



## Investigation of the Processes of Solving Problems in Analytical Geometry of Pre-service Elementary Mathematics Teachers

Doğa Doksöz<sup>1</sup>, Fatih Topuz<sup>2</sup>, Selim Keskin<sup>3</sup>, Hatice Sultan Kütük<sup>4</sup> and Tuba Ağırman Aydın<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Bayburt University, Türkiye, [dogadoksozz@gmail.com](mailto:dogadoksozz@gmail.com), ORCID: 0000-0002-6954-5450

<sup>2</sup> Bayburt University, Türkiye, [fatihtopuz190304030@gmail.com](mailto:fatihtopuz190304030@gmail.com), ORCID: 0000-0001-6995-5719

<sup>3</sup> Bayburt University, Türkiye, [selimkeskin5513@gmail.com](mailto:selimkeskin5513@gmail.com), ORCID: 0000-0002-4496-0324

<sup>4</sup> Bayburt University, Türkiye, [haticesultankutuk190304035@gmail.com](mailto:haticesultankutuk190304035@gmail.com), ORCID: 0000-0001-5755-458X

<sup>5</sup> Bayburt University, Türkiye, [tubaaydin@bayburt.edu.tr](mailto:tubaaydin@bayburt.edu.tr), ORCID: 0000-0001-8034-0723

To cite this article: Doksöz, D., Topuz, F., Keskin, S., Kütük, H. S. & Ağırman Aydın, T. (2023). Investigation of the processes of solving problems in analytical geometry of pre-service elementary mathematics teachers. *Eurasian Journal of Teacher Education*, 4(1), 11-23.

Received: 10.13.2022

Accepted: 04.07.2023

### Abstract

This study was carried out to study the process of solving the problem of analytical geometry by candidates for elementary school mathematics teachers. The study used the case study model, one of the qualitative research methods. The study involved six mathematics teachers who completed a course in analytic geometry at the 2nd-grade level of a state university. Research data was collected using activity cards and a thinking-aloud protocol. Content analysis was applied to the obtained data. As a result of the study, the participants needed help understanding and solving problems of analytical geometry; It is established that there are some misconceptions in connection with these difficulties. It is determined that teachers participating in the study can understand the concept of dimension and think algebraically. In addition, it was found that some of the teachers who participated in the study experienced anxiety when faced with analytical geometry and could not regulate their emotions.

**Keywords:** Algebraic thinking, analytical geometry, emotion regulate, problem solving.

Article Type: Research article

Acknowledge: This article was produced from the project supported within the scope of TÜBİTAK 2209-A - Research Project Support Programmed for Undergraduate Students.

Ethics Declaration:

In this study, all the rules stated to be followed within the scope of the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" were followed. None of the actions specified under the title of "Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics", which is the second part of the directive, were not carried out.

Ethics committee permission information

Name of the committee that made the ethical evaluation: Bayburt University

Date of ethical review decision: 01.07.2021

Ethics assessment document issue number: E-51694156-050.99-641

# İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Analitik Geometri Problemi Çözme Süreçlerinin İncelenmesi

## Öz

Bu çalışma ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemi çözme sürecini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması modeli kullanılmıştır. Çalışmaya bir devlet üniversitesinde 2. sınıf düzeyinde öğrenim gören analitik geometri dersi almış altı matematik öğretmeni adayı katılmıştır. Çalışmanın verileri etkinlik kartları ve sesli düşünme protokolü aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen verilere içerik analizi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, katılımcıların analitik geometri problemlerini anlamada ve problemleri çözüme geçirmede güçlük yaşadıkları belirlenmiştir. Çalışmaya katılan öğretmenlerin boyut kavramını anlayabildikleri ve cebirsel düşünebildikleri tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmaya katılan öğretmen adaylarından bazılarının analitik geometri problemi ile karşılaştıklarında heyecan yaşadıkları ve duygularını düzenleyemedikleri belirlenmiştir.

*Anahtar Kelimeler:* Analitik geometri, problem çözme, cebirsel düşünme, duygu düzenleme.

## Giriş

Genel olarak geometri, özel olarak da analitik geometri, şekillerin görselleştirilmesi yoluyla düşünmeyi kolaylaştırır (Hızarcı, 2004) ve olaylar hakkında farklı düşünmeyi sağlar (Akkan vd., 2018). Böylece öğrencilerin içinde yaşadıkları dünyayı daha iyi anlamalarına ve matematiksel kavramlar ile günlük yaşam arasında ilişki kurmalarına yardımcı olur (Baltacı vd., 2015; Türnüklü vd., 2016). Bu nedenle öğrencilerin analitik geometriyi öğrenmesi önemli görülmektedir. Öğrencilerin matematiksel kavramları anlamaları, matematikle ilgili eğilimleri ve matematiğe yönelik inançları okulda karşılaştıkları öğretmenler tarafından şekillenir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Son yıllarda araştırmacılar da öğretmenlerin öğrencilerin öğrenmesinde oynadıkları role dikkat çekmişler (Akkan vd., 2019; Sherin, 2004). Öğretmenler, öğrenme ortamını düzenler ve şekillendirirler. Bu nedenle, öğrencilerin ne öğrendikleri üzerinde öğretmenlerin ne öğrettiklerinin önemli bir etkisi vardır (Akkan, vd., 2019). Bu bağlamda, ortaokul öğrencilerinin analitik geometri konularını öğrenmeleri üzerinde öğretmenlerinin alan bilgilerinin önemli olduğu söylenebilir (Akkan vd., 2018). Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmenlerinin analitik geometri problemi çözme süreçlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın sonuçlarının matematik öğretmenlerinin alan bilgilerini geliştirmeye yönelik araştırmalara yol göstermesi beklenmektedir.

## Kuramsal Çerçeve

Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemi çözme süreci incelenmiş olup problem çözme ve geometri alan bilgisi başlıklarında ele alınmıştır.

## Problem Çözme

Dewey'e (1933) göre problem insan zihnini karıştıran, ona meydan okuyan ve inancı belirleştiren her şeydir. Türk Dil Kurumu (2021) problem tanımını; "Teoremler veya kurallar yardımıyla çözülmesi istenen soru, sorun." şeklinde yapmıştır. Problem denince de ilk düşünülen kavram matematiksel problemlerdir. Matematiksel problemler, matematiksel yöntemlerle çözülebilen problemlerdir ancak unutulmamalıdır ki, problem ister matematiksel olsun ister hayatta karşılaşılabilen değişik cinsten olsun her ikisinde de ortak olan özellik; çözümlerinde mantıksal düşüncenin olmasıdır. Yani hiçbir problem muhakeme yapılmadan çözülemez (Albayrak, 2022).

Problem çözme bireyin karşılaştığı bir problemde belli düşünme süreçlerini kullanarak problemi sonuca ulaştırmasıdır (Posamentier & Krulik, 1988). Heddens ve William (2001) problem için çözüm ya da çözüm metodunun açık olmadığı zamanda bireyin engellerinin üstesinden gelmek ve problemi cevaplamak için kullandığı süreç ifadesini kullanmışlardır.

Lester'e (2013) göre başarılı problem çözme daha önceki deneyimlerin, bilginin ve sezginin koordineli olduğu bir süreci içerir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), ilkokul ve ortaokul matematik programında yer alan matematik dersinde kazandırılması beklenen temel becerilerden birinin günümüz sosyal ve ekonomik koşullarına uyum sağlayabilen, rekabet edebilecek problem çözme becerisine sahip bireyler yetiştirmek olduğunu belirtmiştir (MEB, 2018). Problem çözme, matematik dersi için temel bir beceri olmakla birlikte, müfredatta yer alan tüm çalışma alanları için bu becerinin kazandırılması beklenmektedir. Ancak problem çözme karmaşıklığı nedeniyle öğrenciler tarafından zor görülmektedir (Öztürk vd., 2020). Bu nedenle problem çözmeyi etkileyen birçok unsur söz konusudur. Örneğin Öztürk vd. (2020) yaptıkları araştırmada matematik bilgisi, duygular, inançlar ve ilgilerin problem çözmeyi etkilediğini belirlemiştir. Problem çözme süreci birçok farklı stratejinin kullanılmasını gerektirir. Bu nedenle bireyler problem çözme sürecinde çeşitli kavram yanlışları yapmakta ve güçlükler yaşamaktadır. Russo ve Hopkins (2019) bu güçlüklerin problem çözmenin öngörülemez sonuçlarından kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Örneğin, Öztürk ve Kaplan (2022) yürüttükleri araştırmada matematik öğretmenlerinin geometri ispatı yapma sürecini incelemiş ve öğretmenlerin ispat için gerekli olan şekli değil kendi ezberinde var olan şekli çizdiklerini belirlemiştir. Yapılan araştırmalar öğrencilerin problem çözmesinin öğretmenlerinin problem çözme becerisinden etkilendiğine işaret etmiştir (Akkan vd., 2018). Yazıcı (2019) matematik öğretmenlerinin geometri problemi çözmeye yeterli olmadıklarını ifade etmiştir. Lester (1994, s. 672) problem çözme öğretiminde öğretmenin rolü açık ve net olarak ortaya konulmadığı sürece öğretimin başarılı olmasının beklenmediğini ifade etmiştir. Bu bağlamda öğretmenlerin problem çözmeye yönelik alan bilgilerinin incelenmesi önemli görülmektedir.

### ***Geometri Alan Bilgisi***

Öklid, diferansiyel ve prospektif gibi bölümleri de olan geometrinin günlük yaşamda en çok karşılaşılan alt dallarından birisi de Analitik Geometri'dir (Bayraktar, Tapan Broutin & Güneş, 2018). Analitik geometri, koordinat geometrisi olarak bilinen, geometri problemlerini tanımlamak ve çözmek için cebirsel yöntemler ve simgelerden yararlanan matematik dalıdır. Güncel hayatla ilişkilendirildiğinde analitik geometri; konumu verilen bir yerin haritadaki gösteriminde, stadyumlarda koltuk numaralarının yerinin bulunmasında, gezegenlerin birbirine göre konumları ve yıl içerisindeki hareketlerinin incelenmesinde, savaş uçaklarının hedefi bulunmasında vb. alanlarda kullanılır.

Analitik geometri, geometrinin cebir ile birleşmesini gerektiren bir ders olduğu için analitik geometri problemleri, matematik öğretmenlerine ve matematik öğretmeni adaylarına zor gelebilmektedir. Bu araştırmada analitik geometri problem çözme becerileri ele alınmıştır. Baltacı vd. (2015) çalışmalarında Analitik geometri için; "Geometri ile cebiri birleştiren bir matematik dalıdır." demişlerdir. Böylece geometrideki problemleri cebirdeki problemler ile eşdeğer olarak yeniden formüle edildiğini savunmuşlardır (Baltacı, Yıldız, & Kösa, 2015).

### ***Alanyazın Sentezi***

Matematik eğitimi alanyazını incelendiğinde analitik geometriye yönelik yapılan araştırmaların öğrenci düzeyinde kaldığı (Delice & Karaaslan, 2015; Karapıçak, 2018), öğretmen adayı veya öğretmen düzeyinde yapılan çalışmaların (Güzel & Yılmaz, 2022; Özüm Bülbül & Güven, 2019) ise çok sınırlı sayıda kaldığı belirlenmiştir (Lester, 1994). Lester (1994) herhangi bir problem çözme araştırmasının gündeminde öğretmenin rolünün en önemli öğe olması gerektiğini ifade etmiştir. Uzun süredir problem çözme üzerine yapılan araştırmaların sayısındaki bolluğuna rağmen, problem çözmenin hayata geçirilmesi öğretmenler için bir zorluk olmaya devam etmektedir (Chapman, 2016). Bu bağlamda öğretmen adaylarının problem çözme sürecini inceleyen bu araştırmanın alan yazına önemli katkı sağlaması beklenmektedir.

Öğretmen adayları ile yürütülen çalışmalar genellikle nicel olup, derinlemesine araştırmalar değildir. Örneğin Güzel ve Yılmaz (2022) matematik öğretmeni adaylarının vektörel çarpım konusundaki alan bilgilerini incelemeye yönelik araştırma yürütmüştür. Nicel araştırma

desenine göre yürüttükleri araştırmanın sonucunda öğrencilerin vektörel çarpım konusunda başarılı olduklarını ve vektörel çarpım konusunu öğrenme düzeyi ile analitik geometriye yönelik görüşler arasında pozitif ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri bilgilerinin, öz yeterliklerinin, problem çözme sürecinin, yaşadıkları zorluklar ve yaptıkları hataların incelenmesini önermişlerdir. Özellikle matematik öğretmenlerinin analitik geometri problemi çözme süreçlerinin incelenmesi öğretim programlarının düzenlenmesi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi için önemli görülmektedir. Bu bağlamda bu araştırma, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemi çözme süreçlerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amacı gerçekleştirmek için aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır.

- 1) İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemi çözme süreçlerinde ne tür zorluklar yaşamakta ve hatalar yapmaktadır?
- 2) İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemi çözme sürecinde yaşadığı güçlükler nelerdir?
- 3) İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemini anlama sürecindeki güçlükleri nelerdir?
- 4) İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemi çözme sürecini duygularından nasıl etkilenir?
- 5) İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemlerindeki düşünme süreçleri nasıldır?
- 6) İlköğretim Matematik Öğretmeni adaylarının analitik geometri problem çözme süreçlerinde bilgi düzeyleri nelerdir?

## Yöntem

### Araştırma Modeli

Bu araştırma, nitel araştırma desenlerinden durum çalışması modelinde yürütülmüştür. Nitel bir araştırma yöntemi olan durum çalışması başta eğitim olmak üzere psikoloji, sosyoloji ve antropoloji gibi birçok sosyal bilim alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Şen & Yıldırım, 2021). Durum çalışması özellikle öğrenme ve öğretme süreçleri ve ortamlarının karmaşıklığını anlama ve ortaya koyduğu araştırma sonuçlarıyla eğitim kuram ve uygulamalarını etkileme potansiyelinin yüksek olması nedeniyle son yıllarda birçok eğitim araştırmasında tercih edilmektedir (Şen & Yıldırım, 2021). Bu çalışmada analitik geometri problem çözümü için nitel veriler toplanıp çıkarım yapılacaktır. Bu amaçlara hizmet edeceği için nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması modeli kullanılmıştır.

### Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları seçilirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme benimsenmiştir. Önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumların çalışılmasıdır. Ölçüt araştırmacı tarafından oluşturulur ya da daha önceden hazırlanmış ölçütler listesi kullanılabilir (Baltacı, 2018). Örneğin, bir okula yirmi günden fazla devam etmeyen öğrencilerin belirlenmesi, bir bina yapım projesi veya bir tedavi programının tamamlanması için tahmin edilen sürenin aşılması durumunun araştırılması ölçüt örneklemesidir (Baltacı, 2018). Bu bağlamda katılımcıların seçilmesinde ilköğretim matematik öğretmeni adaylarından 2. sınıf ve Analitik Geometri Dersi almış olmaları ölçüt olarak kabul edilmiştir.

Araştırma verileri 2021-2022 eğitim-öğretim yılı güz döneminde toplanmıştır. Araştırma ilköğretim matematik öğretmenliği 2. sınıf öğretmen adaylarından seçilen altı katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının üçü kadın (Ö1-3 olarak kodlanmış) üçü erkektir (Ö4-6 olarak kodlanmıştır).

### Veri Toplama Araçları

Analitik geometri dersi problem çözme süreci incelenirken veri toplama aracı olarak; sesli düşünme protokolü ve etkinlik kartları kullanılmıştır. Sesli düşünme protokolü öğrencinin problem çözme esnasında düşüncelerini sesli bildirmesi ile gerçekleşir. Etkinlik kartları da sesli düşünme esnasında öğrencinin çözdüğü problemlerden oluşmaktadır. Öğrencilerin analitik geometri problemlerini çözme yetisi, dersi almaya başladıkları ilk dönemden itibaren oluşmaya başlar. İlerleyen süreçte zorluk seviyesi artan problemlerin çözülebilmesi için bu yetinin gelişmiş olması beklenir. Yani belirli bir hazırbulunuşluğa sahip olmaları gereklidir. Bu yetileri ölçebilmek için çalışmanın nitel kısmında analitik geometri dersi problem çözme süreci incelenmiştir ve öğretmen adaylarının akademik başarıları gözlemlenmiştir.

### Sesli Düşünme Protokolü

Sesli düşünme protokolü problem çözme sürecini incelemede kullanılan yollardan biridir. 1970'lerde geliştirilen bu yöntem problem çözme sürecindeki düşünme sürecinin analiz edilmesini sağlar. Bu yöntemde problem çözücü hem görüntülü hem de sözel olarak kayda alınır (Smith ve Kosslyn, 2014, s. 419). Bu yöntem kişilerin iç dünyasında gerçekleşen durumu derinlemesine ortaya koyabilmek amacıyla kullanılır (Kaplan ve Simon, 1990). Sesli düşünme protokolünde katılımcıların ne yaptıklarından ziyade ne düşündükleri önemlidir. Bu nedenle protokolde katılımcılara ne yaptıkları değil ne düşündükleri nedenleriyle birlikte sorulur (Goldstein, 2013). Sesli düşünme protokolünde katılımcıya bir görev verilir (etkinlik kartı) ve bu görev sürecine yönelik sorular sorulur (Öztürk, & Kaplan, 2019). Sesli düşünme protokolünün uygulanma sürecinde ilk olarak katılımcıya sesli düşünme protokolü hakkında bilgi verilmiştir. Sesli düşünme protokolünde katılımcıya görüşmelerin kayıt altına alınacağı ve çalışmanın amacı hakkında bilgi verilmiş, süreçte düşündüklerinin hepsini sesli olarak ifade etmesi gerektiği belirtilmiştir (Öztürk, & Kaplan, 2019). Katılımcıdan sesli düşünme protokolünde ne yaptığından ziyade, ne düşündüğünü ifade etmesi istendiği vurgulanmış, ardından katılımcının etkinlik kartında bulunan görevi yerine getirmesi istenmiştir. Çalışmada altı farklı etkinlik kartı kullanılmış olup, her etkinlik kartında bir ispat önermesinin yapılması istenen görev vardır. Katılımcılara etkinlik kartları sırayla sunulmuştur. Süreç boyunca katılımcıya yaptığı işlemlerin doğruluğu veya yanlışlığı hakkında herhangi bir bilgi verilmemiştir.

### Etkinlik Kartları

Etkinlik kartları altı analitik geometri problemi ile oluşturulmuştur. Seçilen analitik geometri problemleri analitik geometri alanında uzman üç akademisyen tarafından hazırlanmıştır.

Hazırlanan ilk etkinlik kartı düzgün dört yüzlüyü içermektedir. Bu problemin seçilmesinin temel nedeni üç boyutta düşünerek vektörel toplam elde edilebilme yetisinin ölçülebilmesidir.

Hazırlanan ikinci etkinlik kartı düzgün dört yüzlünün alan ve hacim bağıntılarını içermektedir. Bu problemin seçilmesinin temel nedeni ise vektörel olarak alan ve hacim hesabının yapılabilme yetisinin ölçülebilmesidir.

Hazırlanan üçüncü etkinlik kartında sunulan problem düzlemde ve uzayda denklem çözümünü içermektedir. Üçüncü etkinlik kartındaki problemin sunulma amacı düzlem ve uzay arasında farkı gözleme yetisinin ölçülebilmesidir. Etkinlik kartı aynı zamanda düzlem ve uzayda vektör bileşenleri hakkında bilgilerin doğruluğunun da dikkate alınması gereken bir problem içermektedir.

Dördüncü etkinlik kartında sunulan problem de bir doğru ile düzlem arasındaki açı ve o doğrunun düzlem üzerindeki dik iz düşümünü içermektedir. Bu etkinlik kartının amacı ise iki vektör arasındaki açı ve iz düşüm bilgisini ölçmektir.

Hazırlanan beşinci etkinlik kartında sunulan problem uzayda bir nokta ve bir doğruyu içermektedir. Etkinlik kartında sunulan problemin seçilmesinin temel nedeni cebirsel formülasyonları ispatlayabilme yetisinin ölçülebilmesidir.

Son etkinlik kartı olan altıncı etkinlik kartındaki problemde ise vektörlerden oluşturulan bir paralelyüz hakkında bilgiler içermektedir. Etkinlik kartında sunulan problem vektörlerle cisim oluşturma ve oluşan cismin hacminin vektörel hesaplanmasını ölçmektedir.

### **Verilerin Analizi**

Çalışmanın verilerinin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Verilerin analizinde ilk olarak veriler çözümlenerek kodlanmıştır. Başka bir ifadeyle öğretmen adaylarının analitik geometri problemlerinin çözümünde yaşadığı sorunlar tespit edilmiştir. Ardından yaşanan problemlerin ortak özelliklerine göre elde edilen kodlar kategorilendirilmiştir. Çalışmada elde edilen verilerin sunumunda öğretmen adaylarının ifadelerinden doğrudan aktarmalar yapılmış ve etkinlik kartlarından veriler sunulmuştur.

### **Geçerlik ve Güvenirlik**

Çalışmada dış geçerliği sağlamak için örneklem ve katılımcılar ile ilgili gerekli bilgiler verilmiştir. Bunun yanı sıra veri toplamada farklı veri toplama araçları bir arada kullanılmış ve katılımcıların görüşleri ile etkinlik kartlarına yer verilmiştir. İç geçerliğin sağlanması için ilk olarak metodolojik çeşitleme yapılmıştır. Çalışmada sesli düşünme protokolü, gözlem ve etkinlik kartı birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu şekilde üç veri toplama aracının örtüşen ve farklı olan kısımları ortaya konulmaya çalışılmıştır. İkinci olarak katılımcı doğrulaması yapılmıştır. Bunun için kodlama sonrasında katılımcılarla tekrar görüşülerek sesli düşünme protokolünde kurduğu cümlelerden çıkarılan kodlar kendilerine sunularak doğruluğunu uygun/uygun değil şeklinde değerlendirmeleri istenmiştir. Katılımcıların tamamı kodlamaların uygun olduğu yönünde görüş belirtmişlerdir. Üçüncü olarak araştırmacı çeşitlemesidir. Bunun için veri toplama süreci ayrıntılı biçimde betimlenmiş ve çalışma sürecinin tamamı alanında uzman bir öğretim üyesine (matematik eğitimi alanında uzman doçent) kontrol ettirilerek ilerlenmiştir. Çalışmanın dış güvenirliliğini sağlamak amacıyla veri toplama sürecinde yapılan görüşmeler ses kayıt cihazıyla kayıt altına alınmıştır. Ayrıca doğrudan aktarmaların sunumunda görüşmeler ve görüşme süreleri rapor edilmiştir. İç güvenirliliği sağlamak için araştırma problemine uygun araştırma modeli kullanılmış, seçilen araştırma modeline uygun olarak katılımcılar ve veri toplama araçları belirlenmiştir. Toplanan veriler de araştırma problemine uygun olarak analiz edilmiştir. Ayrıca çalışmanın genellenebilirliğini arttırmak amacıyla nitel araştırma deseninden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışma tüm etik kurallara uyularak yürütülmüştür. Yine etik kurallar çerçevesinde katılımcıların kendi isimleri kullanılmamış, katılımcılar için kod isimler kullanılmıştır.

### **Etik Beyan**

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirisi gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Bayburt Üniversitesi

Etik değerlendirme kararının tarihi: 07.01.2021

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: E-51694156-050.99-641

### **Bulgular**

Çalışmada ulaşılan bulgular araştırma problemin göre aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

### **İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Analitik Geometri Problemi Çözme Sürecinde Yaşadığı Zorluklar ve Hataları**

Çalışmada ulaşılan zorluklar ve hataların ilki doğrultman vektörle ilgilidir. Ö-1'in 4. problemde doğrultman vektörü ile normal vektörü karıştırdığı belirlenmiştir. Ö-1'ile yürütülen sesli

düşünme protokolünde “...Düzleme dik bir vektör çizdim. Bu vektör doğrultman vektördür.” ifadesini kullanmıştır. Ö-1’in ifadesi kavramın tanımından uzaklaşan bir tanım olduğundan yaşadığı zorluklar ve yaptığı hatalar kategorisinde ifade edilmiştir.

Öğretmen adaylarının yaşadıkları zorluklar ve yaptığı hataların ikincisi şekil yanlılığıdır. Katılımcılardan Ö-3’ün, yöneltilen birinci problemde düzgün dörtyüzlü ile prizmayı karıştırdığı belirlenmiştir. Ö-3 şekil yanlılığı olarak kabul edilebilir. Ö-3 birinci problem için getirilen düzgün dörtyüzlü materyalini inceledikten sonra “*Bu bir prizmadır [şekil gerçekte düzgün dörtyüzlüdür].*” ifadesini kullanmıştır. Araştırmacı “*Bunun bir prizma olduğuna nasıl karar verdin?*” sorusunu yöneltmiştir. Bunun üzerine Ö-3 düzgün dörtyüzlünün özelliklerini sayarak bu şeklin prizma olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adayının hatada ısrar etmesi ve kavramsal olarak yanlış tanımlama yapması nedeniyle bu durum yaşadığı zorluklar ve yaptığı hatalar olarak değerlendirilmiştir.

Katılımcı öğretmen adaylarının vektörel çarpıma yönelik kavramsal bir yanlılığı olduğu tespit edilmiştir. Katılımcılardan Ö-4, 6. problemde paralel yüzün hacmini karma çarpım ile bulunabileceğini söylemesine rağmen vektörel çarpım ile işlem yapmıştır. Kendisinden yaptığı işlemi sorgulaması istendiğinde Ö-4 işlemi kontrol etmiş ve karma çarpımın kendi yaptığı şekilde olduğunu ifade etmiştir [Yaptığı çarpım vektörel çarpımdır]. Öğretmen adayı yaptığı hatada ısrarcı olması nedeniyle bu durum yaşadığı zorluklar ve yaptığı hatalardan biri olarak ele alınmıştır.

### **İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Analitik Geometri Problemi Çözme Sürecinde Yaşadığı Güçlükler**

Çalışmada problem çözme süreci; işlem, ispat, sonuca ulaşma şeklinde üç başlıkta incelendi. İşlem sürecinde, işlemleri adım adım ve doğru bir biçimde ilerletebilmeye dikkat edildi. Örneğin Ö-3’ün “... vektörel işlemleri yapmam gerektiğini biliyorum ama nasıl ilerleteceğimi bilmiyorum.” ifadesi işlem sürecinde bazı problemler yaşadığını gösterir. Çözüm sürecinde, kullanılan formülün nereden geldiğini açıklayabilmeye de dikkat edildi. Katılımcılardan Ö-1, 4. problemde “...verilen formülün cosinüs teoremi ile bulunduğunu biliyorum fakat ispatını hatırlayamadım.” şeklinde ifade etmiştir. Katılımcının bu ifadesi ispat yapmakta eksikliği olduğunu gösterir. Öğretmen adaylarının çözüm sürecini kontrol edebildikleri takdirde doğru sonuca ulaşabilmektedirler. Ö-4 ün “...4. sorunun cevabını -39 buldum.” ifadesi, Ö-2’ nin de “...4. sorunun cevabını -37 buldum.” ifadesi çözüm sürecinde doğru sonuca ulaşmanın da önemini gösterir.

### **İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Analitik Geometri Problemi Anlama Sürecinde Yaşadığı Güçlükler**

Çalışmada ulaşılan problemi anlama sürecinin ilki geometrik yorum yapma ile ilgilidir. Katılımcılardan Ö-4 “*Soruda verilen  $R^3$  bana uzayı anımsattı. Verilen denklemi çözdüğümde uzayda bir doğruyu bulmuş olurum.*” Olarak ifade etmiştir. [Verilen denklem uzayda düzlem belirtir.] 3. problemde verilenleri kâğıda aktarabilmesi problemi anladığını gösterir fakat verilen ifadenin uzayda düzlem oluşturduğunu bilmemesi Ö-4’ün bu problem için geometrik yorum yapamadığını gösterir.

Problemi anlama sürecinin ikincisi teorik yorum yapma ile ilgilidir. Katılımcılardan Ö-1 “*Sorudan anladıklarımı kâğıda yazdım ama sonuca ulaşamadım.*” olarak ifade etmiştir. Ö-1, 5. problemde bir noktanın doğruya olan uzaklığını, öncelikle teorik olarak yorumlamış sonrasında geometrik bir şekilde kâğıda aktarmıştır. Buradan da öğretmen adaylarının problemi yorumlayabilmesi için anlamış olmasının yeterli olmadığı söylenebilir.

### **İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Analitik Geometri Problemi Çözme Sürecinde Yaşadığı Duyguların Etkileri**

Duygu sürecinde, duygularını kontrol edebilen öğretmen adaylarının bildiklerini kâğıda daha iyi aktarabildikleri, çözüme daha kolay ulaşabildikleri ve çözüm sürecinde daha az hataya mahal verildiği gözlemlenmiştir. Duygularını kontrol edemeyen öğretmen adaylarının ise temel kavramları dahi unutabildiği, verileri şekil üzerinde yanlış konumlandığı ve çözüme

ulaşamadıkları gözlemlenmiştir. Katılımcılardan Ö-2 "*Şu an heyecanlıyım ve soru hakkında bildiklerimi unuttum.*" olarak ifade eden Ö-2 problem çözümlerinde heyecanını kontrol edemediği için kullanması gereken formülleri ve çözüm yollarını hatırlayamadı. Bu yüzden problem çözümüne devam edemeyeceğini düşündü ve bırakmak istedi.

### **İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Analitik Geometri Problemlerindeki Düşünme Süreçleri**

Çalışmada ulaşılan problemi düşünme sürecinin ilki cebirsel düşünme ile ilgilidir. Örneğin 3.problemdaki denklemi çözümleyebilmeleri öğretmen adaylarının cebirsel düşünebildiklerini gösterir.

Çalışmada ulaşılan problemi düşünme sürecinin ikincisi boyutsal düşünme ile ilgilidir. Boyutsal düşünme; 2 boyutlu düşünme, 3 boyutlu düşünme ve boyutlar arası ilişkilendirme olmak üzere 3 alt başlıkta incelenebilir. Genel olarak öğretmen adayları problem çözümlerinde hangi boyutta çalışacaklarını bilmekte ve 2 boyutlu düşünebilmektedirler. Ancak 3 boyutlu düşünmede zorlanmaktadır. Bunun sebebi boyutlar arası ilişkilendirmeyi sağlayamadıklarından kaynaklanmaktadır. Katılımcılardan Ö-6, 2. problemde düzgün dörtyüzlünün cisim yüksekliğini 2 boyutta gösterebilirken materyal üzerinde gösterememiştir. Buradan da 3 boyutlu düşünemediğini söyleyebiliriz.

### **İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Analitik Geometri Problem Çözme Süreçlerinde Bilgi Düzeyleri**

Gözlemlediğimiz bilgi sürecini; kavramsal, şekil ve teorik olmak üzere üç alt başlıkta inceleyebiliriz. Kavramsal bilgi, problem çözümlerinde kullanılan matematiksel terimleri tam olarak karşılayan açıklamalar olarak ele alınmıştır. Ö-4, "*...uzaklık, en yakın mesafedir.*" ifadesini kullanması kavramsal bilgiye sahip olduğunu gösterir. Şekil bilgisi için öğretmen adayının problem çözme sırasında problemde verilen şeklin özelliklerini bilmesine dikkat edilmiştir. Ö-6'nın 1. problemde "*...düzgün dörtyüzlünün tüm yüzeylerinin eşkenar üçgenden oluşur ve köşeden yüzeye inen diklik ağırlık merkezinden geçer.*" ifadesi düzgün dörtyüzlünün özelliklerini bilmesi şekil bilgisine sahip olduğunu gösterir. Teorik bilgisi için de problemlere ait olduğu konu hakkında gerekli bilgileri kullanabilmesi dikkate alınmıştır. Ö-5, 6.problemden "*...paralel yüzün hacmini karma çarpım ile bulurum.*" ifadesini belirtmesi ve işlemi gerçekleştirebilmesi karma çarpım ile ilgili gerekli teorik bilgiye sahip olduğunu gösterir. Ö-5, 4. problemde de normal vektör ile doğrultman vektörün düzleme göre konumlarını çizebilmesi, uzayda vektörel işlemleri uygulayabiliyor olması Ö-5'in gerekli teorik bilgileri bildiğini gösterir.

### **Sonuç ve Tartışma**

Bu çalışmada, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problem çözme becerileri araştırılmıştır. Çalışmada ulaşılan sonuçlar genel olarak alanyazını desteklemekle birlikte alanyazına bazı özgün sonuçlarda kazandırmıştır. Çalışmada ulaşılan en önemli sonuç çalışmaya katılan öğretmen adaylarından bazılarının analitik geometri problemi çözme sürecinde duygularını düzenleyemedikleridir. Bunun dışında matematik öğretmenlerin analitik geometri problemi çözmeye güçlükler yaşadığı ve hatalar yaptığı, çeşitli güçlükler yaptıkları, cebirsel düşünebildikleri ve kavramsal bilgi düzeylerinin yeterli olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada, matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemi çözme sürecinde yaşadığı zorluklar ve yaptığı hatalar vektör bilgisi, şekil yanlışlığı ve vektörel çarpımdan kaynaklı olarak belirlenmiştir. Güzel ve Yılmaz (2022) matematik öğretmeni adaylarının vektör konusundaki bilgileri yeterli olmasına rağmen işlemlerden kaynaklı hata yaptıklarını göstermiştir. Bu çalışmada da benzer biçimde öğretmenlerin analitik geometri alan bilgilerinin yeterli olduğu belirlenmesine rağmen bazı hataları olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının şekil çizmeye yönelik zorluk yaşadığı ve hataları olduğu belirlenmiştir. Öztürk ve Kaplan'da (2022) matematik öğretmenlerinin geometride şekil çizmeye ilişkin zorluk yaşadıklarını belirlemiştir. Şekil çizme yanlışlığında, matematik öğretmenlerinin geometrik şekillerin özelliklerini bildiği halde isimlerini karıştırması şeklinde açıklanabilir.



Çalışmanın sonucu matematik öğretmenlerinin analitik geometri problemi çözerken güçlük yaşadıkları; bu güçlüklerin işlem yapma, ispat ve sonuca ulaşma olarak üç başlıkta toplandığı belirlenmiştir. Matematik öğretmeni adaylarının işlem sürecinde güçlük yaşamaları işlem yapmada zorluk yaşamalarının (çalışmanın ilk sonucu) nedeni olabilir. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin işlem yapmada güçlük yaşadıklarını göstermiştir (Güzel & Yılmaz, 2022; Nool, 2012; Öztürk & Kaplan, 2022). Russo ve Hopkins (2019) öğretmenlerin problem çözmeye güçlükler yaşadığını, bu güçlüklerin problem çözmenin öngörülemez sonuçlarından duydukları korkunun getirdiği tereddütün sonucu olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada ulaşılan bulgular öğretmen adaylarının ispat yapmakta güçlük yaşadığını göstermiştir. Yapılan araştırmalarda öğretmen adaylarının geometri ispatlarında güçlük yaşadıklarına işaret etmiştir (Öztürk & Kaplan, 2022; Yeşilyurt Çetin & Dikici, 2021).

Bunun yanı sıra analitik geometri kavramlarının soyut olması ve günlük hayat üzerinden örneklendirme yapılamaması öğrencilerde kaygıya sebebiyet vermektedir. Doruk vd. (2016) matematik kaygısını günlük ve akademik yaşamda matematik problemlerini çözmeye ve sayıları kullanmada engel oluşturan kaygı ve gerginlik duygularını hissetmek olarak tanımlamışlardır. Çalışmada öğrencilerin analitik geometri problemiyle karşılaştıklarında heyecan ve kaygı yaşadıkları, duygularını düzenleyemedikleri belirlenmiştir. Son ve Lee (2021) matematik öğretmeni adaylarının problem çözme performansına ve problem çözme kavramına yönelik algılarını metaforik olarak incelemiştir. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarından bazılarının problem çözmeye yönelik olumsuz duyguları olduğunu belirlemişlerdir. Bu bağlamda araştırmada duygularını düzenleyemediği için öğretmen adaylarının problem çözmeye başarısız olmasının alan yazını desteklediği söylenebilir.

### Öneriler ve Eğitime Katkıları

Elde edilen sonuçlara göre karşılaşılan problemlerin aşılması ve analitik geometri dersinin etkin öğrenimi için; ders anlatımında materyallerden destek alınabilir, öğretmen adaylarının boyutlar arası geçişi sağlayabilmesi adına öğretim sürecinde iki boyutlu ve üç boyutlu cisimler kullanılarak öğretim desteklenebilir, ders esnasında öğretmen adaylarının aktif katıldığı bir eğitim süreci izlenebilir. Yanılgılara sebep olabilecek durumlara karşı kavramlar doğru ve net bir şekilde açıklanabilir, öğretim sırasında GeoGebra, Matlab, Maple gibi matematik öğretim programlarının kullanımı artırılarak öğretmen adaylarının analitik düşünme becerileri geliştirilebilir. Bununla birlikte problem çözümleri esnasında birden fazla yöntemin öğretilmesi öğretmen adayının problem çözme becerilerini geliştirmesine katkı sağlayabilir. Ezberci öğretimden çok uygulamalı öğretimin benimsenmesi; her olgunun, kuralın, durumun, formülün irdelenerek öğretilmesi öğretmen adaylarını analitik geometri problem çözme becerilerinin gelişmesine katkı sağlayacağı söylenebilir. Analitik geometriye katkı sağlaması adına da öğretmen adaylarının analitik geometri problem çözmeye ortaya çıkan sorunlara çözüm sağlayacak bir araştırma alanyazına kazandırılabilir.

### Kaynakça

- Akkan, Y. , Akkan, P. , Öztürk, M. & Demir, Ü. (2018). Görsel teoremler üzerine matematik öğretmenleriyle nitel bir çalışma. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 7(2), 56-74.
- Akkan, Y., Öztürk, M., Akkan, P. & Küçük Demir, B. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin aritmetik ve cebir problemleri hakkındaki inanışları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 156-176. <https://doi.org/10.17556/erziefd.431583>
- Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 231-274.
- Baltacı, S. , Yıldız, A. & Kösa, T. (2015). Analitik geometri öğretiminde geogebra yazılımının potansiyeli: Öğretmen adaylarının görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(3), 483-505. <https://doi.org/16949/turcomat.32803>

- Bayraktar, B. , Tapan Broutin, M. S. & Güneş, H. (2018). Cabri 3D Kullanımının Öğretmen Adaylarının Analitik Geometri Başarılarına Etkisinin İncelenmesi. *Academy Journal of Educational Sciences*, 2(2) , 172-192. <https://doi.org/10.31805/acjes.460636>
- Chapman, O. (2016). An exemplary mathematics teacher's way of holding problem-solving knowledge for teaching. In C. Csikos, A. Rausch, & J. Sztányi (Eds.), *Proceedings of the 40th conference of the international group for the psychology of mathematics education* (Vol. 2, pp. 139–146). PME.
- Delice, A., & Karaaslan, G. (2015). Dinamik geometri yazılımı etkinliklerinin öğrenci performansları bağlamında incelenmesi: analitik düzlemde doğru denklemleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 41(41), 35-57.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A Restatement of the relation of reflective thinking go the educative process*. Heath.
- Doruk, M., Öztürk, M., & Kaplan, A. (2016). Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik öz yeterlik algılarının belirlenmesi kaygı ve tutum faktörleri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 284–303.
- Goldstein, E. B. (2013). *Bilişsel psikoloji*. (Çev. O. Gündüz) Kaknüs Yayınları.
- Güzel, S. & Yılmaz, S. (2022). İlköğretim matematik öğretmenliği lisans öğrencilerinin vektörel çarpım konusundaki alan bilgilerinin incelenmesi. *International Journal of Active Learning*, 7(1), 23-58.
- Heddens J. W. & William R.S. (2001). *Today's mathematics*. John Wiley & Sons
- Hızarcı, S. (2004). Sunuş. In S. Hızarcı, A. Kaplan, A. S. İpek ve C. Işık (Eds.). *Euclid geometri ve özel öğretimi*. Öğreti Yayınları.
- Kaplan, C. A. & Simon, H. A. (1990). In search of insight. *Cognitive Psychology*, 22(3), 374-419.
- Karapıçak, S. (2018). *10. sınıf öğrencilerinin analitik geometride hata ve kavram yanlışlarının analizi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Lester, F. (1994). Musings about mathematical problem solving: 1970–1994. *Journal of Research in Mathematics Education*, 25, 660–675.
- Lester F. K. (2013). Thoughts about research on mathematical problem-solving instruction. *The mathematics enthusiast* 10(1), 245-278.
- Nool, N. R. (2012). Exploring the metacognitive processes of prospective mathematics teachers during problem solving. *International Proceedings of Economics Development and Research*, 30, 302–306.
- Öztürk, M., Akkan, Y., & Kaplan, A. (2020). Reading comprehension mathematics self-efficacy perception and mathematics attitude as correlates of students non-routine mathematics problem-solving skills in Turkey. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(7), 1042–1058. <https://dx.doi.org/10.1080/0020739X.2019.1648893>
- Öztürk, M., & Kaplan, A. (2019). Cognitive analysis of constructing algebraic proof processes a mixed method research. *Education and Science*, 44(197), 25–64. <https://dx.doi.org/10.15390/EB.2018.7504>
- Öztürk, M. & Kaplan, A. (2022). Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik ispat yapma süreci: bir durum çalışması. *Eurasian Journal of Teacher Education*, 3(1), 39-54.
- Özüm Bülbül, B., & Güven, B. (2019). Geometrik düşünme alışkanlıkları ile akademik başarı arasındaki ilişkinin incelenmesi: Matematik öğretmeni adayları örneği. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 711-731.

- Pazarbaşı, B.(2015). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının analitik geometri alan dilini kullanma becerileri ve tutumlarının incelenmesi* (Tez No. 388151), [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Posamentier, A. S., & Krulik, S. (1988). *Problem solving strategies for efficient and elegant solutions: A resource for the mathematics teacher*. Sage Publications.
- Russo, J., & Hopkins, S. (2019). Teachers' perceptions of students when observing lessons involving challenging tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education, 17*(4), 759-779.
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383-395). Lawrence Erlbaum.
- Smith, E. E. and Kosslyn, S. M. (2014). *Bilişsel psikoloji: Zihin ve beyin*. (Çev. M. Şahin). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Son, J. W., & Lee, M. Y. (2021). Exploring the relationship between preservice teachers' conceptions of problem solving and their problem-solving performances. *International Journal of Science and Mathematics Education, 19*(1), 129-150.
- Şahin, F. Y. (2004). Ortaöğretim öğrencilerinin ve üniversite öğrencilerinin matematik korku düzeyleri. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama, 3*(5), 57-74.
- Şen, S. & Yıldırım, İ. (2021). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Türk Dil Kurumu (2021). Büyük Türkçe Sözlük. 15.11.2021 tarihinde alınmıştır.
- TC Milli Eğitim Bakanlığı (2009). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı*. MEB
- The National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Türnüklü, E., Gündoğdu Alaylı, F., Simge Ergin, A. & Baştürk Şahin, B.N. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının şekil oluşturma düzeylerinin bazı değişkenlerle ilişkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 10*(1), 281-312. <https://doi.org/10.17522/nefmed.54491>
- Yazıcı, N. (2019). Temel geometri kavramlarına ilişkin matematik öğretmen adaylarının genel alan bilgisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21*(1), 135-155. <https://doi.org/10.17556/erziefd.425538>
- Yeşilyurt Çetin, A., & Dikici, R. (2021). Organizing the mathematical proof process with the help of basic components in teaching proof: Abstract algebra example. *LUMAT International Journal on Math Science and Technology Education, 9*(1), 235-255. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1497>.

### Extended Abstract

#### Introduction

Geometry, in general, and analytic geometry, in particular, make it easier to visualize shapes (Hızarcı, 2004) and allow you to think differently about events (Akkan et al., 2018). In this way, it helps students better understand their world and make connections between mathematical concepts and everyday life (Türnüklü et al., 2016). For this reason, it is considered necessary that students study analytic geometry. Students' understanding of mathematical concepts, their aptitude for mathematics, and their ideas about mathematics are shaped by the teachers they meet in school (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). In recent years, researchers have also paid attention to the role of teachers in student learning (Akkan et al., 2019; Sherin, 2004). Teachers organize and shape the learning environment. Therefore, what teachers teach significantly impacts students' learning (Akkan et al., 2019). In this context, it can be said

that the field knowledge of teachers is essential for the study of analytic geometry by secondary school students (Akkan et al., 2018). In this study, he aims to study the processes of solving problems of analytical geometry of elementary school mathematics teachers. The study results are expected to serve as a guide for research aimed at improving mathematics teachers' content knowledge.

In the literature on mathematics education, research on analytic geometry remains at the student level (Delice & Karaaslan, 2015; Karapıçak, 2018), while research conducted at the level of teacher candidates or teachers (Guzel & Yılmaz, 2022; Özümlü & Güven, 2019) are very limited. It has been determined that the studies conducted with teachers of pre-service activities are primarily quantitative and therefore are studies aimed at generalization and not in-depth research. For example, Güzel and Yılmaz (2022) conducted a study to examine the knowledge content of mathematics teachers before starting work in vector multiplication. As a result of the study they conducted by the quantitative research plan, they determined that the students were successful in the vector product and that there was a positive relationship between the level of knowledge of the subject of the vector product and their views on analytic geometry. The researchers suggested studying the knowledge of analytic geometry, self-efficacy, the problem-solving process, and misconceptions of future math teachers. In particular, the study of the processes of solving problems of analytical geometry by mathematics teachers is considered essential for organizing curricula and identifying misconceptions. In this regard, this study was carried out to study the processes of solving problems of analytical geometry in candidates for teachers of mathematics in elementary school. To this goal, the following research questions were answered.

- 1) What misconceptions arise among candidates for primary school teachers in solving problems in analytical geometry?
- 2) What difficulties do future teachers of elementary mathematics face in the process of solving problems of analytical geometry?
- 3) What difficulties do candidates for teachers of primary school mathematics face in understanding the problem of analytic geometry?
- 4) How do their emotions affect the process of solving problems in analytic geometry of candidates for elementary mathematics teachers?
- 5) What are the mental processes of candidates for primary school mathematics teachers when solving problems of analytical geometry?
- 6) What are the levels of knowledge of candidates for primary school mathematics teachers in solving problems in analytical geometry?

### **Method**

This study was conducted in a case study model, one of the qualitative studies. Criteria sampling, one of the purposeful sampling methods, was adopted in selecting study participants. The research data was collected in the fall semester of the 2021-2022 academic year. The study was conducted with six participants selected from among the candidates for teachers of mathematics in primary grades 2. Three teacher candidates are women (code S1-3) and three men (code S4-6). When analyzing the process of solving problems in analytical geometry, Think-aloud protocols, and action cards were used to collect data. The "think aloud" protocol is implemented by the student reporting their thoughts aloud while solving the problem. Activity cards also consist of tasks that the student solves while thinking aloud. When analyzing the research data, the content analysis method was used. In data analysis, the data was first analyzed and coded (Table 1). In other words, the problems that teachers face before starting work in solving problems of analytical geometry were identified. The resulting codes were then classified according to the general characteristics of the problems experienced.

**Results**

In this study, the skills of solving problems in analytical geometry were studied in candidates for primary school mathematics teachers. While the study's results generally confirm the findings in the literature, it also brought some initial results to the literature. The most important result achieved in the study is that some of the teachers participating were unable to regulate their emotions while solving analytic geometry problems. In addition, it was found that mathematics teachers made mistakes in solving problems of analytical geometry, experienced various difficulties, could think algebraically, and had sufficient conceptual knowledge.