

Analitik Geometri Öğretiminde GeoGebra Yazılımının Potansiyeli: Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Serdal Baltacı¹, Avni Yıldız² ve Temel Kösa³

Öz: Bu çalışmada, analitik geometri kavramlarının öğretiminde GeoGebra'nın potansiyeli incelenmiştir. Özel durum çalışması yöntemiyle yürütülen bu araştırmanın katılımcılarını, ilköğretim matematik öğretmenliği 3. sınıfa devam eden 6 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcılar kendini ifade etme becerisi yüksek, mülakata gönüllü ve farklı başarı düzeyinde (yüksek, orta, düşük) olan ikişer öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışmada analitik geometri dersleri, araştırmacılar tarafından geliştirilen çalışma yapıları kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmanın verileri derslerin sonunda yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlarla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler, içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının analitik geometri kavramlarını öğrenmede yazılımı kullanmalarının onlara kolaylık sağladığını, yazılımı kullandıkları öğrenme ortamında kendilerini daha aktif hissettiklerini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Analitik geometri, dinamik matematik yazılımı, GeoGebra, ilköğretim matematik öğretmen adayları

DOI: 10.16949/turcomat.32803

Abstract: The potential of GeoGebra in teaching analytic geometry concepts was investigated in this paper. The study carried out with case study methodology and the participants were 6 pre-service mathematics teachers at 3rd grade of elementary mathematics education. All of the participants had the skill of well self-expression and they were volunteers for interview. Two participants were at high achievement levels, two participants were at medium achievement levels and two participants were low achievement levels. While carrying out each lesson, participants used worksheets which were prepared by the researchers. The data were obtained by semi-structured interviews which were carried out at the end of the courses and the data were analyzed with content analysis method. Research results showed that using dynamic mathematics software while studying on analytic geometry provides convenience for the participants and they felt more active while they were using software in the learning environment.

Keywords: Analytic geometry, dynamic mathematics software, GeoGebra, pre-service elementary mathematics teachers

[See Extended Abstract](#)

1. Giriş

Teknolojinin eğitim hayatına girmesiyle birlikte öğretim yaklaşımlarında da farklılıklar yaşanmıştır. İlk başlarda bir sunum aracı olarak düşünülen bilgisayarlar, daha sonraları öğretimi şekillendiren temel eleman olarak eğitim dünyasında yerini almaya başlamıştır. Bilgisayarların eğitim-öğretim faaliyetlerinde kullanılmasıyla birlikte bilgisayar destekli eğitim, bilgisayar destekli öğretim gibi yeni kavram ve terimler de eğitim literatürüne girmiştir. Bilgisayar destekli eğitim, öğretim sürecinde öğrencilerin

¹Yrd. Doç. Dr., Ahi Evran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü, serdalbaltaci@gmail.com

²Yrd. Doç. Dr., Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü, yildiz.avni@gmail.com

³Yrd. Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi OFMAE Matematik Eğitimi, temelkosa@ktu.edu.tr

bilgisayarda programlanan dersler ile etkileşimde bulunduğu, öğretmenin rehber, bilgisayarın ise ortam rolünü üstlendiği etkinlikler olarak tanımlanabilir (Şahin ve Yıldırım, 1999). Baki (2002) bilgisayar destekli eğitimi, öğrencinin karşılıklı etkileşim yoluyla eksikliklerini ve performansını tanımasını, dönütler alarak kendi öğrenmesini kontrol altına almasını, grafik, ses ve animasyon ve şekiller yardımıyla derse karşı daha ilgili olmasını sağlamak amacıyla eğitim-öğretim sürecinde bilgisayardan yararlanma yöntemi olarak tanımlamıştır. Bu tanımlardan bilgisayar destekli öğretimin, öğrencinin bilgisayar ile etkileşim içinde olduğu, öğrencinin öğrenme faaliyetlerinin merkezinde yer alarak kendi hızına göre öğrenmelerini kontrol ettiği, öğretmenin rehber, bilgisayarın ortam rolünü üstlendiği öğretim şekli olduğu söylenebilir. Tubin, Miodiser, Nachwias ve Baruch (2003) bilgisayar destekli eğitimin, öğretim sürecinde kullanılması ile öğrencilerin öğrenme sürecine daha aktif bir şekilde katılabileceklerini ifade ederek bilgisayar destekli eğitimin öğrenmedeki avantajına vurgu yapmıştır.

Eğitimde, bilgisayarlardan farklı yararlanma şekilleri bulunmaktadır. Bilgisayarlar, eğitim-öğretim faaliyetlerinin yürütülmesindeki idari işlerden, derslerde öğretmen ve öğrencilerin öğrenme ve öğretme amaçlı kullanımına kadar eğitim dünyasının her kademesinde sıklıkla kullanılırlar. Ülkemizde eğitim ve öğretim amaçlı bilgisayarların çok fazla kullanılmadığı yapılan bazı araştırmalarda ortaya konmuştur (Güzel, Karataş ve Çetinkaya, 2010; Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut, 2010). Bununla birlikte derslerde bilgisayarı bir öğretim aracı olarak kullanan öğretmenlerin çoğunun, bu süreçte bilgisayarları daha çok slayt gösterisi şeklinde gösteri aracı olarak kullanmaya çalıştığı ifade edilmektedir (Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut, 2010). Bilgisayarların bu şekildeki kullanımı, eğitim ortamlarını zenginleştirmede onların var olan potansiyellerinden çok sınırlı yararlandığımızı göstermektedir. Hâlbuki bilgisayarların, öğrencinin kendi bilgisini inşa etmesi için yardımcı olması gerekmektedir (Jonassen, 1996). Van Voorst (1999) öğrencilerin, bilgisayarlarla öğrenme sürecine daha aktif katılabileceklerini ve bu teknolojiyi keşfetme aracı olarak kullanabileceklerini ifade etmiştir. Bilgisayarların bu şekilde kullanımıyla zayıf olan öğrenciler bile özel aktivitelerle bireysel zorlukların üstesinden gelebilirler. Bunun için öğrenme sürecinde, bilgisayarlardan yararlanarak bireylerin grupla öğrenmeleri sağlanmalı ve sosyal etkileşimli bir ortam oluşturulmalıdır (Gros, 2001; Clement & McMillen, 1996). Çünkü bilgisayarların grup çalışmasında kullanılması, öğrencilerin daha anlamlı öğrenmeler oluşturmasını destekleyecektir (Kanselaar, Erkens, Jaspers & Schijf, 1999; Baki, 2002; Baki, 2008).

Matematiğin bir dalı olan geometri; düzlemsel ve uzaysal şekilleri, onların özelliklerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini inceler. Güven (2006) geometrinin, yaşadığımız çevreyi açıklamada etkin bir araç olduğunu ve matematiğin genel amaçlarına ulaşmada önemli roller üstlendiğini ifade etmiştir. Sowell (1989) geometri derslerinde öğrencilerin materyal kullanabileceklerini, bu şekilde istenilen amaçlara ulaşabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Campoy (1992), gelişen teknolojinin geometri öğretiminde kullanılabileceğini ve bu teknolojinin her öğrenciye hitap edebileceğini belirtmektedir. Geometrinin bir dalı olan analitik geometri ise öğrencilere, görüş kazandırabilmede,

düşünmelerini kolaylaştırmada ve çözüme ulaşmalarında önemli katkılarda bulunur. Geometri ve cebirin birlikte uygulanması olarak ifade edilen analitik geometri, geometri problemlerini cebirsel bir açıklama getirmek suretiyle çözmeyi hedefler (Altun, 2004). Fakat öğrenciler, analitik geometri konularını öğrenmede çeşitli sıkıntılarla karşılaşmaktadır (Gözen, 2001). Gözen (2001) bunun sebebini, analitik geometri derslerinin daha soyut olması olarak ifade etmiştir.

Analitik geometri doğrular, vektörler ve düzlemi, çember, elips, hiperbol ve parabol gibi konikleri de inceleyen geometrinin bir alt dalıdır. Aynı ortak özelliğe sahip noktaların kümesi olarak da adlandırılan geometrik yer de analitik geometrinin incelediği konulardan biridir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde ise öğrencilerin analitik geometri kavramlarını öğrenmede bir takım güçlükler yaşadıklarını ortaya çıkmaktadır (Gülkılık, 2008; Gorghiu, Puana ve Gorghiu, 2009; Güven ve Karataş, 2009; Baltacı, 2014; Baltacı ve Yıldız, 2014; Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya, 2014). Geometrik yer kavramı ile ilgili olarak öğrencilerin sorulan geometrik yerleri kafalarında canlandıramadıkları, tahmin edemedikleri ve bu tahminlerini açıklamada yetersiz kaldıkları tespit edilmiştir (Gülkılık, 2008; Güven ve Karataş, 2009; Baltacı, 2014). Ayrıca Baltacı ve Yıldız (2014) yapmış oldukları çalışmalarında, düzlem denklemlerini oluşturmaya çalışan öğretmen adaylarının, oluşturdukları vektörlerin karma çarpımlarının her seferinde sıfır olduğunu tam olarak algılayamadıklarını ifade etmişlerdir. Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya (2014) da çemberin analitik incelenmesinde öğretmen adaylarının, kuvvet noktasını anlamakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Genelde matematik, özelden ise analitik geometrinin öğretiminde yaşanan bu tür güçlükleri aşmak için zengin öğrenme ortamları oluşturulmalıdır. Bu ortamların oluşturulmasında birer araç olarak dinamik matematik yazılımları önemli bir potansiyele sahiptir. Dinamik matematik yazılımları derslerde kullanılabilir diğer araç-gereçlere göre öğrenme ortamlarında öğrenci etkileşimini daha yüksek düzeye çıkarabilmektedir (Baltacı, 2014). Bu tür yazılımlar ile öğrenciler, matematiği hesaplama ve sembolik ifadelerle soyut olarak algılamak yerine, bir bilim adamı gibi kendisi araştıran, matematiği bir oyun gibi görerek yaptıklarından zevk duyan ve öğrenme rolünün büyük bir kısmının kendinde olduğunun farkında olan bir öğrenme gerçekleştirir (Olive, 2002). Yapılan çalışmalar dinamik matematik yazılımların, analitik geometri kavramlarının öğretiminde daha kalıcı öğrenmeler sağladığı sonucunu göstermektedir (Yemen, 2009; Kösa & Karakuş, 2010; Açıkgül, 2012; Baltacı, 2014; Baltacı ve Yıldız, 2014; Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya, 2014). Günümüzde yaygın olarak kullanılan dinamik matematik yazılımlarından biri de GeoGebra'dır. GeoGebra, hem bilgisayar cebir sistemlerinin (BCS) özelliklerini, hem de dinamik geometri yazılımının (DGY) özelliklerini bir arada barındırması (Hohenwarter & Jones, 2007), kullanım kolaylığı ve çeşitli dillere çevrilmesi yönleriyle matematik öğretiminde önemli bir yer teşkil etmektedir (Kutluca ve Zengin, 2011). GeoGebra; cebir, çizim tahtası, hesap çizelgesi, istatistiksel hesaplamalar penceresi ve iki boyutlu penceresi ile matematiksel semboller, grafik ve bu değerlerin tabloya aktarımını dinamik bir süreçte gerçekleştirerek temsiller arasında hızlı geçişler sağlamaktadır (Hohenwarter & Jones, 2007; Dikovitch, 2009). Diğer taraftan bu yazılım sayesinde noktalar, doğrular, çemberler, konik kesitleri, düzlemdeki vektörler gibi analitik

geometri kavramlarının birçoğu görselleştirilebilmektedir (Dikovich, 2009). Yazılımın son sürümündeki 3D görünüm penceresi ile bilgisayar ekranında üç boyutlu cisimler oluşturulabilmekte, bu cisimler farklı açılardan incelenebilmekte ve cisimler ile ilgili hesaplamalar yapılabilmektedir.

Bir dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra'nın yukarıdaki özellikleri göz önüne alındığında, yazılımın analitik geometri konularının öğretimindeki potansiyelinin, öğretmen adaylarının görüşleri çerçevesinde daha detaylı incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Literatür incelendiğinde analitik geometri ile ilgili çalışmaların daha çok başarıya (Erüs, 2007; Özerdem, 2007; Yemen, 2009) ve analitik geometri kavramlarının öğretiminde bilgisayar destekli yazılımların kullanılmasının diğer yöntemlerle karşılaştırılması (Gallou-Durniel, 1989; Hoyles & Healy, 1997; Işıksal & Aşkar, 2005; Kösa & Karakuş, 2010) boyutlarına odaklandığı göze çarpmaktadır. Buradan hareketle, analitik geometri kavramlarının öğretiminde GeoGebra yazılımının potansiyelinin incelenmesinin öğretmen adaylarının ilerleyen yıllardaki eğitimlerini şekillendirmek açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda araştırmanın problemi, "*GeoGebra dinamik matematik yazılımının, analitik geometri kavramlarının öğretimindeki potansiyelinin öğretmen adayları tarafından değerlendirilmesi nasıldır?*" biçiminde belirlenmiştir.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada, özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde ortam, birey veya süreçler değerlendirilmekte ve ilişkiler araştırılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Çepni (2007) özel durum çalışmalarını ağırlıklı olarak nitel araştırma yaklaşımlarının sahip olduğu özellikleri taşıyan bir araştırma yöntemi olarak ele almıştır. Özel durum çalışmalarında araştırılan olgu kendi gerçek yaşamı çerçevesinde ele alınır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Özel durum çalışması yöntemiyle yürütülen araştırmalarda, belli bir grubun derinlemesine incelenmesi ve irdelenmesi esas olduğundan bu araştırmada da takip edilecek yöntemin özel durum çalışması yöntemi olduğuna karar verilmiştir.

2.2. Katılımcılar

Araştırmada, katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örneklem yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılmıştır. Maksimum çeşitlilik örnekleme amaç, görece olarak küçük bir örneklem oluşturmak ve bu örnekleme çalışılan probleme taraf olabilecek bireylerin çeşitliliğini maksimum derecede yansıtmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu bağlamda araştırmanın katılımcılarını, bir devlet üniversitesine kayıtlı ilköğretim matematik öğretmenliği üçüncü sınıfa devam eden altı öğretmen adayını oluşturmaktadır. Katılımcılardan üçü bayan, üçü erkektir. Araştırmaya katılan öğretmen adayları seçilirken, araştırmacılarından birinin öğretmeni olduğu sınıfta, kendini ifade etme becerisi yüksek, mülakata gönüllü ve farklı başarı düzeyine (yüksek, orta, düşük) sahip ikişer öğretmen adayını almaya dikkat edilmiştir.

2.3. Verilerin Toplanması

Araştırma kapsamında ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programındaki analitik geometri dersi, araştırmacılarından biri tarafından GeoGebra yazılımı kullanılarak yürütülmüştür. Bu derslerde; düzlemde-uzayda koordinat sistemleri, düzlemde-uzayda vektörler, düzlemde-uzayda doğrular, düzlem denklemleri, geometrik yer ve koordinat dönüşümleri konularına yer verilmiştir. Her bir dersin yürütülmesi sırasında ise öğretmen adayları, araştırmacılar tarafından geliştirilen çalışma yapraklarını kullanmışlardır. Çalışma yaprakları hazırlanırken yönergeler ile akıcılığın sağlanmasına, ifadelerin açık ve net olmasına, gerekli durumlarda tabloların bulunmasına, yönergeler arasında öğretmen adaylarının düşüncelerini yorumlarını yazabileceği yeterli miktarda boşluğun bırakılmasına önem verilmiştir (Baki, 2008; Çatlıoğlu, 2010). Bu esnada öğretmen adaylarının, grup çalışması şeklinde çalışma yapraklarını tamamlamaları sağlanmıştır. Baki (2002) çalışma yapraklarının grup çalışması şeklinde tamamlanmasını önemle vurgulamıştır. Çalışma yapraklarında, ilgili konulara yönelik kavramların keşfedilmesi sürecinde, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının GeoGebra yazılımını kullanmalarını gerektiren yönergeler bulunmaktadır. Derslerin sonunda ilköğretim matematik öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Mülakat, insanların bir konu hakkında neyi ve neden düşündüklerini, duygu, tutum ve hislerinin neler olduğunu anlamak için onlarla sözlü iletişime giren veri toplama aracı olarak tanımlanmaktadır (Ekiz, 2003; Çepni, 2007). Çepni (2007) bu tür mülakatların özel bir konuda derinlemesine soru sorma, cevap eksik veya açık değil ise tekrar soru sorarak durumu daha açıklayıcı hale getirip cevapları tamamlama fırsatı sunduğunu belirtmiştir. Mülakatlar geliştirilirken sorulacak soruların açık olmasına ve öğretmen adaylarının yanlış anlamalarına imkân vermeyecek şekilde olmasına dikkat edilmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Mülakatlara başlamadan önce öğretmen adaylarına, araştırmanın amacı hakkında yüzeysel bilgiler verilmiştir. Elde edilen araştırmanın verileri, nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analizi ile çözümlenmiştir. Bu nedenle öğretmen adaylarının sorulan sorulara verdikleri cevaplar mülakat boyunca kaydedilmiştir. Verilerden yapılan çıkarımlar, katılımcılara sunularak yanlış/eksik anlaşımaların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Araştırmada toplanan veriler, analiz edilmeden önce mülakattan elde edilen verilerin dökümü ve kontrolü yapılmıştır. Görüşmelerin dökümü yapılırken her görüşmenin duyulduğu şekliyle, hiçbir düzeltme yapılmadan ve görüşmeci-görüşülen sırasına dikkat edilerek yazılmasına önem gösterilmiştir. Ardından araştırmacıların birbirinden bağımsız olarak oluşturdukları temalar bir araya getirilerek tartışılmış, tutarlılık kontrol edilmiş ve bu kontrol sonucu temalara son şekli verilmiştir. Bu bağlamda, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının analitik geometri kavramlarını öğrenme süreçlerinde, GeoGebra yazılımının potansiyeline yönelik görüşleri; anlamayı ve matematiksel düşünmeyi kolaylaştırma, kullanılabilirlik ve aktif öğrenme ortamı sağlama temalarında incelenmiştir. Ardından her bir temada, ortaya çıkan anahtar kelimelerin frekans analizi yapılarak bulguların özeti yapılmıştır. Veriler sunulurken ise öğretmen adaylarına kodlar verilmiştir. Örneğin; Ö1, öğretmen adayı 1'i ifade etmektedir.

3. Bulgular

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen veriler; yazılımın anlamayı ve matematiksel düşünmeyi kolaylaştırması, kullanılabilirlik ve yazılımın aktif öğrenme ortamı sağlaması temaları altında sunulmuştur.

3.1. Yazılımın Anlamayı ve Matematiksel Düşünmeyi Kolaylaştırması

Öğretmen adaylarının çoğu, analitik geometri kavramlarını öğrenirken, yazılımın hem iki boyutta hem de üç boyutta görsellik sağladığını ve bu sayede algılamalarının kolaylaştığını ifade etmişlerdir. Örneğin Ö2, Ö3, Ö4 ve Ö6 öğretmen adaylarının ifadeleri şu şekildedir:

Ö2: Düzlemlerle, konilerin arakesitlerinden hangi koniklerin oluştuğunu üç boyutlu pencerede incelemek daha güzel oldu. Çünkü daha önceleri sadece hayal etmek zorunda kalıyorduk ya da öyle olduğunu kabulleniyorduk.

Ö3:Yazılımın özellikle üç boyutlu penceresi, düşündüklerimizi ekrana aktarabilmeyi sağladı. Örneğin düzlem denklemlerini giriş ekranına yazdığım da üç boyut ekranında, düzlemin şeklini gördüm. Bu şekilde bu derste, üç noktadan geçen düzlem denklemi, bir noktadan geçen ve bir doğruya paralel olan düzlem denklemi gibi ifadeleri daha iyi gözlemledim.

Ö4: Bu derste yaptığımız hem iki boyutta hem de üç boyutta köşe koordinatları verilen bir üçgeni zihnimizde canlandırmamız zor olurdu. Bu gibi durumlarda yazılım, görsel olarak görmemizi sağlayarak daha iyi algılamama neden oldu.

Ö6: Düzlem denklemlerini oluştururken birbirine dik olan vektörleri kafamda canlandıramıyordum fakat yazılımın üç boyut ekranında bu vektörleri daha güzel gözlemledim. Bu durumda daha iyi anladım.

Öğretmen adaylarının yukarıdaki ifadeleri incelendiğinde Ö2, yazılımın üç boyutlu penceresi ile koniklerin arakesitlerini algılamının kolaylaştığını, Ö3 de üç boyutlu pencerenin sunduğu görsellik ile düşündüklerini ekrana yansıtıldığını belirtmiştir. Benzer şekilde Ö4 ve Ö6 ise yazılımın, analitik geometri kavramlarını görselleştirmesi sayesinde daha iyi anladıklarını belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının çoğu, yazılımın dinamik olması sayesinde değişen özelliklere paralel olarak nelerin sabit kaldığını anladıklarını belirttikleri görülmüştür. Bu bulguya yönelik Ö1, Ö3, Ö5 ve Ö6'nın ifadeleri aşağıdaki gibidir.

Ö1: Elipste, iki noktaya uzaklıklar toplamının her seferinde sabit olmasını tam olarak algılayamamıştım. Fakat ekranda, elips üzerindeki noktayı değiştirdiğimizde bu uzaklıklar toplamının her seferinde sabit olduğunu hem cebir ekranından hem de grafik ekranından gözlemleyerek daha güzel anladım. Bunu da bize yazılımın bir arada sunduğu ekranlar sağladı.

Ö3: *Elipste toplam, hiperbolde fark ve paraboldeki bir noktaya ve bir doğruya olan uzaklıkların eşitlikleri gibi ifadeler kafamı karıştırıyordu ve tam olarak canlandıramıyordum. Fakat bu konikler üzerinde değişen noktalara karşılık, durumu gözlemleyerek bu ifadeleri test ettim.*

Ö5: *Düzlem denklemlerini oluşturduktan sonra düzlem üzerinde almış olduğumuz noktayı değiştirdiğimizde cebir ekranında, vektörlerin karma çarpımının her seferinde sıfır olduğunu gördüm.*

Ö6: *Bu derste örneğin, düzlemde oluşturulan herhangi bir çember üzerinde alınan noktalardan x eksenine çizilen dikmelerin, x eksenini kestiği noktalar ile çember üzerindeki noktaları birleştiren doğru parçalarının orta noktalarının geometrik yerini bulmaya çalıştık. Bu durumları ben tahmin edemiyordum. Tahmin etsem bile kafamda canlandırmakta zorlanıyordum. Fakat ekranda bu yapıyı noktaları değiştirerek de oluşturduğumuzda, değiştirdiğimiz noktalara karşılık hangi şeklin çıkacağını gözlemledim.*

Yukarıdaki ifadelerde Ö1, elipsin geometrik yerini, noktaları değiştirerek cebir ve grafik pencerelerinde daha güzel anladığını, Ö3 de benzer şekilde koniklerin geometrik yerlerini, noktaları değiştirerek ortaya çıkan şeklin değişmemesi nedeniyle görebildiğini söylemiştir. Ö5 ise vektörlerin karma çarpımlarını, grafik ekranında noktaları değiştirdiğinde, cebir ekranında her seferinde çarpımların sıfır olduğunu görmesiyle inceleyebilmiştir. Ö6 da geometrik yeri ortaya çıkarırken, noktaları değiştirerek ortaya çıkan şeklin değişmemesi nedeniyle tespitlerinin kolaylaştığını belirtmiştir. Bu durum, yazılımın kullanıcı ara yüzünde bir arada sunduğu farklı pencereler ile mümkün olabilmektedir.

Diğer taraftan öğretmen adaylarının çoğu, GeoGebra yazılımı ile analitik geometri kavramlarını daha iyi öğrendiklerini vurgulamışlardır. Bu bulguya yönelik Ö1, Ö5 ve Ö6'nın ifadeleri aşağıdaki gibidir.

Ö1: *Aslında bu şekilde analitik geometri kavramlarını daha iyi anladığımı düşünüyorum. Örneğin bir önceki derste geometrik yer kavramlarından hareketle koniklerin tanımlarını daha iyi anladığımı söyleyebilirim. Bunu siz de gördünüz.*

Ö5: *Bu yazılım, R^3 'deki konuları anlamamıza çok yardımcı oldu. Örneğin R^3 'de vektörel çarpımı, karma çarpımı ve bu sayede oluşan paralel yüzü yazılım sayesinde gözlemleyerek daha iyi anladım.*

Ö6: *Düzlem denklemlerini oluştururken yazılımda, vektörel çarpım vektörünü ve birbirine dik olan vektörleri gördük. Bu da vektörler arasındaki karma çarpıma yani sonuca ulaşmamızı ve düzlem denklemlerinin matematiksel ifadelerini genelleştirmemizi sağladı.*

Öğretmen adaylarının yukarıdaki ifadelerinden de görüldüğü gibi yazılım sayesinde Ö1 konikleri, Ö5 vektörel çarpım, karma çarpım ve oluşan paralel yüzü, Ö6 ise vektörel çarpım, karma çarpım ve düzlem denklemlerini ortaya çıkarabilmeyi daha iyi öğrenebildiklerini söylemişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarından bazıları, ekranda

oluşturmuş oldukları cisimleri döndürerek farklı açılardan inceleyebildiklerini, bunun da konuyu anlamalarında kolaylık sağladığını belirtmişlerdir. Ö1, Ö4 ve Ö5 öğretmen adaylarının ifadeleri bu bulguyu aşağıdaki gibi desteklemektedir.

Ö1: Uzayda verilen doğru denklemlerini oluştururken bazı vektörleri tam olarak göremiyordum. Fakat ekranı döndürerek farklı açılardan bu vektörlere bakabildim. Bu şekilde doğrunun vektörel denkleminde, oluşturduğumuz vektörlerin nasıl olduğunu ve bu vektörler arasındaki ilişkileri daha iyi anladım.

Ö4: Silindirik ve küresel koordinatlarda verilen cisimleri döndürerek farklı açılardan bu cisimler üzerindeki noktaları daha iyi gözlemleyebildik. Bu şekilde anlamamız daha da kolaylaştı.

Ö5: Düzlem ile tepe noktaları çakışık olan konilerin arakesitlerini incelerken, cisimleri döndürmemiz farklı açılardan bakmamıza sebep oldu. Bu şekilde kesişme durumlarını daha iyi anlamlandırdık.

Yukarıdaki ifadelerden, yazılımın dinamik oluşu nedeniyle ekranda oluşan cisimleri döndürerek Ö1, vektörel denklemlerin gözlenebilmesiyle vektörler arasındaki ilişkileri anladığını ve Ö4, silindirik ve küresel koordinatlar üzerindeki noktaları daha iyi görebildiğini belirtmiştir. Ö5 ise yazılımın benzer özelliği nedeniyle düzlem ile tepe noktaları çakışık olan koniklerin arakesitlerini farklı açılardan görerek daha iyi anladığını söylemiştir.

Diğer taraftan öğretmen adaylarının çoğu, GeoGebra yazılımının düşünme süreçlerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Nitekim aşağıdaki ifadelerden, yazılımın aslında öğretmen adaylarına matematiksel düşünmenin adımlarında yardımcı olduğu söylenebilir. Örneğin öğretmen adaylarından Ö3 ve Ö6, hem grup arkadaşlarıyla hem de bilgisayar ile daha iyi bir iletişim kurduklarını, bu şekilde de istenilenleri işbirliği içerisinde rahatlıkla oluşturabildiklerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir.

Ö3: Bence arkadaşlarımızla iletişimimiz daha iyi oldu bu şekilde. Çünkü istenileni oluşturamadığımda yazılımın geri dönütleri sayesinde rahatlıkla grup arkadaşım ile iletişim kurabiliyordum. Örneğin, çemberin genel formülünü giriş ekranına girerken hata yaptım. GeoGebra yazılımı bize, geçersiz girdi geri dönütü verdi ve grup arkadaşım ile iyi bir iletişim kurarak bu geri dönütü birlikte değerlendirdik ve sonuçta doğru yazdık.

Ö6: Örneğin ekranda elips ile verilen doğru denklemlerini incelerken, yazılımın geri dönütleri sayesinde grup arkadaşım ile iletişime geçerek istenilenleri işbirliği ile yapabiliyorduk. Bu şekilde de daha farklı oluyordu ders.

Yukarıda da görüldüğü gibi Ö3 ve Ö6, yazılımdan aldıkları dönütler ile grup arkadaşlarıyla iyi bir iletişim süreci geçirmelerinin ardından istenilenleri yaptıklarını ve bu durumun kendilerine düşünme süreçlerini kolaylaştırarak diğer derslerden farklı bir ortam sunduğunu ifade etmişlerdir.

Ö1 ve Ö4 ise geometrik yer tanımlarında ve problemlerinde, GeoGebra yazılımı sayesinde zamanla daha doğru tahminlerde bulduklarını aşağıdaki gibi belirtmişlerdir.

Ö1: Çember ile ilgili olan geometrik yer probleminde öncelikli olarak tahmin ettik. Tahminimizin doğruluğunu ise yazılım sayesinde kolayca test ettik. Bu şekilde, zaten ilerleyen sorularda da tahmin yapma isteğimiz arttı. Bu da düşünmemizi ve sonrasında düşüncelerimizi analiz ederek test etmemizi sağladı.

Ö4: Düzlemde bir noktaya ve bir doğruya eşit uzaklıkta olan noktaların geometrik yeri sorulduğunda ben hiperbol tahmininde bulunmuştum. Fakat ekrandaki gözlemlerimiz, parabol olunca tahminimde nasıl yanlışlık yaptığımı gördüm. Aslında bu görsellik, benim ilerleyen sorulardaki tahmin becerimi de artırdı. Bunu siz de gördünüz.

Yukarıdaki ifadelerde Ö1, geometrik yerlere yönelik kendilerine sorulan soruları tahmin ettiklerini ve tahminlerinin doğruluğunu yazılım sayesinde kolayca test ederek görebilme imkânına kavuştuklarını, bu durumun da zamanla kendisinin tahmin yapma isteğinin artmasına neden olduğunu belirtmiştir. Ö4 ise benzer şekilde ilk başlarda yazılım sayesinde yaptığı bazı uygulamaların ardından tahmin becerisinin arttığını dile getirmiştir.

Ayrıca öğretmen adaylarından çoğu, yaptıkları işlemleri ve buldukları sonuçları GeoGebra yazılımında hem analitik olarak hem de cebirsel olarak yorumlayabildikleri ve değerlendirmeye çalıştıklarını belirtmişlerdir. Örneğin, Ö5 ve Ö2 öğretmen adaylarının bu bulguya yönelik ifadeleri aşağıdaki gibidir.

Ö5: Bugünkü çalışma yaprağında, verilen hiperbolün genel denklemini matematiksel olarak genelleştirmeye çalışırken hem cebir ekranındaki denklemleri hem de grafik ekranındaki uzunluklar farkını ve bunlar arasında nasıl bir bağıntı olduğunu yorumlaya çalıştık. Aslında buralardan da zihnimizi çözüm için bayağı bir yorduk bu şekilde de çok fazla şeyler öğrendik bence.

Ö2: Düzlemde herhangi bir çember üzerinde alınan noktalardan x eksenine çizilen dikmelerin x eksenini kestiği noktalar ile çember üzerindeki noktaları birleştiren doğru parçalarının orta noktalarının geometrik yerini bulurken ilk başta çözüm için uygun olan stratejiyi tam olarak belirleyemedik. Fakat sonrasında yazılım ekranında doğru şekiller çizerek elips olduğunu görerek bu sonucu yorumladık ve grup arkadaşım ile birlikte daha önceki düşüncelerimizi değerlendirdik.

Yukarıdaki ifadelerden Ö2 ve Ö5'in GeoGebra yazılımının, hem analitik hem de cebirsel yorumlamayı sağlayarak akıl yürütme ve yorumlamaya fırsat sağladığını belirttikleri görülmüştür.

Öğretmen adaylarının yukarıdaki bütün ifadeleri özetlendiğinde; öğretmen adaylarının çoğunun, yazılımın analitik geometri kavramlarını anlamayı kolaylaştırdığını, bunu da yazılımın görsellik sağlama ve dinamik oluşu sayesinde gerçekleştirdiğine vurgu yaptıkları görülmüştür. Yine öğretmen adaylarından bazılarının, ekranda oluşturmuş oldukları cisimleri döndürerek farklı açılardan inceleyebildiklerini, bunun da konuyu anlamalarında kolaylık sağladığını belirtmişlerdir. Diğer taraftan öğretmen adaylarının

çoğu, yazılımın matematiksel düşünmeyi kolaylaştırdığını ifade etmişlerdir. Bu ifadelerin çoğu da öğretmen adaylarının yaptıkları işlemleri ve buldukları sonuçları GeoGebra yazılımında hem analitik olarak hem de cebirsel olarak yorumlayabilmeleri ve değerlendirmelerine yöneliktir. Matematiksel düşünmeyi kolaylaştırmaya yönelik öğretmen adaylarının bazıları ise hem yazılımla hem grup arkadaşıyla iyi bir iletişim süreci geçirmeleri sayesinde istenilenleri yaptıklarını ve geometrik yer tanımlarında ve problemlerinde ise GeoGebra yazılımı sayesinde zamanla daha doğru tahminlerde bulduklarını belirtmişlerdir.

3.2. Kullanılabilirlik

Öğretmen adaylarının ifadeleri incelendiğinde çoğu, GeoGebra yazılımının hem iki boyutlu penceresinin hem de üç boyutlu penceresinin kullanışlı olduğunu söylemiştir. Örneğin Ö1, Ö2 ve Ö3 düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir.

Ö1: Yazılımın iki boyutlu penceresinin olduğu gibi üç boyutlu penceresi de çok kullanışlı.

Ö2: Yazılım dilinin Türkçe olması, hem üç hem de iki boyutlu pencereleri kullanmamızı zorlaştırmadı. Özellikle araç çubukları, kullanım kolaylığı bakımından işimizi kolaylaştırdı.

Ö3: Örneğin bir düzlem ile bir koninin arakesitlerinden konikleri bulurken kesişme ikonları çok kullanışlı. Çünkü iki nesneye dokunarak kesişimlerini rahatlıkla belirleyebildik.

Yukarıda yer alan ifadeler incelendiğinde Ö1, genel olarak GeoGebra yazılımının iki boyutlu ve üç boyutlu penceresinin kullanışlı olduğunu, benzer şekilde Ö2 de yazılımın dilinin Türkçe olması nedeniyle her iki penceredeki araç çubuklarının kullanışlı olduğunu belirtmiştir. Ö3 ise kullanışlılığa, iki nesnenin kesişimlerini gösteren araç çubuğu ile örnek vermiştir.

Ö3, giriş ekranında, gerekli olan girdileri yazarken bazı yanlışlıklar yaptığını bunun için de bazı komutların yazılıma eklenebileceğini belirtmiştir. Bu bulguya ait Ö3'ün ifadesi aşağıdaki gibidir.

Ö3: Ben özellikle vektörel çarpım vektörünü oluştururken zorlandım. Çünkü çalışma yaprağında komutları, giriş ekranına girerken grup arkadaşımın bazı yanlışlıklar yaptık. Her seferinde geri dönütler sayesinde düzeltmeye çalıştık. Onun için yazılım, vektörel çarpım vektörünü direk verse daha güzel olur bence.

Yukarıdaki ifadelerde Ö3, vektörel çarpımı veren araç çubuğunun yazılımda doğrudan yer almaması nedeniyle zorlandığını, bu nedenle bu araç çubuğunun yazılıma eklenmesi gerektiğini söylemiştir. Diğer taraftan Ö4, yazılımı tam anlamıyla kullanabilmek için yazılım içerisindeki bütün araçların öğrenilmesi gerektiğini fakat bunun da zaman alacağını aşağıdaki gibi vurgulamıştır.

Ö4: Yazılım içerisinde birçok araç var ve bu araçların çoğunun ne işe yaradığını bilmiyorum. Bu araçlar ise hemen öğrenilmiyor. Biraz zaman ve emek gerektirebilir.

Bu ifadelerle Ö4 ise yazılımı etkin bir şekilde kullanabilmek için yazılımda yer alan araç çubuklarının öğrenilmesinin zaman gerektirdiğini belirtmiştir.

Öğretmen adaylarından ikisinin ise yazılımda bazı komutların yabancı olmasının kendilerini etkilediklerini ifade ettikleri görülmüştür. Ö4 ve Ö5'in bu bulguya yönelik düşünceleri aşağıdaki gibidir.

Ö4: Yazılımda giriş ekranına yazılan bazı karakterleri ilk defa duydum. Örneğin kök yazılırken sqrt ve mutlak değer abs gibi. Bu tür ifadeler daha güzel belirtilebilirdi.

Ö5: Matematikteki bazı sembollerin yerini farklı sembollerin alması ve giriş ekranına yazılan bazı komutların yabancı karakterler içermesi bazen sıkıntılar yaşattı. Çember denklemlerini yazarken köklü ifadeleri yazmakta sıkıntı çektik. Aslında daha önceden de karşımıza çıkmıştı.

Yukarıda yer alan ifadelerde ise Ö4 ve Ö5'in, giriş ekranına köklü ve mutlak değerli bir veri girerken bazı karakterlerin yazılıma özgü olması nedeniyle şikâyet ettiği tespit edilmiştir.

Bu başlık altındaki tüm ifadeler özetlendiğinde, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, yazılımın araç çubuklarının ve pencerelerinin kolay kullanılabilirliğine yönelik ifadelerde bulunmuştur. Diğer taraftan öğretmen adaylarından birisi yazılıma komut eklenmesi gerektiğine, birisi de yazılımı etkin bir şekilde kullanabilmek için yazılımı öğrenmenin zaman alacağına yönelik ifadelerde bulunmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarından ikisinin, bazı karakterlerin yazılıma özgü olması nedeniyle zorlandıkları tespit edilmiştir.

3.3. Yazılımın Aktif Öğrenme Ortamı Sağlaması

Öğretmen adaylarından çoğu, GeoGebra yazılımının analitik geometri kavramlarını öğrenmek için zaman kazandırdığını vurgulamışlardır. Örneğin Ö3 ve Ö6 öğretmen adaylarının ifadeleri şu şekildedir:

Ö3: Hiperbolün tanımı ve özellikleri normal bir şekilde anlatulsa idi çok zaman harcardık. Fakat yazılımda, kendimizin oluşturması ve incelememiz bizlere zaman kazandırdı.

Ö6: Silindirik-küresel koordinatları, kâğıt ortamında çizse idik hem zor olacaktı hem de zamanımızı alacaktı. Oysa bu şekilde, bu tür koordinatları daha çabuk anladım.

Öğretmen adaylarının yukarıdaki ifadelerinden görüldüğü gibi hem Ö3 hem de Ö6 geleneksel yolla, GeoGebra dinamik matematik yazılımının kullanıldığı öğrenme

ortamlarını karşılaştırdığı ve yazılımın kullanıldığı ortamlarda öğrenmenin, zaman açısından avantajlı olduğunu belirttikleri görülmüştür.

Ayrıca öğretmen adayları, analitik geometri kavramlarının GeoGebra yazılımı ile işlenmesinden dolayı derse karşı ilgilerinin arttığını ve daha çok keyif aldıklarını belirtmişlerdir. Ö1, Ö4 ve Ö6'nın bu bulguya yönelik ifadeleri aşağıdaki gibidir.

Ö1: Çoğu soyut olan analitik geometri kavramlarının GeoGebra yazılımı ile somutlaştırılması ve bu şekilde ders işlenmesinden daha fazla keyif aldım.

Ö4: Daha önceleri vektörler, üç boyuttaki vektörler, bu vektörlerin iç çarpımı ve vektörel çarpımı gibi bağıntıları doğru olarak kabul ediyordum. Fakat bu bağıntıların gerçek sebeplerini ekrandan gözlemlemek derse karşı olan ilgimi artırdı ve ders daha keyifli hale geldi. Belki yazılım olmasa yine ders çok monoton geçecekti.

Ö6: Bence bu şekildeki öğrenmelerde, bizim gibi her öğrenci derse daha çok ilgili olacaktır. Sonuçta kendileri ekranda bir şeyler oluşturuyor ve bu oluşan ifadeleri yorumlayabiliyor. Dersler bu şekilde daha keyifli hale geldi bence.

Yukarıda yer alan ifadelerle Ö1, Ö4 ve Ö6, analitik geometri kavramlarının somutlaştırılmasına imkân sağlayan GeoGebra yazılımı ile derslerin daha keyifli hale geldiğini vurgulamışlardır. Diğer taraftan öğretmen adaylarından üçü, ders içerisinde sürekli aktif olduklarını ve bu nedenle sınıfta keşfetmenin ön plana çıktığını belirtmişlerdir. Ö2, Ö4 ve Ö5 öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıdaki gibi bu bulguyu desteklemektedir.

Ö2: Parabolün genel denklemini bulurken ekrandaki bir noktanın, bir doğruya ve bir noktaya olan uzaklıklarını gözledik. Bu şekilde de bu uzunlukların eşit olduğunu kısım kısım izledik. Bu durum da bizi parabolün genel denklemine ulaştırdı. Burada sanki parabolün genel denklemini ben keşfettim gibi hissettim. Bu süreçte de hep aktiflik.

Ö4: Çemberin genel denklemini belirlerken çemberleri grafik ekranı üzerinde gezdirdik. Bu şekilde cebir ekranında oluşan genel denklemleri gözlemleyerek genelleştirdik. Yine elipsin genel denklemini ifade ederken elips üzerinde alınan noktayı gezdirerek, bu noktanın odaklara olan uzaklıklarının hiçbir zaman değişmediğini keşfettik. Bu şekilde elipsin genel denklemini kendimiz bulduk. Aslında bu şekilde yazılımın işlevselliği sayesinde her zaman işin büyük bir kısmını zaten öğretmenimize ihtiyaç duymadan hallettik.

Ö5: Düzlemde iki vektörün oluşturmuş olduğu paralelkenarın alanını, grafik ekranından ve bu iki vektörün vektörel çarpımının boyunu, cebir ekranından gözlemledim. Bu şekilde vektörleri değiştirerek, alanın vektörel çarpımın boyuna eşit olduğunu keşfettim. Bu da beni, diğer derslere göre farklı bir deneyime yöneltti. Çünkü sadece öğretmen anlatmıyordu konuyu.

Yukarıdaki ifadelerde ise Ö2, Ö4 ve Ö5 GeoGebra yazılımı sayesinde aktif olduklarını, bu durumun kendilerini keşfetme sürecine yönelttiğini ve bundan da zevk aldıklarını söylemişlerdir. Diğer taraftan öğretmen adaylarının çoğu, çalışma yaprağında yer alan yönergeleri yapabilmek için yazılımı etkin bir şekilde kullanarak yazılımdan çok fazla destek aldıklarını, bu sayede de başarılı olduklarını dile getirmişlerdir. Ö1, Ö3 ve Ö6'nın bu duruma yönelik ifadeleri aşağıdaki gibidir.

Ö1: Çalışma yaprağını tamamlayabilmek için düzlem üzerindeki noktaları hareket ettirerek oluşturduğumuz vektörlerin karma çarpımlarını cebir ekranından gözlemleyebildik. Bu süreçte yazılımdan iyi bir şekilde yararlandık ve çok fazla destek aldık aslında. Ama bu da sonuca ulaşmamızı sağladı bence.

Ö3: Programı istenilen düzeyde kullanıyoruz çalışma yapraklarını bitirebilmek için. Programda bir şeyleri analiz ederek sonuca başarılı şekilde ulaşıyoruz. Örneğin hiperbol üzerindeki noktanın, odaklara olan uzaklıklar farkının değişmediğini gözlemleyerek hiperbolün genel denklemini ifade edebildik.

Ö6: Uzayda üç vektörün karma çarpımının paralel yüzünün hacmini verdiği çalışma yaprağını tamamlarken yazılımı etkili kullanarak yorumladık. Bu şekilde kâğıt kalem ortamındakine göre daha iyi belirleyebildik ve başarı yakaladık. Bunu da yazılım ile çok fazla uğraşmamıza bağlıyorum.

Ö1, Ö3 ve Ö6 öğretmen adaylarının yukarıdaki ifadeleri incelendiğinde aslında yazılımı etkili kullanmanın yazılımdan alınan desteği artırdığını, bunun da başarıyı getirdiğini söyledikleri görülmüştür. Yukarıdaki bütün ifadeler özetlendiğinde öğretmen adaylarının birçoğunun yazılımın, analitik geometri kavramlarını öğrenmek için zaman kazandırdığını, derse karşı ilgiyi artırdığını ve sağladığı destek ile yönergeleri tamamlamada başarılı olduklarını belirttikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarından üçü ise yazılımın kendilerini aktif hale getirerek keşfetme ortamı sağladığını, bu durumda da başarılı olduklarını söylemişlerdir. Aslında öğretmen adaylarının bu başlık altındaki bütün ifadeleri geleneksel yolla, GeoGebra dinamik matematik yazılımının kullanıldığı öğrenme ortamlarını karşılaştırma ve dinamik yazılımın kullanıldığı öğrenme ortamlarının avantajları üzerine olmuştur.

Yukarıda da görüldüğü gibi GeoGebra dinamik matematik yazılımının, analitik geometri kavramlarının öğretilmesinde birçok potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Bu durum Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Öğretmen adaylarının görüşlerine ait frekans tabloları

	Kod	Frekans
Yazılımın Anlamayı ve Matematiksel Düşünmeyi Kolaylaştırması	Görsellik sağlaması	6
	Dinamik olması	5
	Daha iyi öğrenmeye fırsat tanınması	4
	Cisimleri farklı açılardan inceleyebilme	3
	İletişim becerisini geliştirme	3
	Zamanla daha doğru tahminlerin yapılması	2
	Akıl yürütme ve yorumlamaya imkân sağlama	4
Kullanılabilirlik	Araç çubuklarının ve pencerelerin kolay kullanılabilirliği	5
	Komut eklenmesi gerektiği	1
	Öğrenilmesinin zaman alacağı	1
	Bazı komutların yabancı olmasının sıkıntıları	2
Yazılımın Aktif Öğrenme Ortamı Sağlaması	Öğrenmek için zaman kazandırması	4
	İlgiyi artırması	5
	Öğretmen adaylarını aktif hale getirerek keşfetme ortamı sunması	3
	Sağladığı destek ile öğretmen adaylarının çoğunun yönergeleri tamamlamada başarılı olması	5

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan bu çalışmada, analitik geometri kavramlarının öğretiminde GeoGebra yazılımının potansiyelinin, öğretmen adayları görüşleri ile incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçları, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının, analitik geometri kavramlarının öğreniminde GeoGebra yazılımının araç çubukları ve pencerelerinin kolay kullanılabilirliği ve yazılımın görsellik sağlaması üzerine çok fazla pozitif görüş bildirdiklerini göstermiştir. Bu bağlamda öğretmen adayları, GeoGebra yazılımının hem iki boyutlu penceresinin hem de üç boyutlu penceresinin kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuç Hohenwarter ve Jones (2007), Dikovich (2009) ve Baydaş'ın

(2010) araştırmalarındaki GeoGebra yazılımının, öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda kullanımının kolay ve kullanışlı olduğu sonuçlarıyla paralellik göstermiştir. Yine Jordan, Savıı, Pânoı ve Pânoı (2008) GeoGebra yazılımının, analitik geometri derslerinde kullanışlı olduğunu vurgulamışlardır. Diğer taraftan öğretmen adayları, analitik geometri kavramlarını öğrenirken yazılımın cisimlerin görselliğini hem iki boyutta hem de üç boyutta sağladığını ifade etmişlerdir. Reis ve Özdemir (2010), GeoGebra yazılımı ile birlikte görselliğin, öğrencilere kolay ve ilgi çekici bir öğrenme ortamı sağladığını belirtmişlerdir. Yine Kutluca ve Zengin (2011) GeoGebra yazılımının görselliği artırdığını, bu görsellik ile öğrencilerin matematiksel nesnelere arasındaki ilişkileri daha iyi kavrayacağını ve zor olan konuların bu şekilde daha iyi öğrenilebileceğini ifade etmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının yazılımın ara yüzü, pencereleri ve görselliği ile ilgili görüşleri yukarıdaki araştırmaların sonuçlarına paralellik göstermektedir.

Araştırma sonuçları ilköğretim matematik öğretmen adaylarının, GeoGebra yazılımının analitik geometri kavramlarını anlamayı kolaylaştırması potansiyeli üzerine çok fazla vurgu yaptığını, en fazla temanın da bu başlık altında toplandığını göstermiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, yazılım sayesinde geometrik yer kavramını, R^3 'deki vektörleri, R^3 'de doğru ve düzlem denklemlerinin görselleştirilmesinin konuyu anlamalarını kolaylaştırdıklarını ifade etmiştir. Couco ve Goldenberg (1996) belirttiği gibi bilgisayar destekli matematik öğretimi ile öğretmen adaylarının kendilerine özgü bir düşünce tarzı geliştirmeleri, matematiksel sonuçlar hakkında fikir sahibi olmaları ve aynı zamanda bir matematikçinin matematiksel sonuçlara ulaşırken yapması gereken işlemleri ve düşünmeleri daha kolay yerine getireceği söylenebilir. Akkaya, Tatar ve Kağızmanlı (2011) GeoGebra yazılımının, öğrenme ortamlarında öğrencilerin analitik geometri kavramını daha iyi öğrenmelerine yarar sağladığını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda mevcut araştırmanın sonuçları Akkaya, Tatar ve Kağızmanlı (2011) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına paralellik göstermektedir.

Araştırmada ilköğretim matematik öğretmen adayları, yazılımın matematiksel düşünmeyi kolaylaştırdığını söylemişlerdir. Bu ifadelerin çoğu da yazılımın akıl yürütme ve yorumlamaya imkân sağlamasına yöneliktir. Bu durum öğretmen adaylarının yaptıkları işlemleri ve buldukları sonuçları, GeoGebra yazılımı sayesinde hem analitik olarak hem de cebirsel olarak yorumlayabilmeleri ve değerlendirmeleri ile mümkün olmuştur. Bu durumu Baki, Yıldız ve Baltacı (2012), GeoGebra yazılımının işlevsel farklı ekranları aynı pencerede sunması olarak açıklamıştır. Matematiksel düşünmeyi kolaylaştırmaya yönelik ise öğretmen adayları; hem yazılımla hem grup arkadaşıyla iyi bir iletişim süreci geçirdiklerini ve geometrik yer tanımlarında ve problemlerinde GeoGebra yazılımı sayesinde zamanla daha doğru tahminlerde bulduklarını söylemişlerdir. Araştırma sonuçlarına paralel olarak Güven ve Karataş (2009) Cabri yazılımı ve Baltacı (2014) GeoGebra yazılımı ile yapmış oldukları çalışmalarda, öğretmen adaylarının zamanla geometrik yer problemlerine daha doğru tahminlerde bulduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının yukarıda yer alan ifadelerinden GeoGebra yazılımının, muhakeme yapmak gibi matematiksel düşünmeyi kolaylaştırdığı sonucu çıkarılabilir.

Öğretmen adayları, yazılımın derse karşı ilgiyi artırdığını ve analitik geometri kavramlarını öğrenmek için geleneksel ortama göre zaman avantajı sağladığını ifade etmişlerdir. Laborde, Kynigos, Hollebrands ve Strasser' e (2006) göre dinamik yazılımların kullanıldığı ortamlarda öğrenme, verilen bilgilerin alındığı basit bir süreç değil bireylerin kendi geometri bilgilerini oluşturdukları ya da yeniden yapılandırdıkları bir süreçtir. İlgili literatürde de GeoGebra yazılımı ile öğrencilerin derse karşı daha çok istekli oldukları ve derslerden sıkılmadıkları (Chrysanthou, 2008) ve eğitim için hazırlanan bu tür yazılımlar sayesinde öğrencilerin derse karşı motivasyonlarının artacağı ifade edilmektedir (Bakar, Ayub, Luan & Tarmizi, 2010; Tezer & Kanbul, 2009). Kösa (2011) çalışmada bulunan diğer bulguyu destekleyecek şekilde dinamik yazılımlar ile derslerde daha fazla zaman kazanılacağını ifade etmiştir. Bu bağlamda araştırmadan elde edilen bu bulgu, literatürde yer alan araştırmacıların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Diğer taraftan ilköğretim matematik öğretmen adayları, GeoGebra yazılımı sayesinde aktif olduklarını, bu durumun kendilerini keşfetme sürecine yönelttiğini ve bundan da zevk aldıklarını söylemişlerdir. Güven (2002) ve Karataş (2011) çalışmalarında dinamik yazılımlar sayesinde öğrencilerin matematiksel ilişkileri keşfedebileceklerini belirlemiştir. Dikovich (2009) ve Lachmy ve Koichu (2014) da öğrencilerin GeoGebra yazılımı sayesinde birçok temsiller aracılığı ile matematiksel yapılarla ilgili olarak keşifler yapabileceğini ifade etmişlerdir. González ve Herbst (2009) yapmış çalışmalarında öğrencilerin dinamik yazılımlar sayesinde çeşitli ölçmeler ve keşifler yaşayarak çıkarımlarda bulunabildiklerini belirtmişlerdir. Yine Baltacı (2014) çalışmasında geometrik yer kavramının öğretiminde öğretmen adaylarının daha fazla aktif olduğunu bu şekilde ders sürecinde sıkılmadıklarını vurgulamıştır. Bu bağlamda bu araştırmanın sonuçları literatürdeki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte ilköğretim matematik öğretmen adayları, yazılımın teknik özelliklerinde bazı güçlükler yaşadıklarını dile getirmişlerdir. Bu bağlamda öğretmen adayları, yazılımı tam anlamı ile kullanabilmek için yazılım içerisindeki bütün araçların öğrenilmesi gerektiğini bunun da zaman alacağını ifade etmişlerdir. Baltacı ve Yıldız (2015) a göre öğrencilerin yazılım içerisindeki çoğu araçları öğrenmesi gerektiğini bunun da zamanla gerçekleşebileceğini ifade etmiştir. Ayrıca öğretmen adayları yazılımda, bazı komutların yabancı olmasının kendilerini etkilediklerini ifade ettikleri görülmüştür. Bu nedenle yazılımda abs, sqrt gibi bazı komutların yerine matematiksel dilde kullandığımız mutlak değer ve karekök gibi ifadelerinin kullanılması bu zorlukların aşılması için önem arz etmektedir.

5. Öneriler

Bu çalışmayla bir dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra yazılımının analitik geometri konularının öğretiminde kullanılmasına yönelik öğretmen adaylarının görüşmeleri incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre öğretmenler, analitik geometri derslerinde GeoGebra yazılımını, öğrencilerin kullanımına imkân vermelidir. Bu şekilde çoğu ders öğrenciler için daha zevkli hale gelebilir. Yine bu süreçte analitik geometri

kavramlarını öğrenirken yazılımın, cisimlerin görselliğini hem iki boyutta hem de üç boyutta sağladığı belirlenmiştir. Bu nedenle Schumann (2003), analitik geometri kavramlarının öğreniminde bu tarz yazılımların önemli bir rol oynadığını söylemiştir. Böylece soyut hale bürünmüş analitik geometri derslerinin daha görsel bir hale gelmesine yardımcı olabiliriz. Diğer taraftan yazılımın, matematiksel düşünmeyi kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Matematik öğretiminin genel amaçları arasında da öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilmesi önemle vurgulandığına (MEB, 2009; MEB, 2011) göre GeoGebra yazılımına öğretmenler, derslerinde önemli bir aktör olarak yer vermelidir. Ayrıca araştırma sonuçlarına göre yazılımın geleneksel ortama göre daha zevkli olduğu ve zaman avantajı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle analitik geometri kavramlarının yazılımlar ile birlikte öğrenim sürecinin iyi bir şekilde planlanması durumunda öğrenciler, hem analitik geometri derslerini sevebilir hem de kavramlar üzerinde daha fazla düşünebilmek için zaman bulabilirler.

Yukarıda da tartışıldığı gibi öğrencilere zor gelen analitik geometri kavramlarının öğretiminde GeoGebra yazılımının potansiyelinden öğretmenler, derslerinde mümkün olduğunca fazla yararlanmalıdır. Bu tür yazılımlar ile dersler işlenirken öğrencilerin rahat çalışabilecekleri bir ortam oluşturulmasına ve yazılımın sunum aracı olarak değil de öğrencilerin bilgilerini yapılandırmalarına imkân veren bir ortamda kullanılmasına öğretmenler dikkat etmelidir. Ayrıca bu süreçte öğretmenler, öğrencilerin aralarında dolaşarak oluşabilecek aksaklıkları gidermeye yardımcı olmalı ve öğrencilerin ders dışı faaliyetler ile uğraşmalarına engel olmalıdır. Bu sayede yazılımdan istenilen verim alınabilir. Benzer bir araştırma yapmayı düşünen araştırmacılar da bu öğrenme ortamını oluşturmaya gayret etmelidirler. Ancak bu sayede yazılımın potansiyeli veya süreçteki rolü tam anlamıyla ortaya çıkarılabilir. incelenmesi önerilebilir. Ayrıca benzer etkinliklerle öğretmen adaylarının farklı bakış açıları geliştirmeleri ve bunları ileride öğrencilerine yansıtılabilmeleri sağlanabilir.

The Potential of GeoGebra Dynamic Mathematics Software in Teaching Analytic Geometry: The Opinion of Pre-service Mathematics Teachers

Extended Abstract

As a branch of geometry, analytic geometry helps students acquire a vision, think with ease, and reach a solution. Analytic geometry can be described as the coapplication of algebra and geometry, aiming to solve geometry problems with algebraic explanations (Altun, 2004). But students have difficulty in understanding analytic geometrical concepts because of their inexperience. For this reason we should not use only traditional methods while forming the concepts regarding the course in order to overcome those difficulties. Since analytic geometrical concepts are already abstract, they are not comprehended with the courses conducted in traditional environments. Therefore, more visual and dynamic tools are needed for teaching those concepts. Several studies in the relevant literature conclude that dynamic mathematics software pave the way for more permanent learning in teaching analytic geometry concepts (Açıkgül, 2012; Baltacı, 2014; Baltacı & Yıldız, 2014; Kösa & Karakuş, 2010; Tatar, Kağızmanlı & Akkaya, 2014; Yemen, 2009). One of those dynamic mathematics software used widely today is GeoGebra. GeoGebra has an important place in mathematics teaching as it embodies the features of both computer algebra systems (CAS) and dynamic geometry software (DGS) (Hohenwarter & Jones, 2007), being easy to use as well as translatable to various languages (Kutluca & Zengin, 2011). Upon scanning the literature, it can be said that the studies about analytic geometry mainly focus on success (Erüs, 2007; Özerdem, 2007; Yemen, 2009) and the comparison of computer-aided software with other methods through a software (Gallou-Durniel, 1989; Hoyles & Healy, 1997; Işıksal & Aşkar, 2005; Kösa & Karakuş, 2010). From this point of view, examining the potential of GeoGebra software in teaching analytic geometry concepts is important in terms of shaping the future education of pre-service teachers. So, in this study, we examined the potential of GeoGebra in teaching analytic geometrical concepts.

We carried out case study; the participants were 6 pre-service teachers at the third grade of elementary mathematics education. When opting the participants, maximum variation exemplifying has been used as one of purposeful exemplifying methods. In selecting those participants, we opted two low, two moderate and two high-success level students having the skill of self-expression and being volunteer for interview. Three of the participants three female and three were male. One of the researchers conducted the analytic geometry courses with the GeoGebra dynamic software. These courses include the subjects of in-plane and in-space coordinate systems, in-plane and in-space vectors, in-plane and in-space lines, equations of plane, locus and coordinate transformation. While carrying out each lesson, the preservice teachers used the worksheets prepared by the researchers. In order to discover the concepts of relevant subjects, the worksheets comprise instructions for the use of GeoGebra software by pre-service teachers of primary school mathematics. The preservice teachers were ensured to complete the worksheets in the form of group work.

While collecting data, semi-structured interviews were carried out at the end of the courses. The data were analyzed with content analysis method. Therefore, the answers of the pre-service teachers regarding each question were recorded during the interviews. What was inferred from the data was presented to the participants in order to prevent any misunderstanding. The themes formed by the researchers independently were gathered, discussed on, and finalized after being checked in terms of cohesion.

While the pre-service teachers of primary school mathematics learn analytic geometry concepts, their opinions about the potential of GeoGebra software were analyzed under the themes of making understanding and mathematical thinking easy, usability, providing an active learning environment. As for the findings of the research, the pre-service mathematics teachers expressed that the windows and toolbars are easy to use as the software language is Turkish. The preservice teachers emphasized that the software facilitated their understanding of analytical geometry concepts mainly thanks to its visuality and dynamism. The software also made mathematical thinking easier. The preservice teachers said that they were active and made extra time to learn analytical geometry concepts thanks to the GeoGebra software, which directed them to discover. On the other hand, the pre-service teachers of primary school mathematics stated that they were active thanks to the GeoGebra software as it steered them to discovery, and they enjoyed this situation.

Whereas some of the pre-service teachers mentioned of a technical problems regarding the software. This problem is some foreign commands in the software like *abs* for absolute value, *sqrt* for radicals. Besides one of the pre-service teachers stated that all of the tools inside the software need to be learnt in order to use it properly but this takes time. While teaching a lesson with this kind of software, teachers should take care to establish an environment in which students can learn at ease and not to use the software as a presentation tool but to use it in an environment in which students can structure their knowledge. In addition, teachers should walk among students, obviate possible troubles, and prevent students from being engaged in irrelevant activities. Software can be efficient only in this way. On the other hand, who want to carry out a similar research also should endeavor to establish such a learning environment. This is the only way to unfold the potential or the role of the software.

Kaynaklar/References

- Açıkgül, K. (2012). *Öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözüm süreçlerinin ve bu süreçlere ilişkin görüşlerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Akkaya, A., Tatar, E. ve Kağızmanlı, T. B. (2011). Using dynamic software in teaching of the symmetry in analytic geometry: The case of GeoGebra. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2540–2544.
- Altun, M. (2004). *İlköğretim ikinci kademedede (6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Bursa: Alfa Yayıncılık.
-

- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve öğretmenler için bilgisayar destekli matematik*. İstanbul: Ceren Yayın Dağıtım.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Eğitim Yayınları.
- Baki, A., Yıldız, A., & Baltacı, S. (2012). Mathematical thinking skills shown by gifted students while solving problems in a computer-aided environment. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, Special Issue*, 993-995.
- Bakar, K. A., Ayub, A. F., Luan, W. S., & Tarmizi, R. A. (2010). Exploring secondary school students' motivation using technologies in teaching and learning mathematics. *Procedia Social and Behavioral Sciences 2* (pp. 4650-4654). İstanbul: World Conference on Educational Sciences (WCES-2010).
- Baltacı, S. (2014). *Dinamik matematik yazılımının geometrik yer kavramının öğretiminde kullanılmasının bağlamsal öğrenme boyutundan incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Baltacı, S. ve Yıldız, A. (2014, Eylül). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının düzlem denklemlerini GeoGebra dinamik yazılımı ile öğrenme süreçlerinin incelenmesi*. XI. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Adana.
- Baltacı, S., & Yıldız, A. (2015). GeoGebra 3D from the perspectives of elementary preservice mathematics teachers who are familiar with a number of software, *Cypriot Journal of Education Sciences*, 10(1), 12-17.
- Baydaş, Ö. (2010). *Öğretim elemanlarının ve öğretmen adaylarının görüşleri ışığında matematik öğretiminde Geogebra kullanımı* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Campoy, R. (1992). The role of technology in the school reform movement. *Educational Technology*, 32(8), 17-22.
- Chrysanthou, I. (2008). *The use of ICT in primary mathematics in Cyprus: The case of GeoGebra* (Master's thesis). University of Cambridge, UK.
- Clements, D. H., & Mcmillen, S. (1996). Rethinking "concrete" manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2(5), 270-279.
- Cuoco, A. A., & Goldenberg, E. P. (1996). A role for technology in mathematics education. *Journal of Education*, 178(2), 14-32.
- Çathioğlu, H. (2010). *Matematik öğretmeni adaylarıyla bağlamsal öğrenme ve öğretme deneyiminin değerlendirilmesi* (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (3.baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Dikovich Lj. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level, *Computer Science and Information Systems*, 6(2), 191-203.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metotlarına giriş: Nitel, nicel ve eleştirel kuram metodolojileri*. Ankara: Anı Yayıncılık.

- Erüs, E. E. (2007). *Analitik geometri dersinde eleştirel düşünme becerilerine dayalı öğretimin öğrenci erişimi düzeyi ve kalıcılığına etkisi* (Yayınlanmış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Gallou-Dumiel, E. (1989). Reflection, point symmetry and logo. In C. A. Maher, G. A. Goldin & R. B. Davis (Eds.), *Proceedings of the Eleventh Annual Meeting, North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 149-157). New Brunswick: Rutgers University.
- González, G., & Herbst P. G. (2009). Students' conceptions of congruency through the use of dynamic geometry software. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14, 153-182.
- Gorghiu, G., Puana, N. and Gorghiu L. M. (2009). *Solving geometrical locus problems using dynamic interactive geometry applications*. Retrieved January 20, 2015, from <http://www.formatex.org/micte2009/book/814818.pdf>.
- Gözen, Ş. (2001). *Matematik ve öğretimi*. Ankara: Evrim Yayınevi.
- Gros, B. (2001). Instructional design for computer-supported collaborative learning in primary and secondary school. *Computers in Human Behavior*, 17, 439-451.
- Gülkılık, H. (2008). *Öğretmen adaylarının bazı geometrik kavramlarla ilgili sahip oldukları kavram imajlarının ve imaj gelişiminin incelenmesi üzerine fenomenografik bir çalışma* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Güven, B. (2002). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek geometri öğrenme* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güven, Y. (2006). *Farklı geometrik çizim yöntemleri kullanımının öğrencilerin başarı, tutum ve Van Hiele geometri anlama düzeylerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güven, B. ve Karataş, İ. (2009). Dinamik geometri yazılımı Cabri'nin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik yer problemlerindeki başarılarına etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 42(1), 1-31.
- Güzel, İ., Karataş, İ. ve Çetinkaya, B. (2010). Ortaöğretim matematik öğretim programlarının karşılaştırılması: Türkiye, Almanya ve Kanada, *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(3), 309-327.
- Hohenwarter, M., Preiner, J., & Yi, T. (2007). *Incorporating GeoGebra into teaching mathematics at the college level*. Paper presented at Proceedings of the International Conference for Technology in Collegiate Mathematics. Boston, USA: ICTCM.
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra, *Proceedings of British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131.
- Hoyles, C., & Healy, L. (1997). Unfolding meanings for reflective symmetry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 2, 27-59.
- Jordan, A., Savrı, G., Pânoiu, M., & Pânoiu, G. (2008, July). *Development of dynamical software for teaching plane analytical geometry*. Paper presented at International Conference on Engineering Education, Heraklion, Crete Island, Greece.
-

- Işıksal, M., & Aşkar, P. (2005). The effects of spreadsheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th grade students, *Educational Research*, 47(3), 333–350.
- Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom: Mind tools for critical thinking*. New Jersey: Prentice- Hall Press.
- Karataş, İ. (2011). Experiences of student mathematics-teachers in computer based mathematics learning environment. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 235-262. Retrieved October 10, 2012 from <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/>
- Kanselaar, G., Erkens, G., Jaspers, J., & Schijf, H., T. (1999). Computer supported collaborative learning: Cognitive and computational approaches. In P. Dillenbourg (Ed.), *Pergamon*, 123-129. Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Kutluca, T. ve Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 160-172.
- Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kösa, T., & Karakuş, F. (2010). Using dynamic geometry software Cabri 3D for teaching analytic geometry, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 1385-1389.
- Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy, Y. ve Bulut, M. (2010). Matematik öğretmenlerinin Avrasya GeoGebra toplantısı kapsamında dinamik matematik yazılımı GeoGebra ile tanıştırılması ve GeoGebra hakkındaki görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(2),148-165.
- Laborde, C., Kynigos, C., Hollebrands, K., & Strasser, R. (2006). Teaching and learning geometry with technology. In A. Gutierrez & P. Boero (Ed.), *Handbook of Research on The Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future* (pp. 275-304). Rotterdam: Sense Publishers.
- Lachmy, R., & Koichu, B. (2014). The interplay of empirical and deductive reasoning in proving “if” and “only if” statements in a dynamic geometry environment. *The Journal of Mathematical Behavior*, 36, 150-165.
- Millî Eğitim Bakanlığı. [MEB]. (2009). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve kılavuzu*. Ankara: TTK Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. [MEB]. (2011). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar)dersi öğretim programı & Ortaöğretim seçmeli matematik (10, 11 ve 12. Sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara.
- Olive, J. (2002). Implications of using dynamic geometry technology for teaching and learning. In M. Saraiva, J. Matos & I. Coelho (Eds.), *Ensino e Aprendizagem de Geometria* (pp. 300-321). Lisbon: SPCE.
- Özerdem, E. (2007). *Lisans düzeyinde analitik geometri dersindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine yönelik bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Reis, Z. A., & Özdemir, Ş. (2010). Using Geogebra as an information technology tool: Parabola teaching. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 565-572.
- Schumann, H. (2003). Computer aided treatment of 3D problems in analytic geometry. *The International Journal on Mathematics Education*, 35(1), 7-13.
- Sowell, E. J. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20, 498-505.
- Şahin, T. Y. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık
- Tezer, M., & Kanbul, S. (2009). Opinions of teachers about computer aided mathematics education who work at special education centers. *Procedia Social and Behavioral Sciences 2* (pp.390-394). North Cyprus: World Conference on Educational Sciences (WCES 2009).
- Tatar, E., Kağızmanlı, T. B. ve Akkaya, A. (2014). Dinamik bir yazılımın çemberin analitik incelenmesinde başarıya etkisi ve matematik öğretmen adaylarının görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(1), 153-177.
- Tubin, D., Miodiser, D., Nachwias, R., & Baruch, F. A. (2003). Domains and levels of pedagogical innovation in schools using BT: Ten innovative schools in Israel. *Education and Information Technologies*, 8(2), 127-145.
- Van Voorst, C. (1999). *Technology in mathematics teacher education*. Retrieved February 4, 2015 from <http://www.ict.org/T99 Library/T99 54.PDF>.
- Yemen, S. (2009). *İlköğretim 8.sınıf analitik geometri öğretiminde teknoloji destekli öğretimin öğrencilerin başarısına ve tutumuna etkisi* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yıldız, A. Baltacı, S. ve Aktümen, M. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik matematik yazılımı ile üç boyutlu cisim problemlerini çözme süreçleri. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2), 591-604.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Kaynak Gösterme

Baltacı, S., Yıldız, A. ve Kösa, T. (2015). Analitik geometri öğretiminde GeoGebra yazılımının potansiyeli: Öğretmen adaylarının görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(3), 483-505.

Citation Information

Baltacı, S., Yıldız, A., & Kösa, T. (2015). The potential of GeoGebra dynamic mathematics software in teaching analytic geometry: The opinion of pre-service mathematics teachers. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 6(3), 483-505.
