, görüşmelerle toplanabilmektedir (Brannen ve Halcomb, 2009; Creswell ve Clark, 2011).

Bu çalışmada nicel veri toplama aracı olarak, Usiskin (1982) tarafından geliştirilen ve Türkçe'ye uyarlaması ile geçerlik-güvenirlik çalışması Duatepe (2000) tarafından yapılmış olan van Hiele Geometrik Düşünme Testi (VHGDT) kullanılmıştır (Akt. Duatepe, 2004). VHGDT, van Hiele kuramında açıklanan geometrik düşünme düzeylerine göre hazırlanmış olan ve uzun yıllardır pek çok araştırmacı tarafından ülkemizde de kullanılan bir testtir. Duatepe-Paksu (2013)'nun çalışmasında .69 olarak hesaplanan testin güvenirlik katsayısı, bu çalışmada .67 olarak hesaplanmıştır. Bu değer .70'in altında kalmasının nedeninin, testte yer alan madde sayısı olduğu düşünülmektedir (bkz. Paksu ve Ubuz, 2009; Usiskin, 1982). VHGDT'de daha önce de belirtildiği gibi beş farklı hiyerarşik düzey yer almaktadır. Testte her bir düzeye ait olmak üzere beşer sorudan oluşan toplam 25 soru yer almaktadır. Çoktan seçmeli olarak hazırlanan bu soruların sırasıyla her bir beşerli soru grubu, farklı düzeylere işaret eder. Örneğin, testin ilk beş soruluk grubu geometrik düşünme düzeylerinden birinci düzey olan görsel düzeye, ikinci beş soruluk grubu ise ikinci düzey olan betimsel düzeye karşılık gelmektedir.

Nicel verinin içine gömülen, çalışmanın nitel veri toplama kısmında ise katılımcılardan, VHGDT'ye verdikleri cevapları açıklamaları istenmiştir. Bunun için, testte yer alan her bir sorunun altında açıklama için boşluk bırakılmıştır. Testte yer alan her bir soru için katılımcıların paylaştıkları gerekçelendirmeler ile daha derinlemesine veri toplanması amaçlanmıştır.

Verilerin Analizi

Çalışmanın nicel kısmını oluşturan birinci araştırma sorusunu cevaplamak amacıyla öğrenci düzeylerinin analizi gerçekleştirilmiştir. Nicel veriler betimsel istatistik teknikleri kullanılarak analiz edilmiş ve öğretmen adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeylerine ilişkin dağılımlar, frekans ve yüzde hesapları üzerinden sunulmuştur. Öğrenci düzeylerinin analizi aşamasında, Usiskin (1982)'in belirttiği üzere, bir düzeye karşılık gelen soruların beş tanesinden en az üçünün doğru cevaplanmış olması gerekir. Buna göre puanlama şu şekilde gerçekleştirilmektedir (Usiskin, 1982, s.22):

- 1 puan 1-5. sorularda ölçütü sağlıyorsa (Düzey 1),
- 2 puan 6-10. sorularda ölçütü sağlıyorsa (Düzey 2),
- 4 puan 11-15. sorularda ölçütü sağlıyorsa (Düzey 3),
- 8 puan 16-20. sorularda ölçütü sağlıyorsa (Düzey 4),
- 16 puan 21-25. sorularda ölçütü sağlıyorsa (Düzey 5).

Bu puanlama sisteminden yola çıkıldığında bir öğrencinin birinci düzeyde olabilmesi için gereken puan bir; ikinci düzeyde olabilmesi için gereken puan üç; üçüncü düzey için gereken puan yedi; dördüncü düzey için gereken puan 15; beşinci düzey için gereken puan 31 olmaktadır. Buna göre her bir düzey için frekans ve yüzde değerleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmanın nicel kısmını desteklemek amacıyla gerçekleştirilen nitel kısımda ise sınıf öğretmeni adaylarının geometrik öğrenme eksiklerinin ortaya konulması amaçlanmış ve öğretmen adaylarının bir seviyeden diğerine geçememe nedenlerini anlamak amacıyla katılımcıların test sorularına verdikleri cevaplar ve cevaplara yaptıkları yazılı açıklamalar incelenmiştir. İçerik analizi tekniğinin (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010) kullanıldığı bu aşamada ilk olarak, soru bazında katılımcıların verdikleri hatalı cevaplar bir tabloda listelenmiş, ardından hatalı cevaplanan bu sorularda en sık ortaya çıkan çeldiriciler belirlenmiştir (ikinci ve 13. sorularda belirlenmemiştir). Birbirine sayıca çok yakın olan çeldiriciler ayrı olarak ele alınmıştır (yedinci, 14. ve 18. sorularda). Çeldiricilerden yola çıkılarak geliştirilen kodlar düzenlenerek kategorilendirilmiş ve adayların ortak geometrik öğrenme eksiklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Kodlama sürecinin ürünü olan frekans ve yüzde değerleri, çeldirici değerleri ile aynıdır. İlgili yüzde değerleri hesaplanırken boş bırakılan sorular da hatalı kabul edilmiştir. Çalışmanın inandırıcılığının ve teyit edilebilirliğinin sağlanması amacıyla matematik eğitimi alanında uzman bir eğitimciden belirlenen kategorileri incelemesi ve analiz sürecini gözden geçirmesi istenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Çalışmanın aktarılabilişliğinin sağlanması amacıyla da ayrıntılı betimleme yapılmaya çalışılmış ve doğrudan alıntılarla en sık seçilen çeldiricilere yapılan gerekçelendirmelerin doğrudan aktarımı ve sonuçlara nasıl ulaşıldığının açık bir şekilde sunulması hedeflenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Bulgular

Bu bölümde çalışma bulguları, araştırma soruları kapsamında ayrı ayrı sunulmaktadır.

Sınıf Öğretmeni Adaylarının Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri

Sınıf öğretmeni adaylarının Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine yönelik analiz sonuçları, Tablo 2’de, 98 adayın ilgili frekans ve yüzde değerleri üzerinden sunulmuştur.

Tablo 2. Adayların Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerine ait Frekans ve Yüzde Değerleri

Van Hiele Düzeyleri	Frekans (f)	Yüzde (%)
Düzy 0-Tanıma öncesi	10	10.2
Düzy 1-Görsel düzey	24	24.5
Düzy 2-Betimsel düzey	12	12.3
Düzy 3-Basit çıkarım düzeyi	44	44.9
Düzy 4-Çıkarım düzeyi	6	6.1
Düzy 5-Sistemik düşünme düzeyi	2	2.0

Bu araştırma kapsamında yapılan analizler sonucunda, yukarıda yer alan tablodan anlaşılacağı üzere adayların %10.2’sinin Düzy 0-Tanıma öncesi düzeyde; %24.5’inin Düzy 1-Görsel düzeyde; %12.3’ünün Düzy 2-Betimsel düzeyde; %44.9’unun Düzy 3-Basit çıkarım düzeyinde; %6.1’inin Düzy 4-Çıkarım düzeyinde; %2’sinin Düzy 5-Sistemik düşünme düzeyinde olduğu görülmüştür. Özetle, sınıf öğretmeni adaylarının ağırlıklı olarak Düzy 3-Basit çıkarım düzeyinde yığılma gösterdiği söylenebilir.

Sınıf Öğretmeni Adaylarının Geometri Alanındaki Öğrenme Eksikleri

Aşağıda yer alan Tablo 3’te, soru bazında en sık seçilen çeldiriciler, bu çeldiricilere ilişkin frekans ve yüzde değerleri ile adayların öğrenme eksikleri sunulmaktadır. Yüzde hesabı yapılırken tüm adaylar üzerinden değil, ilgili soruları hatalı cevaplayan aday sayıları üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Tablo 3.

En Sık Seçilen Çeldiriciler ve Öğrenme Eksikleri

Soru	Çeldirici seçenek (f)	Hatalı cevap (f)	%	Öğrenme eksikliği
1	13d	18	72	Dikdörtgenin aynı zamanda kare olduğunu düşünme
2	---	6	---	---
3	10e	12	83	Yamuğun aynı zamanda dikdörtgen olduğunu düşünme
4	10d	28	35	Eşkenar dörtgenin aynı zamanda kare olduğunu düşünme

5	22c	30	73	Eşkenar dörtgenin aynı zamanda paralelkenar olamayacağını düşünme
6	39c	57	68	Paralel doğru parçalarının dik olacağını düşünme
7	5c-4d	12	42-33	Dikdörtgenlerde köşegen uzunluklarının eşit olduğunu bilmeme-Dikdörtgenlerde karşılıklı kenar uzunluklarının eş olduğunu bilmeme
8	22e	45	49	Eşkenar dörtgenlerde köşegen uzunluklarının eş olduğunu düşünme
9	15e	20	75	İkizkenar üçgenlerde ölçüsü eşit olan en az iki açı olması gerektiğini bilmeme
10	16e	55	29	Merkez açıların ölçülerinin her zaman eşit olması gerektiğini düşünme
11	26a	42	62	Eşkenar üçgenin aynı zamanda ikizkenar olamayacağını düşünme
12	15a	27	56	Dikdörtgenin aynı zamanda üçgen olduğunu düşünme
13	---	1	---	---
14	16d-17e	48	33-35	Paralelkenarlarda karşılıklı açıların eş olmadığını düşünme-Paralelkenarların kenar, köşegen, açı özelliklerini bilmeme
15	38e	64	59	Dikdörtgenlerin karenin tüm özelliklerini kapsadığını bilmeme
16	23a	66	35	Verilen örnekle sınırlı kalma ve genellemeye varamama
17	36a	76	47	Basit önermeleri sıralayamama
18	12a/b-10c	46	26-22	İki önermenin doğruluğunu kanıtlama noktasında ispata yönelik doğru mantık yürütememe
19	64d	80	80	Doğruların diklik ve paralelliğine yönelik ifadelerden çıkarım yapamama
20	32a	87	37	Geometride her terimin tanımlanabilir ve her doğru önermenin kanıtlanabilir olduğunu düşünme
21	26b	64	41	Matematiksel bir imkansızlığın anlamını kavrayamama
22	39a	55	71	Geometride farklı varsayımlara yer olamayacağını düşünme
23	12e	31	39	Matematiksel bir sistemdeki buluşun anlamını kavrayamama
24	26d	57	46	Matematiksel bir tanımın anlamını kavrayamama
25	28d	92	30	Önermelerden bir çıkarıma varamama

Analiz sonuçlarına göre, Düzey1'e karşılık gelen ilk beş sorudan birinci soruya hatalı cevap veren 18 adayın en fazla seçtiği seçenek olan d seçeneğinde (13 aday bu seçeneği seçmiştir) bu adayların dikdörtgenin aynı zamanda kare olduğunu düşündükleri görülmektedir. Örneğin, bir katılımcı (19 nolu katılımcı) "*Dikdörtgen karenin özel hali olduğu için onu da aldım*"

açıklamasını yapmıştır. Bazı adaylar ise, dikdörtgenin kareyi kapsadığını, çünkü ortadan ikiye bölündüğünde toplam iki adet kare ortaya çıktığını ifade etmiştir. Örneğin bir katılımcı (26 nolu katılımcı), “*Dikdörtgeni ortadan ikiye bölersek iki kare daha elde etmiş oluruz*” şeklinde düşüncesini paylaşmıştır. Üçüncü soruda ise, adayların yamuk şeklini dikdörtgen kabul ettikleri anlaşılmaktadır. Dördüncü soruda adayların eşkenar dörtgenin aynı zamanda kare olduğunu; beşinci soruda ise eşkenar dörtgenin paralelkenar olmadığını düşündükleri görülmüştür. Örnek vermek gerekirse, bir katılımcı (4 nolu katılımcı) beşinci soruya yaptığı açıklamada “(ilk iki şekil için) *Karşılıklı kenarlar birbirine paralel ama diğeri kare*” ifadesini kullanmıştır. Buradan adayın eşkenar dörtgenle kare şeklini karıştırdığı ve bunun da ötesinde karenin aynı zamanda paralelkenar olmadığı düşüncesine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bir diğer katılımcı (50 nolu katılımcı) ise “(ilk iki şekilde) *Karşılıklı kenarlar paraleldir. Ama üçüncü şekil sadece eşkenar dörtgendir*” ifadesiyle eşkenar dörtgenin de karşılıklı kenarlarının paralel olduğu fikrini reddettiği görülmektedir. Diğer bir katılımcının (55 nolu katılımcı) “(ilk iki şekilde) *Karşılıklı kenarlar birbirine eşittir. İki kısa iki uzun kenarı vardır*” açıklaması ile eşkenar dörtgenin paralelkenar olmadığını ifade etmesi ise adayların paralelkenarlarda mutlaka iki kısa iki uzun kenar olması gerektiği düşüncesine sahip olabildiklerini göstermektedir.

Düzey 2’ye karşılık gelen 6-10. sorulardan altıncı soruya hatalı cevap veren adayların çoğu her kare için paralel iki kenarın birbirine dik olduğunu düşünmüşlerdir. Örneğin bir katılımcının (2 nolu katılımcı) “*Çünkü karede karşılıklı kenarlar dik ve eşit uzunluktadır*” açıklaması, aslında adayın karenin özelliklerini bildiğini, fakat şıkkı hatalı yorumladığını ve aynı zamanda karede köşegenlerin dikliği ile ilgili yorumda bulunamadığını göstermektedir. Yedinci soruda ise adayların dikdörtgenin köşegen ve karşılıklı kenar uzunlukları ile ilgili bilgi eksikliği olduğu görülmektedir. Sekizinci soruya en sık verilen hatalı cevap, adayların eşkenar dörtgenlerde köşegen uzunluklarının eşit olması gerektiğini düşündüklerini göstermektedir. Örneğin bir katılımcı (48 nolu katılımcı) bu soruya verdiği cevabına “(eşkenar dörtgenlerde) *Karşılıklı köşegenler aynı uzunlukta olup açıortay görevi görür ve karşılıklı açılar ölçüsü eşit olup diktirler*” açıklamasını getirmiştir. Dokuzuncu soruda ise adayların ikizkenar üçgenlerde ölçüsü eşit olan en az iki açı olmasının yeterli olacağını bilmedikleri anlaşılmaktadır. Örneğin bir katılımcı (1 nolu katılımcı) her ikizkenar üçgen için doğru olan seçeneğin sorulduğu bu soruda ölçüsü eşit olan en az iki açısı olmalıdır seçeneğini de hatalı kabul etmiş ve “*İkizkenar özelliği sağlaması için iki kenar ve iki açısının eş olması gereklidir*” açıklamasını yapmıştır. Onuncu soruda adayların merkez açıların ölçülerinin her zaman eşit olması gerektiğini düşündükleri anlaşılmaktadır.

Düzey 3’e karşılık gelen 11-15. sorulardan 11. soruya hatalı cevap veren adayların çoğu özel bir üçgenin kenar uzunlukları ile açı ölçüleri arasında ilişki kuramamıştır. Örneğin bir katılımcı (56 nolu katılımcı) “*Üç kenar eşit olduğunda eşkenar üçgen oluşmuş olur ve eşkenar üçgenin tüm açıları eşittir. Oysa ikinci önerme ikizkenar üçgeni tanımlar*” açıklamasını getirerek bir üçgenin üç kenarının eşit uzunlukta olması ve üçgenin iki açısının ölçülerinin eşit olmasına yönelik iki önermenin aynı anda doğru olamayacağını savunmuştur. Onikinci soruda ise bir dikdörtgenin

aynı zamanda bir üçgen de olduğunu düşünen adayların olduğu görülmektedir. Bunun nedenini ise şu ifade ile açıklamak mümkündür: *“Bir dikdörtgeni ikiye ayıran bir köşegen çizsek aynı zamanda üçgen olur”* (8 nolu katılımcı). Ondördüncü soruya hatalı cevap veren adayların paralelkenarların karşılıklı açılarının ölçülerinin eşit olmadığını düşündükleri ya da paralelkenarların temel özelliklerinin hiçbirini bilmedikleri görülmektedir. Onbeşinci soruya hatalı cevap veren adayların ise dikdörtgenlerin karelerin tüm özelliklerini kapsadıklarını bilmedikleri anlaşılmaktadır. Örnek vermek gerekirse bir katılımcı (7 nolu katılımcı) bu soruya *“(seçeneklerden hiç biri doğru değildir) Çünkü karede tüm kenarlar, paralelkenar ve dikdörtgende ise karşılıklı kenarlar eşittir”* açıklamasını getirmiş ve herhangi bir sınıflamaya gidememiştir.

Düzey 4’e karşılık gelen 16-20. sorulardan 16. soruda adaylar soruda verilen dik üçgen örneği ile sınırlı kalmış ve bir genellemeye varamamıştır. Örneğin bir katılımcı (29 nolu katılımcı) *“(yalnızca bu üçgen için emin olabiliriz) Çünkü şekil bize her zaman böyle verilmiş olmayabilir”* ifadesini kullanmıştır. Bir diğer katılımcı (30 nolu katılımcı) ise *“Çünkü burada ABC dik üçgeninin etrafında eşkenar üçgenler var. Başka üçgenler için emin olunamaz”* açıklamasını getirmiştir. Onyedinci soruda adaylar verilen basit önermeleri sıralamada zorlanmışlardır. Onsekizinci soruda ise adayların verilen iki önermenin doğruluğunu kanıtlama noktasında ispata yönelik doğru mantık yürütemedikleri görülmektedir. Ondokuzuncu soruda adayların doğruların diklik ve paralelliğine dair ifadelerde çıkarım yapmakta zorlandıkları anlaşılmaktadır. Örneğin bir katılımcı (83 nolu katılımcı) *“(ilk iki ifade doğrudur) Çünkü aynı doğruya dik olan iki doğru paraleldir ya da iki paralel doğrudan birine dik olan doğru diğerine de diktir”* açıklamasını getirerek ilk iki ifadenin de iki doğrunun paralelliğinin nedeni olacağını düşünmüştür. Yirminci soruya gelindiğinde ise adayların çoğunun geometride her terimin tanımlanabilir olduğunu ve her doğru önermenin de kanıtlanabilir olduğunu düşündükleri görülmektedir. Örneğin bir katılımcı (78 nolu katılımcı) *“Geometride tanımsız bir terim yok. Her doğru önermenin doğruluğu kanıtlanmalı. Doğruluğu kanıtlanmayan önerme doğru değildir zaten”* açıklamasını yapmıştır.

Düzey 5’e karşılık gelen 21-25. sorulardan 21. soruda ise adayların birimsiz/işaretlenmemiş ve birimli/işaretlenmiş cetvel ayırđına varamadıkları ve bunun da ötesinde matematiksel bir imkansızlığın anlamını kavrayamadıkları; 22. soruda geometride farklı varsayımlardan yola çıkılabileceğine ilişkin fikri reddettikleri görülmektedir. Örneğin bir katılımcı (77 nolu katılımcı) 22. soru için *“Açıları ölçerken hata yapmıştır. Çünkü iç açıların toplamı üçgende 180 derece olmak zorundadır”* açıklaması ile Öklid dışı geometrinin var olamayacağını düşünmüştür. Yirmiüçüncü soruda adaylar matematiksel bir sistemdeki buluşun anlamını kavramakta zorlanmışlardır. Yirmidördüncü soruda adayların tek tanım ve ortak özellikler fikrini savundukları ve son olarak 25. soruda adayların neredeyse tamamına yakınının verilen iki önermeden bir çıkarıma varamadıkları görülmüştür.

Tartışma ve Sonuç

Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin ve öğrenme eksiklerinin belirlendiği bu araştırmada, çalışmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının ağırlıklı olarak üçüncü düzey olan basit çıkarım düzeyinde oldukları görülmüştür. Bu yönüyle bu çalışma bulguları, Bal (2011) ile Toluk ve Olkun (2004) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen, adayların en çok üçüncü düzeyde olduğu sonucu ile benzerlik göstermektedir. Çakmak ve Güler (2014)'in 128 İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümü son sınıf öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmasında da van Hiele Geometrik Düşünme Testi sonuçları, adayların %25'inin Düzey 2'de ve %52.3'ünün Düzey 3'te olduğunu göstermektedir. Bu bulgular üçüncü veya dördüncü düzeyde olması beklenen matematik öğretmen adaylarının bu beklentiyi karşıladığına işaret etmektedir. Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin en kötü ihtimalle üçüncü düzey olan basit çıkarım düzeyinde olması beklenir ve bu çalışmada da sınıf öğretmeni adaylarının ağırlıklı olarak Düzey 3'te olduğu görülmüştür. Bu noktada, bu çalışmanın katılımcılarının her ne kadar %47'si Düzey 3'ün altında performans göstermiş, yalnız yarıdan biraz fazlası Düzey 3 ve üzeri performans göstermiş (%53) ve sadece %8.1'i daha üst geometrik beceri göstermiş olsalar da, etkili bir geometri öğretimi gerçekleştirebilmek adına asgari ölçütü sağladıkları söylenebilir. Bununla birlikte, bulgular Akkurt (2010)'un ilköğretim matematik ve sınıf öğretmenliği adayları ile gerçekleştirdiği çalışmasında elde edilen, adayların ağırlıklı olarak Düzey 2'de yığılma gösterdiği sonucu ile örtüşmemektedir. Bulgular ayrıca, öğretmen adayı ve öğretmenlerle gerçekleştirilen Halat ve Şahin (2008)'in çalışma bulgularıyla karşılaştırıldığında olumludur. Halat ve Şahin (2008)'in çalışmasında ilköğretim öğretmen adaylarının sırasıyla %34.1 ve %37.8'lik yüzdelerle Düzey 1 ve Düzey 2'de ve %25.6'lık bir yüzdeyle de Düzey 3'te oldukları görülmüştür. Düzey 4 ve 5'te ise hiçbir aday performans gösterememiştir. Çalışmaya katılan ilköğretim öğretmenlerinin performanslarına bakıldığında ise %20.2'lik bir yüzdenin Düzey 0'da yer aldığı ve yığılmanın %37.5 ile Düzey 2'de gerçekleştiği görülmüştür. Bir diğer çalışmada ise sınıf öğretmeni adaylarının hiç birinin Düzey 4 ve 5'e çıkamadıkları görülmektedir (Gökbulut, Sidekli ve Yangın, 2010). Bu çalışmada ise adayların geometrik düşünme düzeylerine bakıldığında her düzeyde aday olduğu görülmektedir. Buna göre Bal (2011) ve Halat (2008b)'in çalışmasında olduğu gibi –her ne kadar bu çalışmada da Düzey 4 ve Düzey 5'te yer alan aday sayısı az olsa da– öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin tüm düzeyleri kapsadığı söylenebilir.

Çalışma bulguları ayrıca sınıf öğretmeni adaylarının %10.2'sinin Düzey 0'da olduklarını göstermiştir. Düzey 1'deki öğretmen adayı yüzdesi ise 24.5'tir. Yine sınıf öğretmeni adayları ile gerçekleştirilen Bal (2011)'in çalışmasında da adayların yaklaşık beşte birinin (%22.6) Düzey 0'da, %24.8'inin ise Düzey 1'de oldukları görülmüştür. Bu anlamda her ne kadar Bal (2011)'in çalışma bulguları ile benzerlik gösterse de, Düzey 0'da hiçbir adayın olmadığı ve Düzey 1'deki aday sayısının %13.3'lük bir dilimi kapsadığı Çakmak ve Güler (2014)'in çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında, sınıf öğretmeni adaylarının daha düşük bir performans gösterdikleri

söylenbilir. Okul öncesi ve ilköğretimin ilk yıllarına karşılık gelmesi beklenen Düzey 1’de ve özellikle en düşük seviye olan Düzey 0’da öğretmen adaylarının olması düşündürücüdür.

Adayların geometrik düşünme düzeylerini etkileyen geometrik öğrenme eksiklerinin incelendiği aşamada ise, temel olarak öğrenme eksiklerinin, şekillerin özelliklerine dair eksik bilgiye sahip olma, şekiller arasında hatalı ilişkilendirmeler kurma, genellemeye varamama, ispata yönelik mantık yürütememe ve çıkarım yapamama şeklinde ortaya çıktığı görülmektedir. Usiskin (1982)’in çalışmasında da öğrencilerin %10’unun dikdörtgenin (bu çalışmada tüm adaylar üzerinden bu değer %12’dir), %20’sinin ise paralelkenar, eşkenar dörtgen gibi diğer dörtgenlerin aynı zamanda kare olduğunu düşündükleri (bu çalışmada bu değer %10’dur); yarıdan fazlasının karenin aynı zamanda dikdörtgen olduğunu bilmedikleri; üçte birinin ince uzun bir üçgenin üçgen olamayacağı düşüncesine sahip olduğu ve ikizkenar bir üçgenin iki eş açısı olduğunu bilmedikleri (bu çalışmada bu değer %15’tir); yarıdan fazlasının önermelerden yola çıkarak akıl yürütme ile sonuca varmalarını gerektiren ya da genelleme yapmalarını gerektiren sorularda başarısız olduğu; çoğunun basit önermeleri sıralayamadıkları (bu çalışmada bu değer %65’tir); tanımsız terimler ve varsayımlarla ilgili fikir yürütemedikleri (bu çalışmada bu değer %33’tür); ve çoğunun matematiksel bir sistemde akıl yürütme ve işlem yapmada başarısız olduğu görülmüştür. Bu anlamda çalışma bulgularının Usiskin (1982)’in bulguları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Bu bulguların, öğretmen adaylarının hatalı cevapladıkları sorularda ne düşündüklerini ortaya koyduğu ve geometrik düşünme düzeylerinin daha üst seviyelere çıkmasına engel teşkil eden eksik öğrenmelere ışık tuttuğu düşünülmektedir.

Geometri öğretimindeki zorluk ve eksikler dünya genelinde sorun teşkil etmektedir ve öğrencilerin geometrideki düşük performansları eğitimcilerin önemle üzerinde durdukları bir meseledir (Alex ve Mammen, 2012). Van Hiele (1986)’ye göre, geometri öğretimindeki başarısızlığın temel nedeni eğitimcilerin öğrencilerin geometrik düşünme seviyelerine uygun ders işleyememeleridir (Akt. Alex ve Mammen, 2012). Bu durum, geometri başarısındaki temel anahtarın, verilecek geometri öğretiminin kalitesi ve öğrenci düzeyine uygunluğu olarak açıklanabileceğine işaret etmektedir. Bu noktada, geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve öğrenme eksikleri dikkate alındığında, öğretmen eğitiminde daha güçlü yöntemlere ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Bal (2011), teorik bilginin yanı sıra öğretmen adaylarına uygulamaya yönelik çalışma fırsatlarının verilmesini önermektedir. Alex ve Mammen (2012) ise, materyal kullanımına dayalı bir geometri öğretimi ile uzamsal becerilerin geliştirilebileceğine ve eğitimcilerin basit geometrik şekillerin özelliklerine yönelik etkinliklerin gerçekleştirilebileceği öğrenme ortamları oluşturmalarının fayda sağlayacağına işaret etmektedir. Buna göre, etkinlik tabanlı geometri dersleri ile geometrik şekillerin özellikleri keşfettirilebilir ve bu şekilde şekillerin özellikleri üzerinden daha sağlıklı bir şekilde tanımlanabileceği gösterilebilir. Meng (2009)’e göre de, geometri öğretiminde teknoloji kullanımı ile van Hiele geometrik düşünme seviyelerini geliştirmek mümkündür. Bu noktada öğretim faaliyetlerinin iyi tasarlanmış olması ve etkili öğretmen rehberliği ile uygun araçların kullanımı geometrik anlamayı artırmada önemlidir (Meng, 2009). Battista (2002) da, etkileşimli

geometri yazılımlarının öğretimde kullanımı ile öğrenmelerin artırılabilmesine işaret etmektedir. Chang, Sung ve Lin (2007)'in çalışmasında çoklu ortam öğrenme yazılımı kullanımı ile geometrik düşünme becerilerinin geliştirilebileceğine dikkat çekilmektedir. Gawlick (2005) de dinamik geometri yazılımının kullanımı ile gelişimin sağlanabileceğini belirtmektedir. Sonuç olarak, genel anlamda her ne kadar beklenen düzeyde performans gerçekleştirmiş olsalar da, bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerinde eksikler olduğu görülmüştür ve bu nedenle öğretmen yetiştirme sürecinde geometri öğretiminde alanyazında bahsi geçen bu gibi öğretim yöntemlerinin kullanımının faydalı olabileceği düşünülmektedir. Program geliştiricilerin hem matematik ders programlarında hem de öğretmen yetiştirme ve öğretmen eğitimine yönelik programlarda gerekli düzenlemelere gitmeleri gerekli görünmektedir. Clements ve Sarama (2011) öğretmen eğitiminin geliştirilmesinin öğrencilerin geometri başarısızlığını giderme noktasında gerekli olduğuna işaret etmektedir.

Son olarak, Duatepe-Paksu (2016)'nın da belirttiği gibi, öğretim düzeyinin öğrenci düzeyine uygun olması, yani kullanılan dilin ve seçilen örneklerin düzeye uygunluğu son derece önemlidir. Öğrenciler mantığını kavramadan ezber yapmak suretiyle aslında sahip olmadıkları düzey özellikleri gösterebilmekte, bu da öğrenme kalitesi anlamında yanıltıcı olabilmektedir. O halde, öğrencilerin/öğretmen adaylarının yalnızca düzeylerinin belirlenmesinin de ötesinde, o düzeyin özelliklerine gerçekten sahip olup olmadıklarının belirlenmesi, eksiklerinin tespit edilmesi ve ardından öğrenme eksiklerinin giderilmesi adına düzeylerine uygun çalışmaların gerçekleştirilmesi önemlidir. İleride yapılacak geometrik düşünmeye yönelik çalışmalarda bu noktalara dikkat edilmesi önerilebilir. Ayrıca, bu çalışma kapsamında gerçekleştirilemeyen öğretmen adaylarıyla görüşmelerin, ileriki çalışmalarda adayların test sorularına verdikleri cevapları gerekçelendirdikleri bölümde bulguları güçlendirmek adına yapılması ile gerekçelendirmelerin daha derinlemesine anlaşılması ve geometrik öğrenme eksiklerinin daha detaylı tespitinin mümkün olabileceği düşünülmektedir. İleride yapılacak benzer çalışmalarda bu noktaya dikkat edilmesi önerilebilir.

Kaynakça

- Akkurt, Z. (2010). *Kavram haritaları yardımıyla öğretmen adaylarının geometrik kavramları ilişkilendirmeleri üzerine bir inceleme*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Aktaş, M. ve Güler, H.K. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının dörtgenler kavramına ilişkin oluşturdukları kavram haritalarının değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2).
- Alex, J. K. & Mammen, K. J. (2012). A survey of South African grade 10 learners' geometric thinking levels in terms of the van Hiele theory. *Anthropologist*, 14(2), 123-129.

- Altun, M. (2015). *Eğitim Fakülteleri ve Sınıf Öğretmenleri İçin Matematik Öğretimi* (Birinci kitap, 19. Baskı). Alfa Aktüel.
- Bal, A.P. (2011). Geometry thinking levels and attitudes of elementary teacher candidates. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 12(3), 97-115.
- Bal, A.P. (2012). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve geometriye yönelik tutumları. *Eğitim Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 17-34.
- Battista, M.T. (2002). Learning geometry in a dynamic computer environment. *Teaching Children Mathematics* (Focus Issue: Learning and Teaching Mathematics with Technology), 8(6), 333-339.
- Brannen, J. & Halcomb, E.J. (2009). Data Collection in Mixed Methods Research. S. Andrew & E.J. Halcomb (Eds.), In *Mixed Methods Research for Nursing and the Health Sciences* (Chapter 5, pp. 65-83). Blackwell.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Pegem.
- Chang, K-E., Sung, Y-T., & Lin, S-Y. (2007). Developing geometry thinking through multimedia learning activities. *Computers in Human Behavior*, 23, 2212–2229.
- Clements, D.H. & Battista, M.T. (1990). The effects of Logo on children's conceptualizations of angle and polygons. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(5), 356-371.
- Clements, D.H. & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(2), 133-148.
- Collier, C.P. & Pateracki, T. (1998). Geometry in the middle school: An exchange of ideas and experiences. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(6), 412-415.
- Creswell, J.W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. US: Sage.
- Creswell, W. (2017). *Karma Yöntem Araştırmalarına Giriş*. (Sözbilir, M. Çev.). Ankara: Pegem.
- Creswell, J.W. & Clark, V.P. (2015). *Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve yürütülmesi* (Dede, Y. ve Demir, SB. Çev.). Ankara: Anı.
- Çakmak, D. ve Güler, H.K. (2014). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(1), 1-16.

- Dindyal, J. (2007). The need for an inclusive framework for students' thinking in school geometry. *The Mathematics Enthusiast*, 4(1), 73-83.
- Duatepe, A. (2004). *The effects of drama based instruction on seventh grade students' geometry achievement, van Hiele geometric thinking levels, attitude toward mathematics and geometry*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Duatepe-Paksu, A. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının geometri hazırbulunuşlukları, düşünme düzeyleri, geometriye karşı özyeterlikleri ve tutumları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 203-218.
- Duatepe-Paksu, A. (2016). Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Eds.), *Matematik Eğitiminde Teoriler* kitabı içinde (Bölüm 16, s. 266-275). Pegem.
- Duatepe-Paksu, A. ve Ubuz, B. (2009). Effects of drama-based geometry instruction on student achievement, attitudes, and thinking levels. *The Journal of Educational Research*, 102(4), 272-286.
- Durmuş, S., Toluk, Z. ve Olkun, S. (2002). Matematik öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin geometri alan bilgi düzeylerinin tespiti, düzeylerin geliştirilmesi için yapılan araştırma ve sonuçları. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 28-30.
- Feza, N. & Webb, P. (2005). Assessment standards, Van Hiele levels, and grade seven learners' understandings of geometry. *Pythagoras*, 62, 36-47.
- Fujita, T. & Jones, K. (2006), Primary trainee teachers' knowledge of parallelograms. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 26(2), 25-30.
- Gawlick, T. (2005). Connecting arguments to actions-Dynamic geometry as means for the attainment of higher van Hiele levels. *ZDM*, 37(5), 361-370.
- Gökbulut, Y., Sidekli, S. ve Yangın, S. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının van Hiele geometrik düşünce düzeylerinin, bazı değişkenlere (lise türü, lise alanı, lise ortalaması, ÖSS puanları, lisans ortalamaları ve cinsiyet) göre incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 375-396.
- Halat, E. (2008a). Pre-Service Elementary School and Secondary Mathematics Teachers' Van Hiele Levels and Gender Differences IUMPST: The Journal. Vol 1 (Content Knowledge), May 2008. [www.k-12prep.math.ttu.edu]
- Halat, E. (2008b). In-service middle and high school mathematics teachers: Geometric reasoning stages and gender. *The Mathematics Educator*, 18(1), 8-14.

- Halat, E. & Sahin, O. (2008). Van Hiele levels of pre-and in-service Turkish elementary school teachers and gender related differences in geometry. *The Mathematics Educator*, 11(1/2), 143-158.
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371-406.
- Jones, K., Mooney, C., & Harries, T. (2002). Trainee primary teachers' knowledge of geometry for teaching. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 22(2), 95-100.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. 29 Ocak 2018 tarihinde <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329> adresinden erişildi.
- Meng, C.C. (2009). Enhancing students' geometric thinking through phase-based instruction using geometer's sketchpad: A case study. *Journal of Educators & Education/Jurnal Pendidik dan Pendidikan*, 24, 89-107.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). TIMSS 2011 international results in mathematics. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. Herengracht 487, Amsterdam, 1017 BT, The Netherlands.
- NCTM (2000). Executive Summary: Principles and Standards for School Mathematics. 03 Şubat 2018 tarihinde <http://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/> adresinden erişildi.
- Pusey, E.L. (2003). *The van Hiele model of reasoning in geometry: A literature review*. (Unpublished master's thesis). North Carolina State University, U.S.A.
- Tatsuoka, K.K., Corter, J.E., & Tatsuoka, C. (2004). Patterns of diagnosed mathematical content and process skills in TIMSS-R across a sample of 20 countries. *American Educational Research Journal*, 41(4), 901-926.
- Tchoshanov, M.A. (2011). Relationship between teacher knowledge of concepts and connections, teaching practice, and student achievement in middle grades mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 76(2), 141-164.
- Toluk, Z. ve Olkun, S. (2004). Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeyleri. *Eğitim ve Bilim*, 29(134), 55-60.

Usiskin, Z. (1982). Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 220 288). 11 Ocak 2018 tarihinde <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED220288.pdf> adresinden erişildi.

Van de Walle, J.A., Karp, K.S. ve Bay-Williams, J.M. (2012). İlkokul ve Ortaokul Matematiği: Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim [Elementary and Middle School Mathematics Teaching Developmentally]. (S. Durmuş, 7. Baskıdan Çev.). Nobel.

Yıldırım, A., Özgürlük, B., Parlak, B., Gönen, E. ve Polat, M. (2016). TIMSS 2015 Ulusal Matematik ve Fen Bilimleri Ön Raporu 4. ve 8. Sınıflar. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. 23 Ocak 2018 tarihinde http://timss.meb.gov.tr/wp-content/uploads/TIMSS_2015_Ulusal_Rapor.pdf adresinden erişildi.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin.

Yılmaz, G.K. (2015). Durum Çalışması. M. Metin (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri* kitabı içinde (2. Baskı, s. 261-285). Ankara: Pegem.

Extended Abstract

Introduction

One of the most important factors influencing the success of the students is the effectiveness of the instruction. It is essential and important for teachers to have sufficient knowledge in order for their students to be successful in mathematics. At this point, it is important that primary teachers, who are supposed to provide education that will constitute the basis for the progressive stages, have sufficient mathematical knowledge in general and geometrical knowledge in particular for student learning and success. When it is considered that in many studies conducted with students, teachers, or prospective teachers, it has been concluded that the participant's geometric thinking levels were not at a sufficient level. Thus, it becomes necessary to determine the prospective primary teachers' geometric thinking levels and to identify possible learning deficiencies before they become teachers.

Van Hiele's geometric thinking theory is an important tool in determining geometric thinking skills. The 5 hierarchical levels in VHGT (considered as 0-4 or 1-5 in different sources) are the Visual level, the Descriptive level, the Informal Deduction level, Formal Logic, and the Nature of Logical Laws. In the light of these classifications, it can be expected that the geometrical thinking levels of prospective primary teachers should be at least at the Level3-Informal Deduction level.

Purpose

The purpose of this study was to determine the geometric thinking levels of prospective primary teachers, and to identify the deficiencies in their geometric learning. The research questions to answer were:

- (1) What are the prospective primary teachers' van Hiele geometric thinking levels?
- (2) What are the main geometrical learning deficiencies of prospective primary teachers?

With this purpose, the van Hiele Geometric Thinking test was applied to 98 junior prospective primary teachers who were studying at the Department of Elementary Education in the Faculty of Education of a medium-sized state university. They were also asked to justify their answers.

In order to answer the first research question, quantitative analysis techniques were used, and the corresponding percentage and frequency values were calculated. In order to answer the second research question, the participants' explanations on their answers were examined. At this stage, the most frequent wrong answers were identified for each question. It has been attempted to determine the deficiencies of prospective teachers' geometrical learning by examining the most frequently selected wrong answers.

Results

The findings indicated that 10.2% of the prospective teachers were at the Level 0-Prerecognition; 24.5% of them are at the Level 1-Visual level; 12.3% at the Level 2-Descriptive level; 44.9% of them were at the level 3-Informal Deduction level; 6.1% were at Level 4-Formal Logic; and 2% of them were at Level 5-Nature of Logical Laws. In sum, it can be said that the prospective teachers were predominantly at the Level 3-Informal Deduction level.

The findings also revealed that prospective primary teachers' learning deficiencies were mainly having incomplete knowledge of features of geometrical shapes, building incorrect associations among the shapes, being unable to make generalizations, inability to reason about proofs, and inability to make deductions.

More specifically, according to the analysis of the results, it was seen that in the first 5 questions corresponding to Level 1, participants who answered the first question incorrectly thought that the rectangle was also a square. In the third question, it was understood that the participants accepted the trapezoids as rectangles. In the 4th question, it was seen that some of the participants thought that a rhombus was also a square. In the 5th question, it was seen that they thought that a rhombus was not a parallelogram.

Corresponding to Level 2, in 6-10th questions, most of the participants who responded to question 6 incorrectly thought that the two sides parallel to each other were perpendicular to each other. In

question 7, it was seen that the participants had lack of information about the diagonal and mutual edge lengths of the rectangle. The most frequently wrong answer to the 8th question showed that the participants thought that diagonal lengths should have been equal in rhombus. In Question 9, it was understood that the participants did not know that it was sufficient to have at least two equal angles in isosceles triangles. In question 10, the participants thought that the measures of the central angles must have been always equal.

Corresponding to Level 3, in the 11-15th questions, most of the participants who gave a wrong answer to the 11th question could not establish a relationship between the edge lengths and the angle measures of a special triangle. In the 12th question, it was seen that there were participants who thought that a rectangle was also a triangle. In the 14th question, there were participants who did not even know the basic features of parallelograms. In the 15th question, it was seen that there were participants who did not know that the rectangles covered all the features of the squares.

In the 16-20th questions, corresponding to Level 4, it was seen that in the 16th question, the participants were limited to the example of the right triangle given in the question, and could not reach a generalization. In the 17th question, the participants could not order simple propositions. In the 18th question, it was seen that the participants could not reason about given propositions. It was understood that in the 19th question, the participants had difficulty in making inferences. When it comes to question 20, it was seen that most of the participants thought that every term of geometry should have been defined and that every correct proposition should have been proven.

In the last 5 questions corresponding to Level 5, it was seen that in the 21st question, the participants could not grasp the meaning of a mathematical impossibility. In the 22nd question, some of the participants rejected the existence of different assumptions in geometry. In question 23, they had difficulty recognizing the meaning of a discovery in a mathematical system. In the 24th question, the participants defended the notion of single definitions and common features, and finally, in the 25th question, it was seen that almost all of the participants could not have a deduction from the two propositions.

Discussion

In this study aiming to determine the geometrical thinking levels of the prospective primary teachers and the deficiencies of their geometrical learning, it was seen that the prospective teachers were mainly in the Informal Deduction level being the 3rd level. In this sense, the findings of the study are similar to those in the literature. The findings also revealed that 47% of the participants performed below Level 3, only slightly more than half of them performed Level 3 and above (53%), and only 8.1% had higher geometric skills. From here, it can be said that they satisfied the minimum criterion for carrying out an effective geometry instruction. On the other hand, it was seen that 10.2% of the prospective teachers were in Level 0, and the percentage of the prospective teachers in Level 1 was 24.5%. It was worrisome that there were prospective

primary teachers in Level 1, which is expected to correspond to the preschool and to the first years of primary education, and especially in Level 0 being the lowest level.

The findings also revealed that prospective teachers' geometrical learning deficiencies were mainly related to the incomplete knowledge about the features of shapes, erroneous associations between shapes, not reaching generalizations, not being able to reason about proofs, and not being able to making inferences. In this sense, it can be said that the findings of the study were similar to those in the literature.

Conclusion

The key to success in geometry is the quality of instruction as well as its appropriateness to the level of the students. At this point, when the prospective teachers' geometric thinking levels and their learning deficiencies are considered, it can be said that more powerful methods are needed in teacher education. The literature suggests that through activity-based geometry instruction, using materials, and using technology in teaching geometry, knowledge development can be achieved.

It should be noted that prior to instruction, it is important to determine the geometrical thinking levels of the students (including prospective teachers), and then planning the instruction accordingly. It is important that the level of instruction is appropriate to the level of the students, that is, the terminology and the selected examples and activities should be suitable for their levels. By memorizing the concepts without conceptual understanding, the students might show the characteristics of a level that they do not actually possess, which can be misleading in terms of learning quality. It is therefore important that, besides determining the levels of the students, it is necessary to understand whether they really possess the characteristics of that level, to identify their deficiencies, and then to provide instruction in accordance with their levels in order to eliminate the learning deficiencies.

As a limitation of the study, interviews have not been conducted with the prospective teachers. It is believed that interviewing the participants and giving them an opportunity to justify their answers more clearly might provide a deeper understanding of the underlying causes behind their answers to the test questions and thus might strengthen the findings. It may be recommended to pay attention to this point in future studies.