



**T.C.  
AMASYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ  
GEOMETRİ SORULARINA VERİLEN YANITLARI  
DEĞERLENDİRME YAKLAŞIMLARININ İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MİNE KESERCİ**

**HAZİRAN**

**MİNE KESERCİ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ  
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**HAZİRAN 2025**

**ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ GEOMETRİ  
SORULARINA VERİLEN YANITLARI DEĞERLENDİRME  
YAKLAŞIMLARININ İNCELENMESİ**

**Mine KESERCİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Nida EMÜL**

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2025**

## Yüksek Lisans Tezi Kabul ve Onay Sayfası

Mine KESERCİ tarafından hazırlanan “Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Geometri Sorularına Verilen Yanıtları Değerlendirme Yaklaşımlarının İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Nida EMÜL

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum .....

**Başkan :** Dr. Öğr. Üyesi Ebru KÜKEY

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fırat Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum .....

**Üye :** Dr. Öğr. Üyesi Birol TEKİN

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum .....

Tez Savunma Tarihi: 20/06/2025

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ümit YILDIRIM

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mine KESERCİ

20/06/2025

ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ GEOMETRİ  
SORULARINA VERİLEN YANITLARI DEĞERLENDİRME YAKLAŞIMLARININ  
İNCELENMESİ  
(Yüksek Lisans Tezi)

Mine KESERCİ

AMASYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2025

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometri alanındaki açık uçlu sorulara verilen yanıtları nasıl değerlendirdiklerini incelemektir. Bu amaçla İlköğretim matematik Öğretmenliği lisans programı son sınıfta öğrenim gören toplam dokuz öğretmen adayı katılımcı olarak belirlenmiş ve bu adayların geometri alanında belirlenen 5 soruya verilen olası öğrenci yanıtları değerlendirmeleri istenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, öğretmen adaylarının öğrenci çözümlerini değerlendirirken çok boyutlu ve karmaşık bir yaklaşım benimsedikleri; ancak bu yaklaşımda kavramsal doğruluk, akıl yürütme ve matematiksel temsillerin kullanımının öne çıktığı görülmüştür. Varılan sonuçlara göre değerlendirme ölçütlerinin standartlaştırılması yönünde öğretmen adaylarına öğretim uygulamaları yapılması önerilmiştir.

Sayfa Adedi  
Anahtar Kelimeler  
Danışman

: 73  
: Öğretmen adayları, Geometri, Muhakeme  
: Dr. Öğr. Üyesi Nida EMÜL

AN EXAMINATION OF PRESERVICE MIDDLE SCHOOL MATHEMATICS  
TEACHERS' APPROACHES TO EVALUATE ANSWERS TO GEOMETRY  
QUESTIONS

(M. Sc. Thesis)

Mine KESERCİ

AMASYA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2025

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine how prospective middle school mathematics teachers evaluate responses to open-ended questions in geometry. Nine prospective teachers in the final year of the Elementary Mathematics Teaching undergraduate program were selected as participants and asked to evaluate possible student responses to five questions in geometry. The findings indicated that prospective teachers adopted a multidimensional and complex approach to evaluating student solutions, but this approach emphasized conceptual accuracy, reasoning, and the use of mathematical representations. Based on the findings, it was suggested that teacher candidates should be given teaching practices to standardize the evaluation criteria.

|                 |                                             |
|-----------------|---------------------------------------------|
| Number of pages | : 73                                        |
| Keywords        | : Prospective teachers, Geometry, Reasoning |
| Supervisor      | : Asst. Prof. Dr. Nida EMÜL                 |

## ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın her aşamasında bana rehberlik eden, değerli fikirleri ile bana yol gösteren; her zaman çekinmeden yanına gidebildiğim ve arayabildiğim, benim için tüm iyi niyeti ile yardımını esirgemeyen, desteğini hep hissettiğim tez danışmanım, değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Nida EMÜL'e teşekkür ederim. Ayrıca tezimin son şeklini almasında değerli önerileri ile bana yol gösteren jüri üyelerimize teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama gönüllü olarak katılımları ile tüm görüşme sürecinde güzel ve keyifli bir şekilde yardımcı olan öğretmen adaylarına teşekkürlerimi sunarım.

Bugün bu satırları yazabilmem için bana hayatımın her anında varlıklarını hissettiren aileme; kendimi geliştirmek isteğimi her söylediğimde desteğini hissettiren canım babama, hayatımın her anında ses tonumdan dahi beni anlayıp bana destek olan ve hep daha mutlu olmam için elinden geleni yapan canım anneme, beni her anlamda kabul eden, abla olmanın güzelliği ile hep destek olan kardeşlerime içtenlikle ve samimiyetle teşekkür ediyorum.

## İÇİNDEKİLER

|                                                   | Sayfa |
|---------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                        | iv    |
| ABSTRACT.....                                     | v     |
| ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR.....                           | vi    |
| İÇİNDEKİLER .....                                 | vii   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                           | ix    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                             | x     |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....              | xi    |
| 1. GİRİŞ.....                                     | 1     |
| 1.1. Problem Durumu.....                          | 1     |
| 1.2. Problem Cümlesi.....                         | 3     |
| 1.4. Araştırmanın Amacı.....                      | 3     |
| 1.5. Araştırmanın Önemi.....                      | 3     |
| 1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları .....            | 5     |
| 1.7. Araştırmanın Varsayımları.....               | 5     |
| 1.8. Tanımlar.....                                | 5     |
| 2. KURAMSAL ÇERÇEVE.....                          | 6     |
| 2.1. Geometrik Düşünme.....                       | 6     |
| 2.1.1. Van Hiele geometrik düşünme modeli.....    | 6     |
| 2.1.2. Fischbein'in şekilsel kavram teorisi ..... | 8     |
| 2.1.3. Duval'in bilişsel modeli .....             | 8     |
| 2.3. Geometri Öğretimi .....                      | 9     |
| 2.4. Matematiksel Muhakeme .....                  | 11    |

|                                                                                  | <b>Sayfa</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2.5. Matematik Eğitiminde Ölçme ve Değerlendirme.....                            | 12           |
| 2.6. İlgili Araştırmalar .....                                                   | 15           |
| 2.6.1. Geometri öğretimi ile ilgili araştırmalar.....                            | 15           |
| 2.6.2. Matematik eğitiminde ölçme ve değerlendirme ile ilgili araştırmalar ..... | 17           |
| 3. YÖNTEM .....                                                                  | 21           |
| 3.1. Araştırma Modeli.....                                                       | 21           |
| 3.2. Çalışma Grubu.....                                                          | 21           |
| 3.3. Veri Toplama Araçları.....                                                  | 22           |
| 3.4. Veri Toplama Süreci.....                                                    | 29           |
| 3.5. Verilerin Analizi .....                                                     | 29           |
| 3.6. Geçerlik ve Güvenirlik.....                                                 | 30           |
| 4. BULGULAR.....                                                                 | 32           |
| 4.1. Birinci Soruya Ait Bulgular.....                                            | 32           |
| 4.2. İkinci Soruya Ait Bulgular.....                                             | 37           |
| 4.3. Üçüncü Soruya Ait Bulgular .....                                            | 43           |
| 4.4. Dördüncü Soruya Ait Bulgular .....                                          | 47           |
| 4.5. Beşinci Soruya Ait Bulgular.....                                            | 52           |
| 5. SONUÇ VE TARTIŞMA .....                                                       | 57           |
| 6. ÖNERİLER.....                                                                 | 62           |
| KAYNAKLAR.....                                                                   | 62           |
| EKLER.....                                                                       | 70           |
| EK-1: Araştırma İzni.....                                                        | 71           |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                   | 73           |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

| Çizelge                                                                                 | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 3.1. Katılımcı öğretmen adaylarına dair bilgiler .....                          | 22    |
| Çizelge 4.1. Soru 1'e ait olası öğrenci çözümleri .....                                 | 33    |
| Çizelge 4.2. Soru 1'e ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları ..... | 34    |
| Çizelge 4.3. Soru 2'ye ait olası öğrenci çözümleri .....                                | 38    |
| Çizelge 4.4. Soru 2'ye ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları .... | 39    |
| Çizelge 4.5. Soru 3'e ait olası öğrenci çözümleri .....                                 | 43    |
| Çizelge 4.6. Soru 3'e ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları ..... | 45    |
| Çizelge 4.7. Soru 4'e ait olası öğrenci çözümleri .....                                 | 48    |
| Çizelge 4.8. Soru 4'e ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları ..... | 49    |
| Çizelge 4.9. Soru 5'e ait olası öğrenci çözümleri .....                                 | 53    |
| Çizelge 4.10. Soru 5'e ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları .... | 54    |

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

| <b>Şekil</b>                                       | <b>Sayfa</b> |
|----------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 3.1. Soru 1 .....                            | 24           |
| Şekil 3.2. Soru 2 .....                            | 24           |
| Şekil 3.3. Soru 3 .....                            | 25           |
| Şekil 3.4. Soru 4 .....                            | 25           |
| Şekil 3.5. Soru 5 .....                            | 26           |
| Şekil 3.6. Soru 2'ye ait olası çözüm örneği .....  | 27           |
| Şekil 3.7. Soru 5'e ait olası çözüm örneği .....   | 27           |
| Şekil 3.8. Soru 4'e ait olası çözüm örneği .....   | 27           |
| Şekil 3.9. Soru 1'e ait olası çözüm örneği .....   | 28           |
| Şekil 3.10. Soru 3'e ait olası çözüm örneği .....  | 28           |
| Şekil 3.11. Soru 2'ye ait olası çözüm örneği ..... | 29           |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, yanda açıklamaları verilmek üzere aşağıda listelenmiştir.

### Simgeler

### Açıklama

MEB

Millî eğitim bakanlığı

NCTM

National council of teachers of mathematics



# 1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, problem cümlesi, amacı, önemi, sınırlılıkları, varsayımları ve tanımlarına yer verilmiştir.

## 1.1. Problem Durumu

Öklid temelli okul geometrisi, biçimselleştirilmiş (veya matematikselleştirilmiş) uzaysal nesnelerin, ilişkilerin ve dönüşümlerin ve bunları temsil etmek için oluşturulmuş aksiyomatik matematiksel sistemlerin incelenmesi olarak betimlenmiştir (Clements ve Battista, 1992). Matematik eğitimi literatüründeki düşünsel tartışmaları inceleyen Gonzáles ve Herbst (2006), okullarda geometri öğretiminin öğrencilerin;

i) varsayım oluşturma ve kanıtlama deneyimi yaşamalarını gerektiren matematiksel içerik yönüne, ii) akıl yürütme becerilerini geliştirmelerini gerektiren mantıksal içerik yönüne, iii) dünyayı modellemelerine olanak tanıyan bir dil öğrenmelerini gerektiren deneyimsel içerik yönüne ve iv) gelecekteki matematiksel olmayan çalışmaları için araçlar edinmelerini gerektiren faydacı içerik yönüne (Gonzáles ve Herbst, 2006, s.13)

dayalı olarak şekillendirildiğini belirtmişlerdir. Birçok ülkede geometri eğitiminin mevcut amaçlarının bu dört içerik kapsamında belirlendiğini söylemek mümkündür (Sinclair ve Bruce, 2015).

Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyinin (NCTM, 2000; s.41), “tanımlardan öte, ilişkilerin betimlenmesi ve muhakeme yapmak” olarak betimlediği geometri, öğrencilerin muhakeme etmeyi ve matematiğin aksiyomatik yapısını görmeyi öğrendikleri bir öğrenme alanı olarak kabul edilir. Muhakeme etme becerisi ise neredeyse matematik yapmak ile bir tutulmuştur. Matematiksel muhakeme becerisine (veya akıl yürütme) diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizdeki öğretim programlarında matematiğe özgü beceriler arasında yer verilmiştir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013; 2018). MEB tarafından 2024 yılında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli adıyla yayınlanan güncel ortaokul matematik öğretim programında da belirlenen beş alan becerisinden biri “bilgi ve varsayımlar kullanılarak mantığa yatkın çıkarımlarda bulunma süreci” olarak betimlenen matematiksel muhakeme becerisi olmuş ve çözümleme, yorumlama, çıkarım yapma ve matematiksel

doğrulama veya ispat yapma şeklinde alt becerilerle açıklanmıştır (Karabey ve Erdoğan, 2023; s.980). Geçmiş öğretim programlarıyla kıyaslandığında bu programdaki öğrenme çıktıları süreç bileşenleri şeklinde detaylandırılmıştır. Bu süreç bileşenleri incelendiğinde ise “varsayımda bulunur”, “çıkarımda bulunur”, “açıklar”, “inceler”, “değerlendirir”, “gerekçeler sunar” gibi matematik eğitimi literatüründe muhakeme becerisinin tanımlanmasında öne çıkan ifadelerle açıklandığı görülmektedir (MEB, 2024a). Detaylı biçimde betimlenen bu öğrenme çıktılarına öğrencilerin ulaşip ulaşamadığını izlemek ve değerlendirmek için ise ölçme ve değerlendirme işlemlerinin uygun biçimde yürütülmesi önerilmektedir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında programı uygulamada rehberlik etmesi amacıyla öğretmenlere yönelik yayınlanan modüllerden biri olan “Öğrenme Kanıtları (Ölçme ve Değerlendirme)” başlıklı modülde ölçme ve değerlendirmenin kapsamı hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir (MEB, 2024b). Çoktan seçmeli sorular yerine açık uçlu veya kısa cevaplı soruların kullanılmasının önemi üzerinde durulmuş ve ülke geneli ortak yazılı sınavlarda 2024 yılında ilk kez bu türden sorular kullanılmıştır. Ayrıca bu modülde soruların yanıtlarının değerlendirilmesi için dereceli puanlama anahtarlarının veya rubriklerin kullanılması, öğrencilere geri bildirim verilmesi ve doğru veya yanlış yanıtların ötesine geçilerek öğrencilerin düşünce süreçlerinin ve argüman kalitelerinin dikkate alınması önerilmiştir. Ancak modülde de belirtildiği üzere bu türden sorular için puanlamanın nasıl yapılacağı öğretmenler için zorlayıcı bir süreçtir.

Geometri öğretimi ile ilgili literatür incelendiğinde farklı öğretim seviyelerinde çeşitli bağlamlarla yapılmış pek çok çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların büyük bir bölümün öğrencilerin geometrik kavramları anlama ve geometrik muhakeme düzeylerini belirleme üzerine olduğu görülmektedir (Kılıç ve diğerleri, 2007; Mutluoğlu ve Erdoğan, 2020). Ayrıca öğrencilerin geometri kavramlarını öğrenmede yaşadığı zorluklar (Aygün, Hacısalihoğlu-Karadeniz ve Bütüner, 2020; Gürbüz ve Gülburnu, 2013), geometri öğretiminde kullanılabilecek yöntem ve teknikler (Batdal-Karaduman ve Davaslıgil, 2020; Gülsar, Tapan Broutin ve İlkörücü, 2018; Önal ve Göloğlu-Demir, 2012) ve özellikle son yıllarda teknoloji destekli geometri öğretimi (Kutluca ve Zengin, 2011; Ünal ve Filiz, 2023), uzamsal yetenek ve cinsiyet gibi geometri başarısını etkileyen faktörler (Erkek ve Işıksal Bostan, 2015), geometri müfredatı (Bacakoğlu ve Tertemiz, 2021) ve matematik kitaplarındaki geometri içeriğinin değerlendirilmesi (Güklük, 2023; Karakuş ve Korkutan,

2021); öğretmen veya öğretmen adaylarının geometri alanına yönelik pedagojik alan bilgisi (Dede, Akçakın ve Kaya, 2018; Gündoğdu Alaylı, 2023) ile ilgili çalışmaların olduğu görülmektedir. Öğretmen bilgisine dayalı yapılan çalışmalar daha detaylı incelendiğinde öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının geometri etkinlikleri tasarlama (Açıkgül ve Aslaner, 2015; Burmabıyık ve Karamete, 2019) veya öğrenci zorluklarını belirleyebilme (Öksüz ve Başışık, 2019; Yıldız ve Es, 2015) durumlarının çalışıldığı görülmüş ancak ölçme ve değerlendirme faaliyetleri kapsamında yapılan araştırmaların oldukça az olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmaların genel olarak matematik öğretmenlerinin ölçme ve değerlendirme ile ilgili görüşlerinin (Karakuş, 2010; Peker ve Acar, 2024); nicel yaklaşımlarla yeterlilik düzeylerinin (Baştürk ve Dönmez, 2011; Sütçü ve Bulut, 2017) veya yeterlilik algılarının (Gencel ve Özbaşı, 2013; Yeşilyurt, 2012) incelendiği ve ölçme ve değerlendirmeyi nasıl yaptıkları ve bu süreçte yazılı sınavlar gibi klasik araçların yanında ürün dosyası gibi alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarını kullanıp kullanmadıklarına (Önel ve diğerleri, 2020) dair olduğu görülmüştür. Dolayısıyla mevcut çalışmanın amacı bu yönde şekillendirilmiş ve öğretmen adaylarının geometri kavramları kapsamında öğrenci yanıtlarını nasıl değerlendirdikleri ve bu süreçte yaşadığı zorlukların incelenmesi amaçlanmıştır.

## **1.2. Problem Cümlesi**

Araştırmanın problemi “Ortaokul matematik öğretmen adayları, geometri alanındaki açık uçlu sorulara verilen yanıtları nasıl değerlendirmektedir?” şeklinde belirlenmiştir.

## **1.3. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometri alanındaki açık uçlu sorulara verilen yanıtları nasıl değerlendirdiklerini incelemektir.

## **1.4. Araştırmanın Önemi**

Geometri üzerine çalışmak öğrencilerin sezgisel düşünme, görselleştirme, problem çözme, varsayımda bulunma, gerekçelendirme, ispat yapma becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur (Jones, 2003). Öğrencilerin bilgi ve becerilerinin gözlemlenebilmesi, uygun dönütleri alabilmesi için ise uygun değerlendirme araçlarının kullanılması önemlidir. Ulusal ve

uluslararası literatür incelendiğinde öğretmenlerin geleneksel bir ölçme aracı olan yazılı sınavlara dayalı değerlendirme yapma eğiliminde olduğu görülmüştür (Gelbal ve Kelecioğlu, 2007; Önel ve diğerleri, 2020; Özcan ve Yenilmez, 2022; Watt, 2005). Bu sınavlarda çoktan seçmeli sorular yerine açık uçlu veya kısa cevaplı soruların kullanılması ve öğrencilerin düşünce süreçlerinin niteliğinin değerlendirilmesi önerilmektedir (MEB, 2024). Ancak bu değerlendirme için dereceli puanlama anahtarlarının hazırlanması ve farklı şekillerde ifade edilmiş yanıtların duyarlı ve objektif bir şekilde puanlanmasının zor olduğu söylenebilir (Parlak ve Doğan, 2014).

Öğretmenlerin mesleki bilgi ve becerilerinin öğretim programlarının uygulayıcıları olarak öneriler doğrultusunda programın uygulanmasında ve belirlenen hedeflere ulaşılmasında büyük bir role sahip olduğu bilinmektedir. Öner'in (2010) de aktardığı gibi Lee Shulman ve araştırmacı arkadaşları tarafından 1980'lerde yapılan çalışmalar ile öğretmen bilgisi kavramsallaştırılmış ve bu çalışmalar temel alınarak bir öğretmenin sahip olması önerilen öğretme bilgisi çeşitli bileşenleri içeren modeller ile açıklanmaya devam etmektedir. Bu modeller incelendiğinde ölçme ve değerlendirmenin pedagojik alan bilgisinin bir bileşeni olarak ortaya konulduğu görülmektedir. Örneğin Tamir (1988) bir öğretmenin ölçme ve değerlendirme bilgisini dersin öğretiminde hangi boyutların değerlendirilmesinin önemli olduğunun bilinmesi ve verilen öğretimin hangi yöntemlerle değerlendirilebileceğinin bilinmesi şeklinde ele almıştır. İlgili literatür incelendiğinde matematik öğretmeni ya da öğretmen adaylarıyla ölçme ve değerlendirme faaliyetleri kapsamında yapılan araştırmaların oldukça az olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda öğretmenlerin ölçme ve değerlendirme ile ilgili görüşlerinin alındığı (Karakuş, 2010; Peker ve Acar, 2024); nicel yaklaşımlarla yeterlilik düzeylerinin veya algılarının (Baştürk ve Dönmez, 2011; Gencel ve Özbaşı, 2013; Sütçü ve Bulut, 2017; Yeşilyurt, 2012) incelendiği, alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarını kullanıp kullanmadıklarının tespit edildiği (Önel ve diğerleri, 2020) görülmüştür. Ancak öğretmenlerin öğrencilerin yazılı yanıtlarını nasıl değerlendirdiklerine dair araştırmaların az olduğu görüldüğünden mevcut çalışmanın amacı bu yönde şekillendirilmiş ve öğretmen adaylarının geometri kavramları kapsamında öğrenci yanıtlarını nasıl değerlendirdikleri incelenmiştir.

### 1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, MEB kaynaklarda bulunan sorulardan seçilen 5 geometri sorusu ile sınırlıdır.

Ayrıca araştırmanın bir diğer sınırlılığı nitel bir yaklaşımla yürütülmesinden dolayı katılımcı sayısının sınırlı sayıda olmasıdır.

### **1.6. Araştırmanın Varsayımları**

Katılımcı öğretmen adaylarının bu araştırmanın yürütülebilmesi için gerekli ön bilgilerinin ve becerilerinin yeterli olduğu varsayılmıştır. Ayrıca yapılan görüşmelerde samimi, içten ve doğal davrandıkları varsayılmıştır.

### **1.7. Tanımlar**

Matematiksel Muhakeme: Bilgi ve varsayımlar kullanılarak mantığa yatkın çıkarımlarda bulunma sürecidir. Çözümleme, yorumlama, çıkarım yapma ve matematiksel doğrulama veya ispat yapma şeklindeki alt becerilerden oluşur (MEB, 2024).

Açık Uçlu Soru: Öğrencilerin yanıtlarını kendilerinin yapılandığı, yanıtlarına nasıl ulaştıklarını, kullandıkları bilgileri ve gerekçeleri açıklama fırsatı buldukları soru türüdür (İlhan, 2016).

## 2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde geometrik düşünme, geometri öğretimi, matematiksel muhakeme ve matematik eğitiminde ölçme ve değerlendirmeye dair bilgilere ve ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

### 2.1. Geometrik Düşünme

Geometri, görsellik ve sezgiden soyutlamaya, tarihsel temellerden güncel uygulamalara uzanan çok yönlü bir disiplindir (Jones ve Tzekaki, 2016). Bu disiplin için büyük gelişmelerden biri Öklid'in bu alanda yapılmış çalışmaları sistematik hale getirerek Elemanlar adlı 13 ciltlik eseriyle aksiyomatik geometri anlayışını geliştirmesidir. İkinci büyük gelişme ise Öklid'in 5. postulatını ispatlama çabalarıyla başlayan ve Öklid-dışı geometrilerin ortaya çıkmasına yol açan süreçtir (Duatepe-Paksu ve diğerleri, 2022). Dünya genelinde öğretim programlarının Öklid geometrisi etrafında şekillendirildiği söylenebilir (Jones, 2002).

Okulöncesi dönemden lise dönemlerine kadar uzanan süreçte geometri çalışmak uzaysal nesnelerin, bu nesnelerin ilişkilerinin ve dönüşümlerinin; bunların matematikselleştirilmesi ve formülleştirilmesinin; ve bunları temsil etmek için oluşturulmuş aksiyomatik matematiksel sistemlerin incelenmesini içerir (Clements, 2003). Bireylerde geometrik düşünmenin nasıl gerçekleştiğini ve geliştiğini ele alan birçok yaklaşım bulunmakla birlikte öne çıkan üç modelin olduğu söylenebilir. Bunlardan biri geometrik düşünmeyi Piaget'nin bilişsel gelişim teorisine dayandırarak gelişimsel ve hiyerarşik bir yaklaşımla açıklayan van Hiele geometrik düşünme modelidir. Diğer iki model ise geometrik düşünmeyi bilişsel bir yaklaşımla açıklayan Fischbein'in şekilsel kavram teorisi ve Duval'in bilişsel modelidir.

#### 2.1.1. Van Hiele geometrik düşünme modeli

Hollandalı çift Dina van Hiele-Geldof ve Pierre van Hiele tarafından 1957'de ortaya konulan ve uluslararası literatürde kabul görerek sıklıkla başvurulanan bir yaklaşımdır (Duatepe Paksu, 2016). Modele göre öğrenciler geometri öğrenirken görsel, betimsel, basit

çıkarım, çıkarım ve sistematik düşünme olarak adlandırılabilen beş düzeyden geçmektedir (Van de Walle ve diğerleri, 2016). Duarte Paksu'nun (2016) aktardığı üzere bu düzeyler aşağıdaki gibi açıklanabilir:

**Düzye 0 (Görselleştirme):** Birey, karşılaştığı şeklin geometrik özelliklerinden ziyade dış görünüşüyle ilgilenir. Şeklin büyüklüğü-küçüklüğü, yönü, konumuna ait özellikleri birey için önemlidir. Örneğin, bir öğrenci karenin görsel temsilini daha önce gördüğü kare görsellerine dayanarak tanıyabilir ancak farklı konumlandırılmış bir temsilin kare olmadığını iddia edebilir.

**Düzye 1 (Analiz):** Birey, bütün halinde karşılaştığı geometrik şeklin parçalardan oluştuğunu ve bu parçaların her birinin belirli özelliklere sahip olduğunu fark edebilir. Bir şeklin tüm özelliklerini sıralayabilir. Ancak şekillerin özellikleri arasında bir ilişki kuramaz. Örneğin, öğrenciden kare ve dikdörtgenin özelliklerini sıralaması istenildiğinde ikisini de ayrı ayrı ifade edebilir. Ancak karenin özel bir dikdörtgen olduğunu ifade edemez.

**Düzye 2 (İnformel Çıkarım):** Birey bu düzeyde ayrı ayrı özelliklerini betimleyebildiği geometrik şekiller arasında ilişki kurmaya başlar ve şekilleri sınıflandırabilir. Geometrik bir kavramı yeterli özelliklerini göz önünde bulundurarak tanımlayabilir. Ayrıca bu düzeyde olan bir birey verilen ispatı anlamlı bir şekilde takip edebilir.

**Düzye 3 (Çıkarım):** Birey bu düzeyde geometrinin aksiyomatik yapısını anlayabilir ve kendi başına ispat yapabilir. Bu süreçte matematiksel dili formel olarak kullanabilir.

**Düzye 4 (Sistematik Düşünme):** Bu düzey artık matematikle bilimsel olarak uğraşan bireylerin gelebildiği düzeyi ifade etmektedir. Bireyin ifadelerinde yorumlarından daha çok ispatlar veya teorilerin yer aldığı görülür. Birey Öklid dışı geometriyi de yorumlayabilir ve farklı aksiyomatik yapıları kendi oluşturabilir.

Van Hiele (1999) geometri öğrenirken öğrencilerin düzeylerden ardışık bir sırayla geçtiğini ve düzeylerde ilerleyebilmenin yaş veya biyolojik olgunlaşmadan daha çok eğitime bağlı olduğuna ve eğitimsel deneyim türlerinin gelişimi destekleyebileceğine veya engelleyebileceğine inandığını belirtmiştir. Araştırmacıya göre bir seviyeden diğerine

geçişini teşvik etmek için keşif aşamasıyla başlayan etkinlikler, kavramları ve ilgili dili kademeli olarak oluşturan ve öğrencilerin öğrendiklerini halihazırda bildikleriyle bütünleştirmelerine yardımcı olan etkinliklerle devam edilmelidir.

### **2.1.2. Fischbein'in şekilsel kavram teorisi**

Fischbein'in (1993) şekilsel kavram teorisi, geometrik düşünmenin şekiller ve kavramlar arasındaki ilişkiye dayandığını öne sürmüştür. Fischbein'a göre, geometrik nesneler hem görsel (şekilsel) hem de kavramsal özellikler taşır. Örneğin bir üçgenin görsel temsili çizilen bir şekil olmakla birlikte, benzer özellikleri taşıyan tüm üçgenlerin kavramsal temsili sayılır. Araştırmacıya göre geometrik muhakeme sürecinde görsel temsillerle çalışmanın büyük önemi olsa da öğrenciler geometrik kavramların tanımlarını ihmal ederek şekillere/görsel temsillere dayalı algılarının baskın olduğu bir düşünme sürecine girerlerse bu durum doğru muhakeme etmelerine engel teşkil eder. Nitelikli bir geometrik muhakemede, şekil ve kavram birlikte ve dengeli kullanılmalı ve kavramlara dair tanım ve özellikler süreci kontrol etmelidir.

### **2.1.3. Duval'in bilişsel modeli**

Fransız psikolog Raymond Duval, geometrik düşünmeyi bilişsel ve algısal olmak üzere iki boyutu temel alarak çalışmış ve bu boyutlar altında alt süreçleri ortaya koymuştur (Duval, 1998). Duval, bilişsel süreçleri görselleştirme, oluşturma ve muhakeme olmak üzere aralarında bir sıralama olmaksızın üç kategoride incelemiştir:

**Görselleştirme süreci:** Uzayın görsel olarak temsil edilme sürecidir (Duval, 1998). Bir başka deyişle geometrik bir durumun algılar yardımıyla keşfedilmesini, geometrik şeklin görsel ifadesini içerir (Jones, 1998).

**Oluşturma süreci:** Geometrik bir şeklin pergel, cetvel gibi araçlar yardımıyla inşa edilmesi veya inşa sürecinin açıklanmasıdır. İnşa sürecinde ve süreç sonunda ortaya çıkan modeller ile matematiksel özellikler fark edilebilir ve incelenebilir (Karpuz, 2018).

**Muhakeme süreci:** Bilgi, ispat veya açıklamaya dayalı söylemsel bir süreçtir (Duval, 1998). Mevcut bilgide bir değişimin veya bir artışın meydana gelmesi olarak

tanımlamaktadır (Karpuz, 2018).

Duval'ın geometrik düşünmeyi açıklamak için betimlediği algısal süreçler ise bir geometrik şekle bakıldığında insan zihninde hangi süreçlerin yaşandığını açıklamaktadır (Duval, 1995).

Görsel algı, sözel algı, sıralı algı ve işlevsel algı altında ele alınan bu süreçler Karpuz (2018)'un çalışmasına dayanarak aşağıdaki gibi özetlenebilir:

**Görsel algı:** Bir şekle ilk bakışta elde edilen bilgilerdir. Şeklin neye benzediği, adı, boyutu, hangi elemanlardan veya alt şekillerden oluştuğunun fark edilmesidir.

**Sözel algı:** Görsel algı geometrik bir şeklin taşıdığı matematiksel özellikleri belirlemek için yeterli değildir ve bazı bilgilerin doğrudan verilmesi ve bazılarının da bu bilgilerden çıkarılması (tanımlar ve teoremler yardımıyla) gerekir. Dolayısıyla bu algı şekil ve şekille ilgili matematiksel bilgiler arasında ilişki kurma sürecini temsil eder.

**Sıralı algı:** Geometrik şekillerin bir araç yardımı ile inşa edilmesidir. İnşa sürecinde kullanılan araçların özellikleri ile şeklin matematiksel özellikleri arasındaki ilişki kurulması söz konusudur.

**İşlevsel algı:** Geometri problemleri çözülürken genellikle verilen şeklin ilk görünümünü üzerinde (şeklin konumunu değiştirmek, bir doğru parçası çizmek gibi) değişiklikler yapılır. Bu süreçte şeklin bütününe yanında bazı parçaları ve özellikleri üzerine daha fazla düşünülür ve bu süreç işlevsel algı olarak görülür.

### 2.3. Geometri Öğretimi

Geometri, uzamsal nesneleri ve bunların ilişkilerini inceleyen, aksiyomatik sistemlerle yapılandırılmış, matematiğin mantıksal temelli bir alt alanıdır (Clements, 2003). Tarihsel olarak okullarda geometri öğretiminin nasıl yer aldığı incelendiğinde Orta Çağ ve Rönesans dönemlerinde ortaokullarda yer verildiği; 13. yüzyıldan itibaren bazı okullarda astronomiye indirildiği; 16. yüzyılda Öklid'in kitaplarının üniversitelerde kullanılmaya başlandığı ve bu eğitimin zamanla ortaöğretime indiği; çoğu Avrupa ülkesinde

ortaöğretimde geometriye yer verilmesinin 19. yüzyılı bulduğu ve 20. yüzyılın başlarından itibaren birçok matematikçi ve eğitimcinin geometri öğretiminin erken yaşlara indirilmesini savunduğu görülmektedir (Kurt, 2023). Günümüze gelindiğinde de sezgilerin olduğu, ilk eleştirel geometrik gözlemlerin yapıldığı, kavram ve bilgilerin kazanıldığı çocukluk döneminde geometri öğretiminin başlamasının önemli görüldüğü ve geometri öğretimin okul öncesi dönemden başladığı bilinmektedir (Develi ve Orbay, 2003). NCTM (2000; s.41) okul öncesinden 12. sınıfa kadar olan öğretim programlarının, tüm öğrencilere kazandırmayı hedeflediği becerileri aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- İki ve üç boyutlu geometrik şekillerin özelliklerini ve niteliklerini analiz etmek ve geometrik ilişkiler hakkında matematiksel argümanlar geliştirmek,
- Koordinat geometrisi ve diğer temsil sistemlerini kullanarak konumları belirlemek ve uzamsal ilişkileri betimlemek,
- Dönüşümleri uygulamak ve matematiksel durumları analiz etmek için simetri kullanmak,
- Problemleri çözmek için görselleştirme, uzamsal akıl yürütme ve geometrik modelleme kullanmak.

González ve Herbst (2006), matematik eğitimi literatüründeki düşünsel tartışmaları inceleyerek okullarda geometri öğretiminin öğrencilerin (a) varsayım oluşturma ve kanıtlama deneyimi yaşamalarını gerektiren matematiksel içerik yönüne; (b) akıl yürütme becerilerini geliştirmelerini gerektiren mantıksal içerik yönüne; (c) dünyayı modellemelerine olanak tanıyan bir dil öğrenmelerini gerektiren deneyimsel içerik yönüne; ve (d) gelecekteki matematiksel olmayan çalışmaları için araçlar edinmelerini gerektiren faydacı içerik yönüne dayalı olarak şekillendirildiğini belirtmişlerdir. Birçok ülkede geometri eğitiminin mevcut amaçlarının yukarıda belirtilen hedefler kapsamında belirlendiğini söylemek mümkündür (Sinclair ve Bruce, 2015). Ülkemizdeki matematik öğretim programları incelendiğinde geometri kavramlarına yönelik ortaya konulan hedeflerin de uluslararası literatürle örtüştüğü söylenebilir (MEB, 2009; 2013; 2018; 2024).

Diğer taraftan geometri öğretimine yönelik hedeflerde, bu alana özgü kavramların edinilmesinin yanı sıra matematik yapmanın bir yolu olarak akıl yürütme becerisi edinmeye vurgu yapıldığı görülmektedir. Örneğin NCTM (2000; s.41) geometriyi “tanımlardan öte, ilişkilerin betimlenmesi ve muhakeme yapmak” olarak betimlemiştir.

Jones'e (2002) göre geometri ile çalışmak öğrencilerin görselleştirme, eleştirel düşünme, sezgisel düşünme, perspektif alma, problem çözme, varsayımda bulunma, tümdengelimli akıl yürütme, mantıksal argüman ve kanıt becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Matematiksel bilginin elde edilişinde kabul gören bir yol olarak tümdengelimli muhakemeyi öğrenciler geometri ile deneyimlemeye başlarlar (Yang ve Lin, 2008). Başka bir deyişle geometri, öğrencilerin muhakeme etmeyi, matematiksel bilginin doğasını anlamayı ve matematiğin aksiyomatik yapısını görmeyi öğrendikleri bir öğrenme alanı olarak kabul edilir. Nitekim okul matematiğinin temeli olan Öklidyen geometri, tanımlar ve aksiyomlarla başlar ve buradan yola çıkılarak teoremler türetilir (Feyzioğlu, 2022).

MEB tarafından 2024 yılında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli adıyla yayınlanan güncel ortaokul matematik öğretim programı incelendiğinde beşinci sınıftaki geometri kavramlarına özgü öğrenme çıktılarının (kazanımların) geçmiş öğretim programlarının aksine akademik yılın sonunda değil en başında ele alındığı görülmektedir. Programı hazırlayan uzmanların görüşleri incelendiğinde (Matematik Eğitimi Gelişim Ağı, 2024) bu değişimdeki amaçlarından biri öğrencilerin yeni bilgi oluşturma, çıkarımda bulunma gibi muhakeme etme becerisini doğrudan deneyimleyerek ortaokulda matematik yapma deneyimlerine başlamalarını sağlamaktır. Beceri odaklı yaklaşım benimsenerek hazırlandığı belirtilen programda matematiğe özgü belirlenen beş alan becerisinden biri “bilgi ve varsayımlar kullanılarak mantığa yatkın çıkarımlarda bulunma süreci” olarak betimlenen matematiksel muhakeme becerisi olmuştur. Aşağıdaki başlıkta öğretim programlarında matematiksel muhakeme becerisine nasıl yer verildiğine dair bilgilere yer verilecektir.

#### **2.4. Matematiksel Muhakeme**

Muhakeme etme becerisi “Muhakeme olmadan matematik yapılamaz.” (NCTM, 2000) gibi ifadelerle matematik yapmak ile bir tutulmuştur. Yabancı literatürde “reasoning” Türkçe literatürde “akıl yürütme” olarak da ifade edilen muhakeme sıklıkla problem çözme, temsil etme, iletişim ve ilişkilendirme ile matematiğe özgü temel beş beceriden biri olarak ele alınır (NCTM, 2000). Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizdeki öğretim programlarında da matematiğe özgü bir beceri olarak yer verilen muhakeme 2013 yılında yayınlanan matematik öğretim programında “eldeki bilgilerden hareketle matematiğin kendine özgü

araç (semboller, tanımlar, ilişkiler, vb.) ve düşünme tekniklerini (tümevarım, tümdengelim, karşılaştırma, genelleme, vb.) kullanarak yeni bilgiler elde etme süreci” olarak tanımlanmıştır. Öğretim programlarında (MEB, 2009; 2013) bu beceriye özgü olarak öğrenciler için akıl yürütmeyi matematikte, diğer derslerde ve yaşantısında kullanması; matematik öğrenirken genellemeler ve çıkarımlar yapması, yaptığı çıkarımların doğruluğunu sorgulaması ve savunması şeklinde hedefler belirlenmiştir.

MEB tarafından 2024 yılında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli adıyla yayınlanan güncel ortaokul matematik öğretim programında da belirlenen beş alan becerisinden biri “bilgi ve varsayımlar kullanılarak mantığa yatkın çıkarımlarda bulunma süreci” olarak betimlenen matematiksel muhakeme becerisi olmuş ve “çözümleme”, “yorumlama”, “çıkartım yapma” ve “matematiksel doğrulama veya ispat yapma” şeklinde alt becerilerle açıklanmıştır. Geçmiş öğretim programlarıyla kıyaslandığında bu programdaki öğrenme çıktıları süreç bileşenleri şeklinde detaylandırılmıştır. Bu süreç bileşenleri incelendiğinde ise “varsayımda bulunur”, “çıkartımda bulunur”, “açıklar”, “inceler”, “değerlendirir”, “gerekçeler sunar” gibi matematik eğitimi literatüründe muhakeme becerisinin süreç yönünün açıklanmasın öne çıkan ifadeler yer verildiği görülmektedir. Detaylı biçimde belirlenen bu öğrenme çıktılarına öğrencilerin ulaşip ulaşamadığını izlemek ve değerlendirmek için ise ölçme ve değerlendirme işlemlerinin uygun biçimde yürütülmesi önerilmektedir.

## 2.5. Matematik Eğitiminde Ölçme ve Değerlendirme

Değerlendirme yapmak “bir öğrencinin matematik bilgisi, matematiği kullanma becerisi, matematiğe karşı eğilimi hakkında delil toplama ve bunlardan çeşitli amaçlar için çıkarımlarda bulunma sürecidir” (NTCM, 1995) şeklinde tanımlanabilir. Bir öğrencinin gelişimini izlemek, alacağı öğretim adına kararlar alınması, öğrencinin başarısını değerlendirmek ve hazırlanan öğretimin veya programın değerlendirmesini yapmak değerlendirme standartlarını oluşturmaktadır. (Van de Walle, 2010). MEB (2024) öğretim programında öğrencilerin öğrenmelerine yönelik destekleyici ve sistematik bir şekilde öğrencilere dönütler verebilmesini sağlayan bir ölçme ve değerlendirmeyle birlikte matematiğe olan yönelimlerinin, sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin, okuryazarlık becerilerinin ve değerlerinin gelişiminin izlenmesinin bütüncül yaklaşım açısından önemli olduğu ifade edilmektedir. NTCM (2000) değerlendirme yapılırken kavramlar ve işlemlerin anlaşılır olmasının, problem çözme, muhakeme etme ve iletişim halinde olmayı

kapsayan matematiksel süreçlerin bir bütün halinde düşünülerek gerçekleştirilmesinin gerektiğini ifade etmiştir.

MEB, 2009'da yayınladığı matematik öğretim programında ölçme ve değerlendirmenin, öğrenme-öğretme sürecinde öğrencilerin başarılarını ve eksik oldukları kısımları belirlemek, öğretim yöntemlerinin etkililik durumunu anlamak, programın başarılı ve başarısız yanlarını ortaya çıkarmak için yapıldığını belirtmiştir. Bu sebeple ölçme ve değerlendirme yapılırken öğrencilerle ilgili aşağıdakilerin göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade edilmiştir (MEB, 2009; s.106):

- Matematiği günlük yaşamda ne kadar uygulayabildiği,
- Problem çözme yeteneklerinin ne kadar geliştiği,
- Akıl yürütme becerilerinin gelişim düzeyi,
- Matematiğe yönelik tutumlarının nasıl olduğu,
- Matematikte ne kadar öz güvene sahip olduğu,
- Öz düzenleme becerilerinin ne kadar geliştiği,
- Sosyal becerilerinin ne kadar geliştiği,
- Estetik görüşlerin ne kadar geliştiği,
- Matematikle hangi düzeyde iletişim kurabildikleri ve matematiksel ilişkilendirme yapıp yapamadıkları.

Diğer matematik öğretim programlarında da yukarıdaki ile benzer önerilerin sunulduğu söylenebilir. Ayrıca MEB'in, 2013 yılında yayınladığı matematik öğretim programında ölçme ve değerlendirmenin öğrencilere sadece not vermek amaçlı olmaması gerektiği, öğrencilerin kendilerini değerlendirmesi açısından yardımcı olması, öğrencinin gelişimi ve öğrenme süreci hakkında bilgi edinmesini ve bunların sağladığı kolaylıklar ile daha iyi bir öğretim gerçekleştirilmesi adına kullanılması gerektiği ifade edilmiştir. 2018 yılında yayınlanan matematik öğretim programında her bir insanın kendine özgü olduğu, bu sebeple öğretim programlarının ve bunlara bağlı olarak gerçekleştirilen ölçme ve değerlendirme sürecinin esneklik ilkesi ile yürütülmesinin önemi üzerinde durulmuştur.

MEB (2024) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında programı uygulamada

öğretmenlere rehberlik etmesi amacıyla ayrıca çeşitli modüller hazırlamış ve bu modüllerden biri olan “Öğrenme Kanıtları (Ölçme ve Değerlendirme)” başlıklı modülde ölçme ve değerlendirmenin kapsamı hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir (MEB, 2024b). Çoktan seçmeli sorular yerine açık uçlu veya kısa cevaplı soruların kullanılmasının önemi vurgulanmış ve ülke geneli ortak yazılı sınavlarda 2024 yılında ilk kez bu türden sorular kullanılmıştır. Yazılı sınavların ölçme ve değerlendirme sürecinde en sık kullanılan araç olduğu bilinmektedir (Bakırcı ve diğerleri, 2022; Bektaş ve Kudubeş, 2014; Köğce ve Baki, 2009). Bu sınavlar, öğrencilere kendilerinden sergilemeleri beklenen performansa dair önemli ipuçları sunar (Bakırcı ve diğerleri, 2022).

Çoktan seçmeli sorularda öğrencilerin yalnızca yanıtlarının doğru olup olmadığı görülebilirken ve öğrenci başarısında şans faktörü de etkiliyken; açık uçlu sorularda öğrencilerin sonuçta yanlış bir yanıtla ulaşsa bile bir problemi çözüm sürecinde nasıl bir muhakeme sergilediği gözlemlenebilir (İlhan, 2016). Açık uçlu soruların kullanıldığı yazılı sınavların dezavantajı ise değerlendirme sürecinin zaman alıcı olması ve yanıtların tutarlı bir şekilde değerlendirilmesinin zorluğudur (Koyuncu ve Özkan, 2019). MEB’in 2012’de yayınlamış olduğu bir çalışmaya göre (Akt. Bilgeç, 2016) yazılı sınavların puanlanmasında; genel izlenimle puanlama, sınıflama, sıralama ve anahtarla puanlama yapılabilir. Genel izlenimle puanlamada bir cevap kâğıdı baştan sona okunarak edinilen izlenimle genel bir puanlama yapılır. Sınıflama yoluyla puanlamada bir cevap kâğıdı tamamen okunduktan sonra iyi, orta veya zayıf olarak nitelendirilir. Kâğıt sayısının az olduğu durumlarda kullanışlı olan sıralama yoluyla puanlamada kâğıtlar birbirleriyle kıyaslanarak okunur ve en iyiden en zayıfa göre bir sıraya konulur. Anahtarla puanlama yolunda ise soruların cevapları kısa ve önemli fikirler halinde listelenir ve her cevaba ve cevapların alt bölümlerine bir puan verilir yani analitik puanlama yapılır. MEB’in (2024b) ölçme ve değerlendirmeye dair modülünde açık uçlu soruların yanıtlarının değerlendirilmesi için dereceli puanlama anahtarlarının veya rubriklerin kullanılması, öğrencilere geri bildirim verilmesi ve doğru veya yanlış yanıtların ötesine geçilerek öğrencilerin düşünce süreçlerinin ve argüman kalitelerinin dikkate alınması önerilmiştir. Ancak modülde de belirtildiği üzere bu türden sorular için nasıl puanlama yapılacağının öğretmenler için zorlayıcı olduğu kabul edilir.

## 2.6. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde sırasıyla geometrik muhakeme ve ölçme ve değerlendirme uygulamaları üzerine yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

### 2.6.1. Geometri öğretimi ile ilgili araştırmalar

Geometri öğretimi ile ilgili literatür incelendiğinde farklı öğretim seviyelerinde çeşitli değişkenler ele alınarak yapılmış pek çok araştırma olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların büyük bir bölümünün öğrencilerin geometrik kavramları anlama ve geometrik muhakeme düzeylerini (Kılıç, ve diğerleri, 2007; Mutluoğlu ve Erdoğan, 2020) ve geometri kavramlarını öğrenmede yaşadığı zorlukları belirleme (Aygün, Hacısalihoğlu-Karadeniz ve Bütüner, 2020; Gürbüz ve Gülburnu, 2013) üzerine olduğu görülmektedir. Örneğin Yıldırım ve Köse (2018), ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin çokgen ile ilgili problemlerdeki matematiksel düşünme süreçlerini nitel araştırma yöntemi ile incelemişlerdir. Sekiz öğrenci ile klinik görüşme yapılarak yürütülen çalışmanın bulgularına göre öğrencilerin aşına olmadıkları problemleri anlamada zorluk yaşadıkları, çoğunlukla verilenlere uygun çizimler yapabildikleri, akademik başarıları yüksek öğrencilerin strateji esnekliklerinin daha iyi olduğu görülmüştür.

Mutluoğlu ve Erdoğan (2020) 6. sınıf öğrencilerinin dörtgenler konusundaki (paralelkenar, dikdörtgen ve kare) geometrik muhakeme süreçlerini, Fischbein'in şekilsel kavram teorisi çerçevesinde nitel bir yaklaşımla incelemişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşme formları ile 5 öğrenciden veri toplayan araştırmacılar elde ettikleri bulgulara göre alt düzey akademik başarıya sahip öğrencilerin geometrik muhakemelerinde çoğunlukla prototip şekillerin etkisinde kalırken daha başarılı öğrencilerin çoğunlukla kavram kontrolünde süreci yürütebildiklerini görmüşlerdir. Ayrıca başarılı öğrencilerin verdikleri yanıtların gerekçelerini açıklarken kavramsal bilgiyi temel alabildiklerini tespit etmişlerdir.

Akdemir ve Narlı (2022) Fischbein ve Duval'in yaklaşımlarını temel alarak ortaokul öğrencilerinin çokgenler konusundaki muhakeme süreçlerini incelemişlerdir. Sekizinci sınıf düzeyindeki 15 öğrenci ile çalışmalarını yürüten araştırmacılar yedi tane açık uçlu soru ile verilerini toplamışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre öğrencilerin çokgenlerin tanımını yapmada ve görsel temsillerini oluşturmada prototip algılardan etkilendikleri,

geometrik muhakeme süreçlerinde şekil bilgilerinin kavramsal bilgilerinin önüne geçtiğini görmüşlerdir. Ayrıca bazı öğrencilerin Duval'ın tanımladığı görsel algılara göre fikir yürüttükleri ortaya çıkarılmıştır.

Çulhan ve Çontay (2023) ise 8. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerini söylemsel açıdan inceledikleri nitel çalışmalarında öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinin beklenenden daha düşük olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte öğrencilerin düşünme düzeyi arttıkça geometrik kavramlarla ilgili daha detaylı açıklamalarda bulunabildikleri ve bu açıklamalarını desteklemek için görsel temsillere daha sık başvurdıklarını gözlemlemişlerdir.

Bazı araştırmacılar öğrencilerin geometriyi daha iyi kavrayabilmeleri için geometri öğretiminde kullanılabilecek yöntem ve teknikler (Batdal Karaduman ve Davaslıgil, 2020; Gülsar, Tapan Broutin ve İlkörücü, 2018; Önal ve Göloğlu Demir, 2012) ve özellikle son yıllarda teknoloji destekli geometri öğretimi (Kutluca ve Zengin, 2011; Ünal ve Filiz, 2023) üzerine çalışmıştır. Yapılan araştırmaların bir kısmında ise geometri başarısını etkileyen uzamsal yetenek ve cinsiyet gibi faktörler (Erkek ve Işıksal Bostan, 2015) incelenmiştir. Örneğin Gül ve Karataş (2015) 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilerinin, geometri anlama düzeylerinin ve matematiğe yönelik tutumlarının; dönüşüm geometrisi başarıyla ilişkilerini incelemişlerdir. Nicel bir yaklaşımla 8. sınıfta öğrenim gören 401 öğrenciyle yürütülen çalışmadan elde edilen bulgulara göre öğrencilerin dönüşüm geometrisi başarıları ile uzamsal yetenekleri, geometri anlama düzeyleri ve tutumları arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğu görülmüştür.

İlgili literatürde ayrıca geometri müfredatı (Bacakoğlu ve Tertemiz, 2021) ve matematik kitaplarındaki geometri içeriğinin değerlendirilmesine (Gülkılık, 2023; Karakuş ve Korkutan, 2021) yönelik çalışmalara rastlanmaktadır. Örneğin Karakuzu (2017), MEB tarafından 2016-2017 öğretim yılında okutulması önerilen ilkököl ve ortaokul matematik ders kitaplarında yer alan geometri öğrenme alanına ait görevleri bilişsel istem düzeyleri bakımından incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre geometri görevlerinin bilişsel istem düzeylerinin çoğunlukla düşük olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Başka bir deyişle görevlerin çoğunlukla işlem yapmaya dayalı olduğu, öğrencilerin muhakeme süreçlerini açıklamalarını isteyen ve gerekçelendirmeye dayanan görev sayısının az olduğu söylenebilir.

Geometri öğretiminde öne çıkan çalışma temalarından diğeri ise öğretmen veya öğretmen adaylarının geometri alanına yönelik pedagojik alan bilgisi (Dede, Akçakın ve Kaya, 2018; Gündoğdu Alaylı, 2023) olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar daha detaylı incelendiğinde öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının geometri etkinlikleri tasarlama (Açıkgül ve Aslaner, 2015; Burmabıyık ve Karamete, 2019) veya öğrenci zorluklarını belirleyebilme (Öksüz ve Başışık, 2019; Yıldız ve Es, 2015) durumlarının çalışıldığı ancak ölçme ve değerlendirme faaliyetleri kapsamında yapılan araştırmaların oldukça az olduğu söylenebilir. Dolayısıyla mevcut çalışmanın amacı bu yönde şekillendirilmiştir.

### 2.6.2. Matematik eğitiminde ölçme ve değerlendirme ile ilgili araştırmalar

Yalnızca geometri değil genel olarak matematik eğitimi kapsamında ölçme ve değerlendirme uygulamaları bakımından bir literatür taraması yapılmıştır. Ulaşılan çalışmaların bir kısmında matematik öğretmenlerinin ölçme ve değerlendirme ile ilgili görüşlerinin alındığı, nicel yaklaşımlarla yeterlilik düzeylerinin veya yeterlilik algılarının incelendiği ve ölçme ve değerlendirmeyi nasıl yaptıkları ve bu süreçte yazılı sınavlar gibi klasik araçların yanında ürün dosyası gibi alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarını kullanıp kullanmadıklarına dair olduğu tespit edilmiştir. Az sayıda çalışmada ise öğretmen veya öğretmen adaylarının dereceli puanlama anahtarı hazırlamalarına yönelik bir inceleme yapılmıştır. Bu çalışmalardan örneklere aşağıda yer verilmiştir.

Bal ve Doğanay (2010) çalışmalarında, ilköğretim beşinci sınıf matematik öğretim programının ölçme ve değerlendirme sürecinde karşılaşılan sorunlara ait öğretmen görüşlerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Hem nicel hem de nitel yöntemleri birlikte kullanarak yürüttükleri araştırmanın sonucunda öğretmenlerin, ölçme ve değerlendirme sürecinde zaman yetersizliğine, bilgi eksikliğine, öğrencilerin alternatif ölçme ve değerlendirmenin amaçlarını tam anlamamalarına ve değerlendirme formlarına ilişkin sorunlar yaşadıklarını fark etmişlerdir. Bununla birlikte, ölçme ve değerlendirme sürecinde karşılaşılan sıkıntıların giderilmesi amacıyla öğretmenler, çoğunlukla öğrencilere konu ile ilgili ev ödevleri verdiklerini ve değerlendirme formlarının tamamını doldurmadıklarını belirtmişlerdir. Karakuş ise (2010) çalışmasında 2006-2007 eğitim-öğretim yılında uygulamaya başlanan yeni ortaöğretim matematik programındaki alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarına yönelik öğretmenlerin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. 47 ortaöğretim matematik öğretmeni ile görüşme formu ve gözlem yoluyla verilerin

toplandığı araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğretmenlerin alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımları hakkında olumlu görüşleri olmasına rağmen yazılı sınav ve testleri tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Yeşilyurt (2012) çalışmasında pedagojik formasyon eğitimi alan öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme alanında genel yeterlik algısını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucu elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme alanında temel kavramlar ve ölçme tekniklerine ait yeterlik algılarının yeterli düzeyde olduğu görülmüştür.

Özmen Hızarcıoğlu (2013) araştırmasında, öğretmenlerin dereceli puanlama anahtarı kullanarak ve kullanmadan yaptıkları puanlamalar arasındaki uyumu incelemiştir. Bu amaçla, 6. sınıf seviyesinde “doğal sayılar” ile ilgili 4 açık uçlu problem ve bunları puanlamak için dereceli puanlama anahtarı hazırlanmıştır. 27 öğrenciye uygulanan problemlere verilen cevaplar farklı okullarda görev yapan 15 matematik öğretmeni tarafından puanlanmıştır. Öğretmenler, yanıtları önce dereceli puanlama anahtarı kullanmadan, bir süre sonra aynı yanıtları anahtar kullanarak puanlamış ve öğrenciler de kendi yanıtlarını anahtar kullanarak puanlamışlardır. Öğretmenlerin dereceli puanlama anahtarı kullanarak verdikleri puanlar arasında 2 problemde öğretmenlerin çoğunda, 2 problemde ise tamamında anlamlı ilişki bulunmuştur. Ama dereceli puanlama anahtarı kullanmadan verdikleri puanlar arasında 2 problemde anlamlı ilişki bulmamasına rağmen, 2 problemde öğretmenlerin genelinde ilişki bulunmuştur. Öğretmenlerin, dereceli puanlama anahtarının yapısı ve amacına vakıf oldukları ancak hazırlama, uygulama ve çeşitleri hakkında fazla bilgili olmadıkları gözlenmiştir. Öğretmenler, dereceli puanlama anahtarı kullanmanın objektif değerlendirmeye katkı sağladığı, öğrencinin güçlü ve zayıf yönlerini görmesine imkân verdiği için öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediğini ancak anahtar hazırlamanın zor ve uzun zaman aldığını ifade etmişlerdir.

Şahin ve Soylu (2018) çalışmalarında her bir sınıf düzeyinden eşit sayıda olmak üzere seçilen ilköğretim matematik öğretmen adaylarının lisans eğitimleri boyunca almış oldukları ölçme ve değerlendirme bilgilerinin nasıl bir gelişim gösterdiğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar verilerini mülakat ve gözlem ile elde etmişlerdir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine bağlı olarak bilgilerinin geliştiğini ancak yine de yetersiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Göktaş ve Şad (2021) matematik öğretmenlerinin geleneksel değerlendirme yaklaşımlarına ve çağdaş değerlendirme yaklaşımlarına yönelik algılarını incelemek için yaptıkları çalışmalarında farklı öğretim kademelerinde görev yapmakta olan 174 matematik öğretmeninden veri toplamışlardır. Araştırmalarının bulgularına göre matematik öğretmenlerinin çağdaş/tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarını geleneksel ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarına göre daha fazla tercih ettikleri sonucuna ulaşmışlardır. Bunun yanı sıra matematik öğretmenlerinin ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarına dair algılarının; cinsiyetleri, mezun oldukları fakülte, görev yaptıkları okul kademesi ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı düzeyde fark olmadığını ve benzer olduğunu gözlemlemişlerdir.

Güven-Akdeniz (2021) çalışmasında bir matematik probleminin çözümüne yönelik ilköğretim matematik öğretmen adayları tarafından hazırlanan dereceli puanlama anahtarlarının incelenmesini amaçlamıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması ile gerçekleştirdiği çalışmasında elde ettiği bulgulara göre öğretmen adaylarının verilen bir matematik problemini değerlendirmede; öğretim programını, öğrencilerin yaş seviyelerini, olası matematiksel bilgileri ve farklılıklarını göz önünde bulundurmadıklarını tespit etmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının işlemsel bilgi ağırlıklı değerlendirme yaptıklarını gözlemlemiştir.

Özdil ve Kaçar (2022) çalışmalarında “Eğitimde Ölçme Değerlendirme” dersini almış öğretmen adaylarının değerlendirme alanına verdikleri önemi, bu alana yönelik görüş ve gözlemlerini incelemişlerdir. Bulgular ışığında, öğretmen adaylarının çoğunun değerlendirme alanını önemli bulduğu, ancak bu alanda kendilerini yeterli hissetmedikleri söylenebilir. Değerlendirme yöntemlerinin geleneksel tekniklerini genel olarak hatırladıkları; ayrıca geçerlilik ve güvenirlik gibi temel değerlendirme kavramlarına yüzeysel olarak değindikleri de tespit edilmiştir. Öğretmen adayları, staj deneyimleri sırasında çoğunlukla sözlü ve çoktan seçmeli değerlendirme tekniklerini gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının alternatif değerlendirme yaklaşımlarında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını tespit etmişlerdir.

Peker ve Acar (2024) ise matematik öğretmenlerinin matematik derslerinde ölçme ve değerlendirmeye ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında 2021-2022 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki okullarda görev yapan 15 gönüllü

matematik öğretmeni ile görüşmüştür. Elde edilen bulgular matematik öğretmenlerinin sonuç odaklı düşündüklerini, yazılı sınavlarda çoğunlukla çoktan seçmeli sorular ve açık uçlu sorular kullandıkları, performans notlarını verirken en çok ders içi katılım durumuna ve ödevlere önem verdiklerini göstermiştir. Ayrıca öğretmenlerin alternatif ölçme ve değerlendirme teknikleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir.

Öç, Onkun Özgür ve Karakaya (2024) yaptıkları araştırmalarında rutin olmayan matematik maddelerini kapsayan matematik başarı testinin puanlanması için analitik ve bütünsel dereceli puanlama anahtarı kullanımının puanlayıcı davranışlarına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Sekizinci sınıftan 20 öğrenci ve 16 matematik öğretmeni ile çalışmalarını yürüten araştırmacılar tüm puanlamalarda puanlayıcı, birey ve madde yüzeylelerinde model veri uyumunun sağlandığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte bütünsel dereceli puanlama anahtarı ile puanlama yapanlarda, analitik dereceli puanlama anahtarı ile puanlama yapanlara göre daha az puanlayıcı etkisinin olduğunu belirlemişlerdir.

### 3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, verilerin toplanma süreci, veri toplama araçları ve veri analizi hakkında açıklamalar bulunmaktadır.

#### 3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmanın amacı, ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometri alanındaki açık uçlu sorulara verilen yanıtları nasıl değerlendirdiklerini incelemektir. Bu amaca uygun olarak çalışma nitel araştırma yaklaşımlarından durum çalışması ile yürütülmüştür. Nitel yöntemler konuların derinlemesine ve detaylı bir şekilde çalışılmasına olanak sağlamaktadır (Patton, 2014: s.14). Bu çalışmada da belirlenen amaç doğrultusunda öğretmen adaylarının belirlenen açık uçlu sorulara yönelik olası öğrenci yanıtlarını değerlendirirken nelere dikkat ettiklerini incelemek ve sorulara yönelik oluşturdukları dereceli puanlama anahtarlarını karşılaştırmalı olarak incelemektir. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması, “nasıl” ve “niçin” soruları temelinde araştırmacının müdahale edemediği bir olayı veya olguyu derinlemesine incelemeye fırsat tanıyan bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2018: s.289) dolayısıyla mevcut araştırma için durum çalışmasının en uygun çalışma yöntemi olduğu düşünülmüştür.

#### 3.2. Çalışma Grubu

Araştırma, Orta Karadeniz Bölgesi’nde bulunan bir devlet üniversitesinde 4. sınıfta öğrenim görmekte olan 9 (6 kadın, 3 erkek) ilköğretim matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın katılımcıları, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ile belirlenmiştir. Çalışma grubunda belirlenen öğretmen adaylarının hem geometri öğretimi dersini hem de matematiksel akıl yürütme dersini almış olmaları dikkate alınmıştır. Bu derslerdeki öğrenci başarı notları başarılı, orta başarılı, az başarılı şeklinde 3 bölüme ayrılmış ve iki derste de aynı bölmede olacak şekilde her bir bölmeden üçer öğrenci katılımcı olarak belirlenmiştir. Oluşturulan listedeki tüm öğretmen adaylarının çalışmaya katılmaya gönüllü olduklarına dair onay alındıktan sonra katılımcı listesi kesinleştirilmiştir. Bunun yanında bir öğretmen adayı da pilot görüşme yapılmak üzere belirlenmiştir. Pilot görüşme yapılan aday ÖA0, başarılı grupta yer alan adaylar ÖA1, ÖA2

ve ÖA3, orta başarılı grupta yer alan adaylar ÖA4, ÖA5 ve ÖA6, az başarılı grupta yer alan adaylar ÖA7, ÖA8 ve ÖA9 olarak isimlendirilmiştir. Bu adaylara dair detaylı bilgilere aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Katılımcı öğretmen adaylarına dair bilgiler

| Öğretmen Adaylarının Kişisel Bilgileri                                                                    | ÖA0                        | ÖA1                                                                             | ÖA2                                                          | ÖA3                                            | ÖA4                                                              | ÖA5                                                                 | ÖA6                                                                 | ÖA7                                                                      | ÖA8                                      | ÖA9                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mezun Olunan Lise Türü</b>                                                                             | Fen Lisesi                 | Anadolu Lisesi<br>Özel bir istek veya sevgi ile değil ancak somradan çok sevdim | Anadolu Lisesi<br>Ailemin isteğiyle birlikte severek seçtim. | Anadolu Lisesi<br>İsteyerek ve severek seçtim. | Anadolu Lisesi<br>Babamın sayesinde isteyerek ve severek seçtim. | Anadolu Lisesi<br>Ailemin yönlendirmesi ile seçtim, okurken sevdim. | Anadolu Lisesi<br>Severek ve isteyerek seçtim.                      | Anadolu Lisesi<br>Matematiği çok sevmemden kaynaklı öğretmenliği seçtim. | Fen Lisesi<br>İsteyerek tercih etmedim.  | Anadolu Lisesi<br>Ailemin zoru ile geldim, bana göre olduğunu düşünmüyorum. |
| <b>Bölümü Severek/İsteyerek Tercih Durumu Genel Mezuniyet Ortalaması</b>                                  | Çok isteyerek tercih ettim | 89,03                                                                           | 86,58                                                        | 84,44                                          | 80,75                                                            | 84,17                                                               | 81,39                                                               | 83,27                                                                    | 78,05                                    | 75                                                                          |
| <b>Staj Sürecinde Sınav Kâğıdı Okuma Durumu</b>                                                           | Hayır                      | Hayır                                                                           | Hayır                                                        | Hayır                                          | Hayır                                                            | Hayır                                                               | Hayır                                                               | Hayır                                                                    | Hayır                                    | Hayır                                                                       |
| <b>Ölçme ve Değerlendirme Dersinde Benzer Bir Uygulama Yapılma Durumu Özel Ders Verme Deneyimi Durumu</b> | Hayır.                     | Hayır                                                                           | Hayır                                                        | Sınav kâğıdı hazırladım ama okumadım.          | Sınav Kâğıdı hazırladım.                                         | Ders içeriğinde sınav kâğıdı hazırladım.                            | Sınav kâğıdı hazırladım.                                            | Hayır                                                                    | Ders içeriğinde sınav kâğıdı hazırladım. | Hayır                                                                       |
| <b>Özel Ders Verme Deneyimi Yıl Durumu</b>                                                                | Var                        | Var                                                                             | Var                                                          | Var                                            | Var.                                                             | Var                                                                 | Var                                                                 | Var                                                                      | Yok                                      | Var                                                                         |
| <b>Özel Ders Verme Deneyimi Sınıf Düzey Bilgisi</b>                                                       | 3 yıl                      | 3 yıl                                                                           | 2 yıl                                                        | 1 yıl                                          | 4 yıl ilkökul 3. ve 4. sınıf, ortaokul ve lise düzeyleri         | 3 yıl ilkökul 3. sınıf ve ortaokul düzeyi                           | 1 yıl ilkökul 4. sınıf, ortaokul ve lise 10. ve 11. sınıf düzeyleri | 2 yıl                                                                    | yok                                      | Kısa süreli                                                                 |

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere öğretmenlik mesleğini öğretmen adaylarından; 7 kişi (4 kadın, 3 erkek) severek ve isteyerek seçtiklerini, 2 kişi (2 kadın) okurken sevdiklerini, 1 kişi (1 erkek) ailesinin isteğiyle seçtiğini ve kendisine uygun bir meslek olmadığını belirtmişlerdir. Adayların tümü verilerin toplandığı tarihten önce staj sürecinde sınav kâğıdı okuma deneyimlerinin olmadığını belirtmiştir. Özel ders verme deneyimine sahip olma durumunu öğretmen adaylarından; 9 kişi (5 kadın, 4 erkek) ‘var’ olarak, 1 kişi (1 kadın) ‘yok’ olarak belirtmişlerdir. Yıl ve öğretim kademesi olarak ise adayların farklı deneyimlere sahip oldukları çizelgeden görülmektedir.

### 3.3. Veri Toplama Araçları

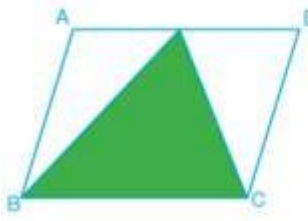
Ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometri alanındaki açık uçlu sorulara verilen yanıtları nasıl değerlendirdikleri incelemek amacıyla yürütülen mevcut araştırmada veri

toplamak için öncelikle sorular belirlenmeye çalışılmış daha sonra ise bu sorulara dair olası öğrenci yanıtları oluşturulmuştur. Soruların belirlenmesi için öncelikle MEB tarafından dijital ortamda paylaşılan ders kitapları, çalışma soruları, beceri temelli sorular incelenmiş ve 10 soru oluşturulmuştur. Soruların seçiminde aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmuştur:

- Ortaokul matematik ders programı kapsamındaki öğrenme çıktılarına yönelik olması,
- Öğrencinin sadece cevabı değil, nasıl düşündüğünü ve neden o sonuca ulaştığını açıklayabileceği bir yapıda olması,
- Kavramsal ve işlemsel bilginin kullanımını gerektirmesi,
- Problem durumun anlaşılması için görsel ve sözel temsillerin göz önünde bulundurulmasını gerektirmesi,
- Öğrencinin kavramlar arasında ilişki kurmasını gerektirmesi,
- Ortaokul öğrencileri tarafından çeşitli hatalı yanıtların verilmesi ihtimalinin yüksek olması,
- Soruların açık uçlu olsa da tek bir yanıtının olması ve cevapların değerlendirilmesinde kullanılacak analitik rubriklerin geliştirilebileceği biçimde olması,
- “Gerekçe sunmuş mu?”, “Kavram doğru kullanılmış mı?” gibi ölçütler öngörülebilir.

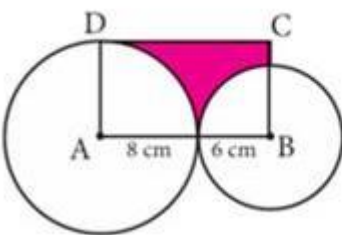
Yukarıdaki ölçütler göz önünde bulundurularak 10 soruluk bir soru havuzu oluşturulduktan sonra iki matematik uzmanından görüş alınmıştır. Bu uzmanlardan biri matematik eğitiminde doktora derecesine sahip bir öğretim üyesi diğeri ise beş yılın üzerinde ortaokulda matematik öğretmenliği yapma deneyimine sahip matematik eğitiminde doktora eğitimine devam eden bir araştırma görevlisidir. Uzman görüşleri alındıktan sonra beş sorunun kullanılacağı belirlenmiş ve bu sorulara yönelik ortaokul öğrencilerinin hangi olası çözümleri sunabileceği üzerinde çalışılmıştır. Bu süreçte ilgili literatürde geometrik muhakeme sürecinde öğrencilerin yaşadığı zorlukları ortaya koyan araştırma sonuçlarından yararlanılmıştır. Ayrıca ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı ikinci sınıfında

okuyan öğrencilerden soruları bir ortaokul öğrencisi gibi çözmeleri istenmiştir. Belirli çözümler belirlenerek tekrar uzmanların görüşüne başvurulmuştur. Uzmanlar ortaokul öğrencilerin belirlenen soruları çözerken hangi zorlukları yaşayabileceklerine, öğretmen adaylarının çözümlerde nelere dikkat etmeleri gerektiğine dair görüşlerini sunmuşlardır. Ayrıca uzmanlardan alınan ortak ve önemli görüşlerden biri de ortaokul öğrencilerinin sözel ifade becerisinin düşük olabileceği ve sorular her ne kadar gerekçe sunulmasına uygun olsa da öğrencilerin gerekçelerini açıkça iyi ifade etmekte zorlanacağı yönünde olmuştur. Araştırmada kullanılmak üzere seçilen sorular, bu soruların özellikleri ve çözüm sürecinde karşılaşılabilecek öğrenci zorluklarına dair açıklamalar aşağıda sırasıyla sunulmuştur. Çalışmada kullanılmak üzere seçilen olası çözümler takibinin kolay olması açısından bulgular bölümünde verilmiştir. Ayrıca soru ve çözümlerinin verilmesinde kısaltma kullanılmıştır (Örneğin S1, S1Ç1 gibi.).



Şekil 3.1. Soru 1

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi birinci soru, paralelkenarda ve üçgende alan bilgisi ile ilgilidir. Soruda istenildiği gibi taralı olan üçgenin alanının paralelkenarın alanının yüzde kaç olduğunu bulabilmek için BC kenarına ait yüksekliğin ortak olacağının belirlenmesi ve alan bağıntılarının ele alınması gerekir. Bu soru için eksik bilgilerin yer aldığı, açıklamaların yapılmadığı, ezbere yanıtların yazıldığı, paralelkenarın dikdörtgen olarak ifade edildiği olası çözümler üzerinde durulmuştur.



Şekil 3.2. Soru 2

Şekil 3.2’de görüldüğü gibi ikinci soru dikdörtgen, çember, çevre ve çemberde yay

uzunluğu ile ilgilidir. Ayrıca çemberlerin merkez noktaları olan A ve B noktaları, aynı zamanda dikdörtgenin köşe noktaları olduğu için verilen çember kesitlerinin çeyrek çember olduğu çıkarımında bulunulmalıdır. Bu soru için işlem hatası içeren, gerekçelerin sunulmadığı, birim kullanılmayan çözümlerin üzerinde durulmuştur. Bunun yanı sıra lisans öğrencilerinden gelen hatalı yanıtlar incelendiğinde, çevre hesabı yapmak yerine alan hesabı yapılan pek çok çözüm görülmüştür. Bu hatanın görülme ihtimallerinden biri, boyalı bir bölgeye sahip görsel temsil içeren soruların genellikle alan hesabına dayanması olarak düşünülebilir. Başka bir deyişle sorunun sözel ifadesinin tam okunmaması hataya sebep olabilir. Ayrıca çevre ve alan kavramlarının birbiriyle karıştırılması da bu türden bir yanlış çözümün kaynağı olabilir. Dolayısıyla örnek çözümlerde çevre yerine alan hesabı yapılan çözümlere de yer verilmiştir. Sorudaki sayısal değerler boyalı bölgenin çevresi ve alanı eşit olacak şekilde belirlenmiştir.

**Kenar uzunlukları  $|AB| = 5 \text{ cm}$ ,  $|BC| = 3 \text{ cm}$  ve  $|AC| = 4 \text{ cm}$  olan ABC üçgeninin dik üçgen olup olmadığını inceleyiniz.**

Şekil 3.3. Soru 3

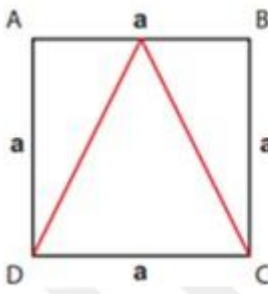
Şekil 3.3'te görüldüğü gibi üçüncü soru kenar uzunlukları verilen bir üçgenin dik üçgen olup olmadığını inceleme ile ilgilidir. Pisagor bağıntısı ile ilgili kaynaklarda sıklıkla rastlanılan bir soru türüdür. Bir dik üçgen görsel temsili ile çözümün desteklenebileceği bu soruda verilen kenar uzunluklarının Pisagor bağıntısını sağladığını göstermek yeterlidir. Bu soru için üçgende açı kenar özelliklerinin yanlış uygulandığı, Pisagor bağıntısının ezbere veya anlamsız kullanıldığı çözümler üzerinde durulmuştur. Soruda üçgenin köşelerinin isimlendirilmesi özellikle alışlagelen sıradan farklı şekilde yapılmış ve ayrıca kenar uzunlukları özel dik üçgen olacak şekilde belirlenmiştir.



Ülkü, matematik proje ödevi için kartondan bir kare piramit modeli hazırlıyor. Hazırladığı modelin açınımının çevresini 80 cm ve taban alanını  $64 \text{ cm}^2$  olarak hesaplıyor. Buna göre hazırlanan bu kare piramidin yan yüzlerinden birinin yüksekliği kaç santimetredir?

Şekil 3.4. Soru 4

Şekil 3.4'te görüldüğü gibi dördüncü soru kare piramidin özelliklerini ve açımını, ikizkenar üçgenin ve dik üçgenin özelliklerini bilmeyi gerektirmektedir. Bu soru için yüksekliğin tabanı iki eş parçaya bölmediği, özel dik üçgenin özelliklerinin ezbere kullanıldığını düşündüren ve ayrıca matematiksel dil hataları barındıran çözümler üzerinde durulmuştur.



Yanda verilen karenin içerisine şekildeki gibi bir üçgen çizilmiştir.

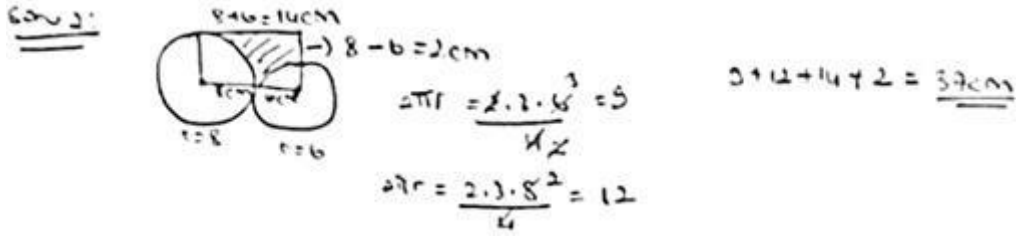
Bu üçgenin kenarlarına göre hangi çeşitte olup olamayacağını inceleyiniz.

Şekil 3.5. Soru 5

Şekil 3.5'te görüldüğü gibi beşinci soru kare, üçgen, kenarlarına üçgen çeşitlerini, dik üçgen ve özelliklerini bilmeyi gerektirmektedir. Bu soru için eksik gerekçelendirmelerin olduğu, bazı üçgen çeşitlerinin hiç incelenmediği çözümler üzerinde durulmuştur.

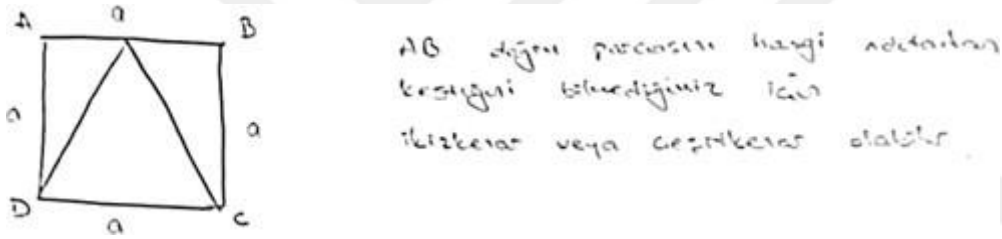
Yukarıda açıklandığı üzere her bir sorunun kendine ait özellikleri belirlendikten sonra literatürdeki çalışmalara dayalı olarak öğretmen adaylarının yanıtları puanlamadaki eğilimlerini etkileyeceği düşünülen bazı genel kategoriler belirlenmiştir. Bu süreçte özellikle Eisenkraft ve Eisenkraft,'ın 2011 yılında ve Cunningham ve Cook'un 2020 yılında yayınladıkları makalelerden yararlanılmıştır. Araştırmacılar öğretmenlerin öğrenci çözümlerini değerlendirirken çözüm sürecinden daha çok çözüm sonucunda ortaya konulan sonuca odaklanma eğiliminde olduklarını iletmışlerdir. Dolayısıyla çözümler oluşturulurken soruların kendine özgü özelliklerinin yanı sıra tamamı doğru işlemli doğru yanıtlar, bir kısmı yanlış işlemli doğru yanıtlar, bir kısmı doğru işlemli yanlış yanıtlar, bir kısmı doğru işlemli cevabı olmayan yanıtlar, cevaba nasıl ulaşıldığı belirtilmeyen doğru yanıtlar ve tamamı yanlış işlemler içeren çözümlere yer verilmeye çalışılmıştır. Her bir soru için 6 olası çözüm belirlenmiş ve aşağıda örneklere yer verilmiştir.

Tamamı doğru işlemli doğru yanıtlar: Sorunun çözümünde işlem adımlarının doğru bir şekilde uygulanmasını ifade etmektedir. Aşağıdaki şekilde ikinci soru için bu özellikteki bir çözüm örneği görülmektedir.



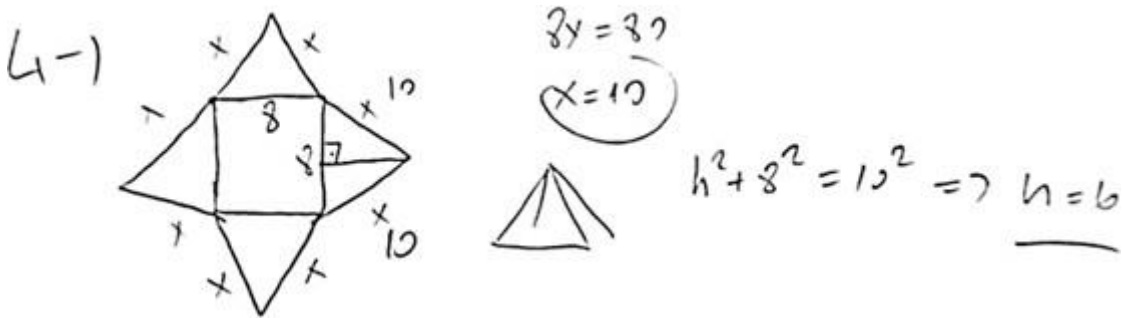
Şekil 3.6. Soru 2'ye ait olası çözüm örneği

Bir kısmı yanlış işlemli doğru yanıtlar: Soruda istenen cevaba giden işlem adımlarında yapılan hatalarla veya çözüm yolunun net olarak ifade edilmeden doğru yanıtı ulaşılmasını ifade etmektedir. Aşağıdaki şekilde beşinci soru için bu özellikteki bir çözüm örneği görülmektedir.



Şekil 3.7. Soru 5'e ait olası çözüm örneği

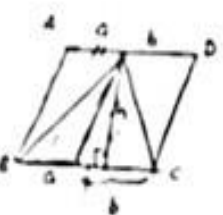
Bir kısmı doğru işlemli yanlış yanıtlar: Bir kısmı kavramsal ve işlemsel olarak doğru adımlardan oluşan bir kısmında yanlış bilgi veya işlemlerin kullanıldığı ve yanlış sonuç ortaya konulan çözümlerdir. Aşağıdaki şekilde dördüncü soru için bu özellikteki bir çözüm örneği görülmektedir.



Şekil 3.8. Soru 4'e ait olası çözüm örneği

Bir kısmı doğru işlemli cevaba ulaşamayan yanıtlar: Kavramsal ve işlemsel olarak doğru adımların yer aldığı ancak soruda tam olarak istenilen yanıtla ulaşılmadan çözümün sonlandırıldığı çözümlerdir. Soruda istenen cevaba giden işlem adımlarını tamamlarken bir yerden sonra gerekli bilgilerin hatırlanmaması veya sorunun ne istediğinin anlaşılmaması sebebiyle eksik bırakılan çözümleri ifade etmektedir. Aşağıdaki şekilde birinci soru için bu özellikteki bir çözüm örneği görülmektedir.

Soru 1



$$\frac{\frac{ak}{2} + \frac{bh}{2}}{(a+b) \cdot h} = \frac{\frac{ak+ah}{2}}{ah+bh} = \frac{a+h}{a+h} = \frac{1}{1} = 1$$

Şekil 3.9. Soru 1'e ait olası çözüm örneği

Cevaba nasıl ulaşıldığı belirtilmeyen doğru yanıtlar: İşlem adımlarının bir kısmının veya hiçbirinin yer almadığı ancak sorunun doğru yanıtının belirtildiği çözümleri ifade etmektedir. Aşağıdaki şekilde üçüncü soru için bu özellikteki bir çözüm örneği görülmektedir.

3- 3-4-5 özel dik üçgenidir.

Şekil 3.10. Soru 3'e ait olası çözüm örneği

Yanlış işlemli yanlış yanıtlar: Soruda istenen cevaba giden işlem adımlarının veya sorunun ne istediğinin yanlış anlaşılması sonucu yapılan işlemler sonucunda ulaşılan yanlış yanıtları ifade etmektedir. Aşağıdaki şekilde ikinci soru için bu özellikteki bir çözüm örneği görülmektedir.



noktalar incelendiğinde belirlenen kategorilerin uygun olduğuna kanaat getirilmiştir. Bu kategoriler aşağıdaki gibidir:

- Matematiksel doğruluk: Çözümde soru ile ilişkili matematiksel kavramlara yönelik kullanılan bilgilerin doğruluğu üzerinde durulmasını ifade etmektedir.
- Akıl yürütme ve gerekçelendirme: Çözümde hangi adımların nasıl izlendiği, izlenen adımlar arasındaki ilişkilerin tutarlığı, hangi işlemlerin neden seçildiği ve hangi bilgilere dayanarak çıkarımda bulunulduğunun üzerinde durulmasını ifade etmektedir.
- Matematiksel temsil ve dil kullanımı: Çözümdeki özellikle gerekçe olarak sunulmayan görsel temsillerin ve açıklamaların değerlendirilmesini ifade etmektedir.

### 3.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik ölçütlerinin sağlanması nicel araştırmalara göre bazı farklılıklar içermektedir. Lincoln ve Guba (1985) nitel araştırmalar için daha uygun olduğunu düşündükleri; iç geçerlik yerine inandırıcılık, dış geçerlik yerine aktarılabilirlik, iç güvenirlik yerine tutarlık, dış güvenirlik yerine ise teyit edilebilirlik kavramlarını kullanmışlardır. Nitel araştırmalarda elde edilen sonuçların inandırıcı olması için uzun süreli etkileşim, veri toplanmasında kullanılan yöntemlerin derinleştirilmesi, veri toplamada çeşitlilik, uzman incelemesi ve katılımcı teyidi gibi yöntemler kullanılması önerilmektedir (Lincoln ve Guba, 1985). Bu araştırmada verilerin toplanmasında öğretmen adaylarının olası öğrenci çözümlerini incelerken yaptıkları yorumları gerekçeleriyle belirtmeleri istenmiş, böylece düşüncelerini dayandırdıkları nedenler detaylı şekilde ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan veri toplama araçlarının oluşturulmasında iki uzmandan görüş alınmıştır. Alınan görüşler ve araştırmacının görüşleri arasında görüş birliği sağlanmıştır. Uygulanan bu stratejiler ile mevcut araştırmanın iç geçerliği yani inandırıcılığı sağlanmaya çalışılmıştır. Nitel araştırmalar için, nicel araştırmalardaki genelleme kavramının yerine kullanılan aktarılabilirliğin sağlanmasında; ayrıntılı betimleme ve amaçlı örnekleme stratejilerinin kullanılması önerilmektedir (Erlandson, Harris, Skipper ve Allen, 1993). Mevcut çalışmada aktarılabilirlik ölçütünün sağlanmasında çalışmanın her aşaması ayrıntılı şekilde açıklanmış, veri toplama araçlarından ve verilerin analizinden detaylı olarak bahsedilmiştir. Öğretmen adaylarından elde edilen verilerden doğrudan aktarmalara yer verilerek

çalışmaya ait verilerin yorum katılmadan sunulması sağlanmıştır. Ayrıca elde edilen bulgular tablolar ve şekiller aracılığı ile anlaşılır hâle getirilmiştir. Çalışmanın örnekleme de amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ile belirlenmiştir. Nicel araştırmalarda güvenirliği sağlamak amacıyla tekrar edilebilen ölçümler yapılabilirken, nitel araştırmalarda aynı koşullarda aynı ölçümlerin yapılması ve aynı sonuçların alınması mümkün olmamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018:282). Bu nedenle iç güvenirlik göstergesi olarak tutarlık kavramı ele alınmaktadır (Lincoln ve Guba, 1985). İç güvenirliği sağlamada kullanılan bir başka strateji de önceden oluşturulan bir kavramsal çerçeveyi kullanarak verileri analiz etmektir (LeCompte ve Goetz, 1982). Bu çalışmada belirli bir kavramsal çerçeve kullanılsa da literatürdeki çalışmalardan yararlanılmıştır. Nitel araştırmalarda dış güvenirlik yerine kullanılan teyit edilebilirlik ölçütünün sağlanması araştırmacının kişisel inanç ve yargılarından etkilenmeden sonuçları nesnel şekilde ortaya koymasıyla ilgilidir. Araştırılan konu ile ilgili olarak uzun ve detaylı çalışmalar ile tutulan alan notları araştırmacının tarafı düşüncelerinin azalmasını sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Mevcut çalışmada verilerin analizinde araştırmacıdan hariç bir uzman görüşüne başvurulmuş, doğrudan alıntılara yer verilmiş, elde edilen bulgular tarafsız şekilde ortaya konulmuştur.

## 4. BULGULAR

Bu bölümde verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular her bir soruya ait alt başlıklar halinde sunulmuştur.

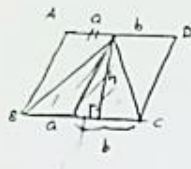
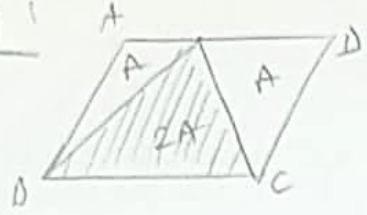
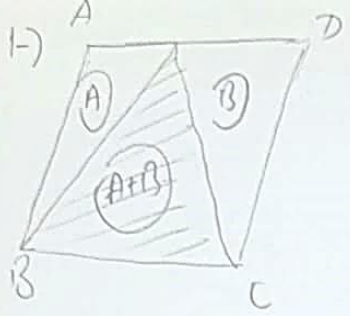
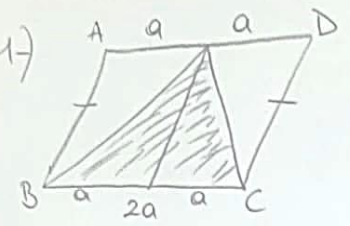
### 4.1. Birinci Soruya Ait Bulgular

Aşağıdaki çizelgede birinci soruya dair öğretmen adaylarına sunulan çözümler bulunmaktadır. S1Ç1 incelendiğinde çözümde sunulan görsel temsilde paralelkenar ve üçgenin yüksekliğini temsil eden doğru parçasının gösterildiği, üçgenin üçüncü köşesinin  $[AD]$  üzerinde herhangi bir noktada alındığı, yüksekliğin temsil edildiği ve buna dayalı olarak üçgen ve paralelkenarın alan bağıntıları kullanılarak bir oran kurulduğu görülmektedir. Ancak elde edilen oran soruda istendiği gibi yüzdelik ifadeye çevrilmemiştir. S1Ç2 incelendiğinde paralelkenar yerine dikdörtgen ile çalışıldığı görülmektedir. Çözümde görsel temsile yer verilse de üzerinde S1Ç1'deki gibi çözüme dair herhangi bir ek çizim yapılmamıştır. Üçgenin ve dikdörtgenin alan bağıntıları sözel olarak ifade edilmiş, üçgenin yüksekliğinin dikdörtgenin kısa kenarının uzunluğuna eşit olduğu yazılmış ve buradan istenilen yanıtın %50 olduğu belirtilmiştir.

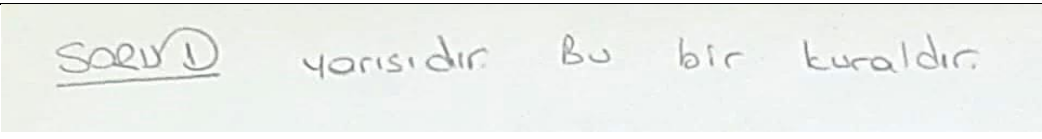
S1Ç3 incelendiğinde görsel temsil üzerinde ilgili kavramlara dair herhangi bir gösterimde bulunulmadan ayrılmış bölgelerin alanını ifade edecek şekilde değişken kullanılmış ve yanıt yüzdelik olarak ifade edilmiştir. S1Ç4'te ise bu çözümde farkı üçgenin B ve C köşesi dışında kalan üçüncü köşesinin AD kenarında herhangi bir noktasında olabileceği düşünülmüş olma ihtimalinin çözümde değişkenler ile görülmesidir.

S1Ç5'te öncelikle üçgenin B ve C köşesi dışında kalan üçüncü köşesinin AD kenarının orta noktasında kabul edilerek, bu noktadan geçen bir doğru parçası oluşturulmuştur. Çözümde bu doğru parçasının paralelkenarın yan kenarlarına paralel olduğu açıkça belirtilmemiştir. Ancak paralel olduğu kabul edilerek iki paralelkenar elde edildiğine ve bu paralelkenarların yarısının boyalı olduğuna yer verilmiştir. S1Ç6'da ise hiçbir görsel temsil kullanılmadan soruda istenilenin bir kural olarak olduğu belirtilerek yanıt "yarısıdır" şeklinde ifade edilmiştir.

Çizelge 4.1. Soru 1'e ait olası öğrenci çözümleri

| Soru | Çözüm                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1Ç1 | <p>Soru 1</p>  $\frac{\frac{bh}{2} + \frac{ah}{2}}{(a+b) \cdot h} = \frac{\frac{bh+ah}{2}}{ah+bh} = \frac{\frac{b+h}{2}}{a+b} = \frac{1}{2}$                                               |
| S1Ç2 | <p>Soru 11</p>  <p>Üçgenin alanı <u>Taban x Yükseklik</u> 'dır<br/>2</p> <p>Dikdörtgenlerin Taban x yüksekliklerdir. Üçgenin yüksekliği dikdörtgenin yüksekliğidir. Bu yüzden %50'dir.</p> |
| S1Ç3 | <p>Soru 11</p>  <p>Her biri alana 2A olacak<br/><u>%50</u> deriz</p>                                                                                                                     |
| S1Ç4 | <p>1-)</p>  <p>0/50</p>                                                                                                                                                                  |
| S1Ç5 | <p>1-)</p>  <p>Ortadan bir çizgi ile eş iki tane paralelkenar oluştururum.</p> <p>Oluşan paralelkenarların yansıları vardır.</p> <p>Buna göre taralı alan tüm alanın %50'sidir.</p>      |

Çizelge 4.1. (devamı)

|      |                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| S1Ç6 |  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|

Öğretmen adaylarının S1 için sunulan çözümlere dair yaptıkları puanlama aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.2. Soru 1'e ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları

| Öğretmen Adayı | S1Ç1 | S1Ç2 | S1Ç3 | S1Ç4 | S1Ç5 | S1Ç6 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| ÖA1            | 15   | 20   | 5    | 8    | 17   | 5    |
| ÖA2            | 15   | 10   | 3    | 7    | 10   | 0    |
| ÖA3            | 15   | 3    | 10   | 12   | 10   | 1    |
| ÖA4            | 18   | 10   | 4    | 6    | 20   | 3    |
| ÖA5            | 18   | 8    | 8    | 8    | 20   | 4    |
| ÖA6            | 20   | 10   | 5    | 5    | 18   | 0    |
| ÖA7            | 17   | 12   | 10   | 12   | 10   | 5    |
| ÖA8            | 20   | 0    | 0    | 0    | 10   | 0    |
| ÖA9            | 20   | 10   | 7    | 15   | 20   | 0    |

Öğretmen adayları tarafından en yüksek puanların S1Ç1'e verilirken en düşük puanların S1Ç6'ya verildiği görülmektedir. Puanlamalar arasındaki en çok farklılığın ise S1Ç2'de olduğu söylenebilir. Aşağıda öğretmen adaylarının S1'in olası çözümlerini nasıl değerlendirdikleri detaylandırılmıştır.

**Matematiksel Doğruluk:** Öğretmen adaylarının tümü verilen çözümleri değerlendirirken paralelkenar ve üçgenin alan bağıntılarına yer verilmesine önem vermiş ve bu açılardan S1Ç1'i doğru yanıt olarak değerlendirmişlerdir. Alan bağıntısından yola çıkarak elde edilen oranın yüzdelik ifadeye çevrilmesini ÖA6, ÖA8 ve ÖA9 puan eksiltmeye değer görmez iken diğer adaylar bu durumu dikkate almıştır. Örneğin ÖA3 15 puan verdiği S1Ç1 için aşağıdaki açıklamaları yapmıştır:

*ÖA3: Üçgenin alanını bildiğini göstermiş. Paralelkenarın alanını bildiğini göstermiş. Üçgenin alanının paralelkenarının alanının yüzde kaç olduğunu sorduğu için, üçgenin alanını paralelkenarın alanına oranlamış. Sonra işlemlerini yapmış ama yüzdelik olarak ifade etmemiş, eksik. Yüzde elli demesi gerekiyordu. Biraz puan kırdım işte yüzdelik ama*

*çok değil bence. Genel olarak güzel götürmüş çözümü, işlemlerini titizlikle yapmış, dikkat etmiş.*

ÖA5 ve ÖA6 hariç öğretmen adayları çözümleri değerlendirirken üçgenin B ve C köşesi dışında kalan üçüncü köşesinin AD kenarında herhangi bir noktada olabileceğinin göz önüne alınıp alınmadığına dikkat etmiş ve özellikle S1Ç3 ve S1Ç4'e verilen puanlardaki farklılıklar buradan kaynaklanmıştır.

Öğretmen adaylarının S1 için puanlamaları arasındaki en çok farklılığın S1Ç2'de olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarından ÖA1 çözümde paralelkenar yerine dikdörtgen kullanıldığını söz konusu etmeden aşağıdaki açıklamaları yaparak çözüme tam puan vermiştir:

*ÖA1: Alan formüllerini kullanıp üçgenin alanını ikiye bölerek yarısına denk geliyor diye düşünmüş. Bence doğru düşünmüş. Taban aynı. Yükseklik de aynı. Tam puan verirdim.*

Diğer öğretmen adayları S1Ç2'de paralelkenar yerine dikdörtgen ile çalışıldığı için soruya farklı puanlar vermeyi tercih ederken, ÖA8 hiç puan vermemeyi uygun bulmuştur. Araştırmacı ve ÖA8 arasında geçen ilgili diyalog aşağıda verilmiştir:

*ÖA8: Paralelkenar. Ama dikdörtgen de diyebilirim. Ama yok paralelkenarın özel hali olduğu için dikdörtgen diye bahsedemez. Onun tanımını yani ayrımını bilmiyor büyük ihtimalle.*

*Araştırmacı: Dikdörtgen neyin özel hali? Yani bu şekilde de yapabilir mi?*

*ÖA8: Mantığı çok doğru ama yani kesin biliyor der miyim? O sonuç dikdörtgene göre çıkmış oluyor. Soruda paralelkenar diyor değil mi? Üstünü çizdim. Çünkü paralelkenarın alanını bile yazmamış zaten. Nasıl olur? Nereden neye gittiğini bilmiyoruz. Dikdörtgeninkini yazmış sadece ama orası dikdörtgen değil. Neye göre çözdü? Kendine başka bir soru oluşturmuş gibi.*

Akıl Yürütme ve Gerekçelendirme: Öğretmen adaylarının tümü S1Ç1'de yükseklik çizilen görsel temsili ve üçgen ve paralelkenarın alan bağıntılarına dayalı yürütülen işlemleri çözüm için gerekli ve yeterli bulmuşlardır. Adayların S1Ç3, S1Ç4 ve S1Ç6'ya diğer çözümlerden daha düşük puan vermelerinin nedenleri bu çözümlerin görsel, sözel veya

cebirsel temsil olarak soruyla ilişkili kavramlara dayalı açıklamalara yer verilmemiş olmasıdır. ÖA8 çözümlerde hiçbir açıklama yapılmadığını belirterek üç çözüme de 0 puan vermiştir. ÖA8 ve araştırmacı arasında S1Ç4 ile ilgili geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

*ÖA8: Aslında bu ilk sorduğu gibi yapmaya çalışmış. Çünkü şuradan çizdiğinde dediği doğru. Ama hiçbir işlem yok. Bunu yani belki de başka bir yerden görerek yazdı. Mantığını açıklamadığı için bir şey diyemem burada.*

*Araştırmacı: Bir şeyler yazmasını istiyorsun.*

*ÖA8: Açıklamasını isterim. Çünkü şıklı olsa yüzde elliye işaretleyebilir. Daha kolay olurdu. Ama klasik sınav yaptıysam çözümünü yazsın kendini ifade etsin isterim.*

Diğer adaylar S1Ç5'teki akıl yürütmeyi S1Ç1'dekine benzer bulurken; ÖA2, ÖA3, ÖA7 ve ÖA8 çözümdeki akıl yürütme sürecini anlamakta zorlanmış ve çözümlerin bütünü için yaptıkları açıklamalardan daha tutarsız açıklamalarda bulunarak düşük bir puanlama yapmışlardır.

Öğretmen adayları, çözümlerde görsel temsilin gerekçe olarak sunulmasını dikkate almışlar ve S1Ç6'yı ÖA1 hariç diğer adaylar görsel temsil kullanılarak çözümün gerekçelendirilmesi bakımından S1Ç3 ve S1Ç4'ten farklı değerlendirmişlerdir. ÖA2, ÖA6, ÖA8 ve ÖA9 doğru sonuç yazılsa da hiçbir açıklama yapılmadığı için çözüme hiç puan vermeyeceklerini belirtmişlerdir. Diğer adaylar ise doğru bir yanıt verildiği için en yüksek 5 puan olmak üzere tabloda görüldüğü gibi bir puanlama yapmışlardır. Öğretmen adayları bu çözüme puan verirken özellikle S1Ç3, S1Ç4 çözümleri ile karşılaştırma yapmışlardır. ÖA1 çözümün S1Ç1 ile benzer olduğunu düşündüğünü belirterek aynı puanı vermeyi tercih ederken diğer öğretmen adayları bu çözümde görsel temsil kullanılmadığı için daha az puanlama yapmayı tercih etmişlerdir. Aşağıda ÖA1'in ifadelerine yer verilmiştir:

*ÖA1: Bu A, A verip 2A bulan (S1Ç1) kişiyle çok benzer bence. O yüzden buna da aynı puanı vermek isterdim yani 5 verirdim.*

**Matematiksel Temsil ve Dil Kullanımı:** Öğretmen adayları, S1 için çözümleri değerlendirirken görsel temsil kullanımına önem vermişlerdir. Bu durum özellikle S1Ç6'nın değerlendirilmesinde öne çıkmıştır. Öğretmen adayları bu çözüme puan verirken özellikle S1Ç3, S1Ç4 çözümleri ile karşılaştırma yapmışlardır. ÖA1 çözümün S1Ç3 ile

benzer olduğunu düşündüğünü belirterek aynı puanı vermeyi tercih ederken diğer öğretmen adaylarının tümü bu çözümde görsel temsil kullanılmadığı için daha az puanlama yapmayı tercih etmişlerdir. Aşağıda ÖA5'ün ifadelerine yer verilmiştir:

*ÖA5: Şimdi diğerleri (S1Ç3, S1Ç4) en azından şekilde göstermiş. A, A, 2A diye onlara 8 vermiştim. Ama bu hiçbir gösterimde bulunmamış. Doğru bir yanıt vermiş olsa da 4 derdim. 4 puan verdim.*

Diğer taraftan öğretmen adayları, S1 ile ilgili çözümleri değerlendirirken kullanılan sözlü matematiksel dil ile ilgili özellikle üzerinde durulacak bir açıklama yapmamışlardır.

#### 4.2. İkinci Soruya Ait Bulgular

Aşağıdaki çizelgede birinci soruya dair öğretmen adaylarına sunulan çözümler bulunmaktadır. S2Ç1 incelendiğinde çözümde dikdörtgenin köşelerinde yer alan A ve B merkezli farklı iki çemberin çevrelerinin dörtte birinin hesaplandığı, çemberlerin yarı çaplarından yararlanarak dikdörtgen üzerinde verilmeyen uzunlukların bulunduğu, bulunan tüm sayıların toplanarak soruda istenen çevrenin hesaplandığı görülmektedir. Yalnızca çözümünün son aşamasında sayıların toplanmasında işlem hatası yapıldığı görülmektedir.

S2Ç2 ve S2Ç3 incelendiğinde çözümde çevre yerine alan hesabı yapıldığı görülmektedir. S2Ç2'de A merkezli dairenin alanının hesaplanmasında işlem hatası yapılmıştır. S2Ç3'te işlemler doğru bir şekilde yürütülmüş ve verilen sayılar gereği çevre hesaplanmasıyla aynı sonuca ulaşılmıştır.

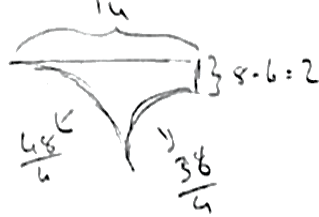
S2Ç4 incelendiğinde soruda istenilen çözüme ulaşmak için işlemlerin yapıldığı, S2Ç5'te ise yalnızca görsel temsilde çeyrek çemberler olduğu belirtilerek doğrudan sonucun 37 olarak yazıldığı görülmektedir.

S2Ç6 incelendiğinde öğrencinin görsel temsilde dikdörtgenin kenarlarında verilmeyen uzunlukların bulunduğu görülmektedir. Çeyrek çemberlerin uzunluklarının bulunması için de işlemlerin yapıldığı ancak bu işlemlerde  $\pi$  temsiline rastgele/anlamsız bir şekilde yazıldığı görülmektedir.

Çizelge 4.3. Soru 2'ye ait olası öğrenci çözümleri

Soru Çözüm

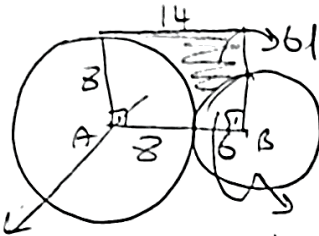
S2Ç1

2-)  $2\pi r \rightarrow$  dairenin çevresiA noktası: çember çevresi  $\Rightarrow 2\pi r = 2 \cdot 3 \cdot 3 = 48$ B " " " "  $\Rightarrow 2 \cdot 4 = 2 \cdot 3 \cdot 6 = 36$ 

$$\Rightarrow 14 + 2 + 9 + 12 = 47$$

S2Ç2

(2)

Dikdörtgen alan  $14 \times 8 = 112$ 

$$\text{Alan} = \frac{3 \cdot 648}{4} = 24$$

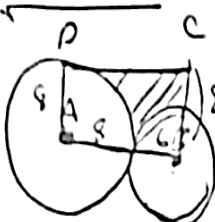
$$\text{Alan} = \frac{3 \cdot 36}{4} = 27$$

$$24 + 27 = 51$$

$$\begin{array}{r} 112 \\ - 51 \\ \hline 61 \end{array}$$

S2Ç3

Soru 21



$$3 \cdot 64 = 192/4 = 48$$

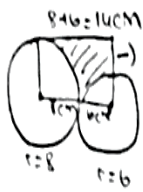
$$3 \cdot 36 = 108/4 = 27$$

$$14 \cdot 8 = 112$$

$$112 - 75 = 37$$

S2Ç4

Çözüm:



$$8 + 6 = 14 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow 8 - 6 = 2 \text{ cm}$$

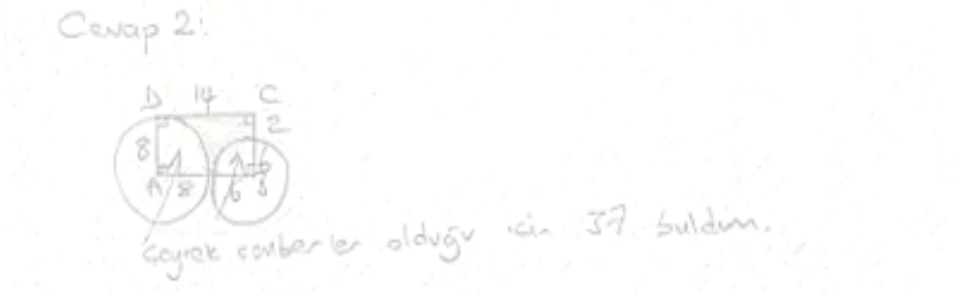
$$2\pi r = 2 \cdot 3 \cdot 6 = 36$$

$$2\pi r = \frac{2 \cdot 3 \cdot 8^2}{4} = 12$$

$$36 + 12 + 2 = 50 \text{ cm}$$

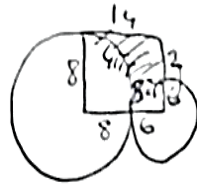
Çizelge 4.3. (devamı)

S2Ç5



S2Ç6

Soru 23



$$\frac{2\pi r^2}{4} \quad \frac{2\pi r^2}{4}$$

Taraflı Bölge Çayrek Çemberler

$$14 + 2 + 3\pi r + 4\pi r = 16 + 7\pi r$$

Öğretmen adaylarının S2 için sunulan çözümler dair yaptıkları puanlama aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.4. Soru 2'ye ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları

| Öğretmen Adayı | S2Ç1 | S2Ç2 | S2Ç3 | S2Ç4 | S2Ç5 | S2Ç6 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| ÖA1            | 14   | 3    | 3    | 20   | 7    | 9    |
| ÖA2            | 15   | 6    | 5    | 17   | 3    | 7    |
| ÖA3            | 18   | 0    | 0    | 20   | 10   | 5    |
| ÖA4            | 17   | 2    | 2    | 20   | 5    | 14   |
| ÖA5            | 18   | 0    | 0    | 20   | 5    | 12   |
| ÖA6            | 19   | 0    | 0    | 20   | 0    | 5    |
| ÖA7            | 18   | 5    | 5    | 20   | 10   | 16   |
| ÖA8            | 18   | 0    | 0    | 15   | 20   | 10   |
| ÖA9            | 18   | 2    | 2    | 20   | 10   | 5    |

Öğretmen adayları tarafından en yüksek puanlar S2Ç4'e verilirken en düşük puanların S2Ç3'e verildiği görülmektedir. Puanlamalar arasında en çok farklılığın ise S2Ç5'te olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda öğretmen adaylarının S2'nin olası çözümlerini nasıl değerlendirdikleri detaylandırılmıştır.

Matematiksel Doğruluk: Öğretmen adaylarının tümü genel olarak çözümlerde sorunun çözümüne ulaşılırken yapılan işlemlerin doğru yürütülüp yürütülmediğini incelemiştir.

Soruda verilen kavramlarla ilgili işlemler doğru yürütülse de S2Ç1'deki toplama işlemindeki hata için adaylar farklı miktarla puan eksiltmişlerdir. Bunun yanında çevre yerine alan hesabı yapılmış olsa da S2Ç2 ve S2Ç3'e bazı öğretmen adayları az da olsa bir puan vermeyi tercih ederken bazı öğretmen adayları hiç puan vermemeyi uygun bulmuştur. Her ikisinde de alan hesabı yapılmışken birinde işlem hatası da yapılmış olan S2Ç2 ve S2Ç3'e 5'er puan veren ÖA7'in S2Ç2 üzerine araştırmacı ile arasındaki diyalog aşağıdaki gibidir.

*ÖA7: Bu tekrar çizmiş güzel. 8 ve 3 yazmış. Alanı 64 bölü 4. Ben çok zorlanacağım galiba böyle. Alan yazmış hocam. Burada da alan yazmış. Zaten alan yazıyor. Alanı biliyor en azından. Çok güzel çözmüş ama soruya hiç uygun değil. İşlemleri de yanlış burada.*

*Araştırmacı: Evet nasıl değerlendirirsin?*

*ÖA7: Ben açıkçası bilmiyorum hocam. Zaten alan sorunun dışında olduğu için bunun içindeki işlem yanlışlığına ben puan kırmazdım. Genel olarak bence sıfır verirdim.*

*Araştırmacı: Sıfır mı verirsin?*

*ÖA7: Ya da yarıçapı bulmuş. Hocam öyle sorunca ben şimdi emin olamadım.*

*Araştırmacı: Ben soracağım. Tek bir doğru değerlendirme yok. Ne düşündüğünü merak ettiğim için sordum. Yani neden sıfır verdiğini daha detaylı açıklamayı istiyorum.*

*ÖA7: Hocam ben ikişer puan en azından buraların (doğru parçalarının) akıl yürüterek uzunluğunu bulduğu için veririm. İkişer puan yani dört puan oradan veririm. Bir puan da genel olarak güzel mantıklı işlemler yapmış. Bir puan da emeği için yani. Beş puan veriyorum.*

Diğer taraftan çevre mi yoksa alan hesabı mı yapıldığı görülmeyen dolayısıyla sorunun gerektirdiği kavramsal bilginin kullanılıp kullanılmadığı belirsiz olan S2Ç5 için bazı adayların oldukça yüksek puanlama yaptığı görülmektedir. Bunun yanında adaylar genellikle S2Ç4'ü doğru yanıt olarak değerlendirmişlerdir. pi sayısının anlamlı kullanılıp kullanılmadığı konusunda şüpheye düşülebilecek bir çözümün sunulduğu S2Ç6 için ise farklı değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Bu çözüm için en yüksek puanı veren ÖA7 durumu “dikkat eksiliği” olarak değerlendirmiştir. Düşük puan veren adaylardan ÖA6 ise bu durumu “kavram yanılgısı” olarak değerlendirmiştir. Düşük puan veren adaylardan biri olan ÖA3'nın açıklaması aşağıda gibidir:

*ÖA3: Çemberin çevresiyle ilgili bir şeyler biliyor. Ama işte ne bildiğini bilmiyor ya da nasıl uygulayacağını bilmiyor. Yani çevre bağıntısını biliyor da verilenleri yerine koyup  $\pi$ 'yi,  $r$ 'yi kaldırması gerektiğini bilmiyor. Sonucu da  $\pi$  ve  $r$  üzerinden bulmuş. Sonucu yanlış bulduğu için zaten kırdım. Sadece o kısımdan verdim, 5 puan.*

Akıl Yürütme ve Gerekçelendirme: Öğretmen adayları dikdörtgenin iç bölgesinde bulunan çember kesitlerinin neden A ve B merkezli çeyrek çember olacağına dair çözümlerde bir açıklama yapılıp yapılmadığını önemsemediklerini, yapılan işlemlerin yeterli olacağını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla tümü S2Ç4'ün en uygun çözüm olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının S2Ç5 ve S2Ç6 puanlamalarında düşük ve farklılık olması çözüm adımları arasında anlamlı bir geçişin gözlenemediği veya sorunun istediği matematiksel işlemlerin görülememesinden kaynaklanmıştır.

Öğretmen adaylarının S2 için puanlamaları arasında en çok farklılığın S2Ç5'te olduğu görülmektedir. Bunun nedeni adayların çözümde görmeyi bekledikleri akıl yürütme süreçlerine dair beklentileri olduğu söylenebilir. Örneğin 3 puan veren ÖA2'nin S2Ç5 için açıklaması aşağıdaki gibidir:

*ÖA2: Yani işlem yok bir kere burada. Çeyrek çemberler olduğu için otuz yedi buldum yazmış. Tamam güzel bir açıklama da işlemi görseydik de onun üstüne otuz yedi buldum diye açıklasaydı. Yani belki arkadaşından kopya çektin. Sadece orayı gördü. 4 puan verdim, yok 3 puan veriyorum. Yarı çapların olduğunu söylemiş, 14 ve 2 olduğunu söylemiş yani şey yok, çözüm yok sadece çeyrek çemberler olduğu için 37 buldum demiş. 3 puan verdim.*

Öğretmen adaylarından S2Ç5'e hiç puan vermeyen ÖA6'nın ve tam puan veren ÖA8'nin açıklamaları aşağıdaki gibi olmuştur:

*ÖA6: Çeyrek çemberler olduğu için 37 bulmuş. Burada işlem yok. Sadece oklarla göstermiş. Burada ben başkasından bakıp bakmadığını bilemem. Zaten görsel olarak aynısını çizmiş. Buranın tam 2 olduğunu bulabilmiş ama bunu mesela aynı şeyden buranın altı oranının 2 olduğunu öğrenci bulabilir 8. sınıf sonuçta. Ama belki dışarıdan görüp sadece oklar çizip 37 demiş. Ben buna fazla puan vermezdim hocam. Hatta vermem. Neye göre 37 demiş ki? 37 burada diğer çözümlerde o kadar işlem yapılmasına rağmen zar zor*

*bulunan bir sonuç oluyor. Burada doğrudan 37 yazması olmaz bence. Buna puan vermem hocam.*

*ÖA8: Açıklamış ama çeyrek çember olması gerekiyor zaten. Oradan çözüm geliyor. Doğru ama niye işlem yok ki burada hiç? Yani çok eksiği var aslında. Çevreyi bilmese zaten çeyrek çemberin uzunluğunu bulamaz. Sadece işlemini yapmamış. 15 vereyim işlem yok sadece. Hocam yani aslında bir şey bilmemiş gibi duruyor ama şöyle mantıktan gittim. Çeyrek çember diyor ya onun bir bölü dört olacağını biliyor zaten çevrenin formülünü bilmese de 37'yi bulamaz. Sadece işlem olarak yapmamış.*

S2Ç5'e verilen yüksek puanlardan biri olan 10 puan veren ÖA3'nın araştırmacı ile arasında geçen diyalog ise aşağıdaki gibidir:

*ÖA3: Çeyrek çemberler olduğu için 37 buldu. Ama nereden buldu? Çeyrek çemberde alanını nasıl bulduğunu göstermemiş. Pardon çevresini nasıl bulduğunu göstermemiş. Aklından bulmuş. Sonucu doğru. 14'ü 2'yi falan da bulmuş. Kaç puan versem? Şimdi çevresini bulması, çevreyi dörde bölmesi, DC uzunluğunu bulması, küçük doğru parçasının uzunluğunu bulması. Toplam 10 puan verirdim.*

*Araştırmacı: Neyi bildiğini göstermiş sence?*

*ÖA3: DC uzunluğunu bildiğini gördüm. Sonucu doğru bulmuş. Yani çemberin çevresini de biliyor. Bölmüş ama görmedim. O kısımdan 10 puan kırdım. O yüzden 10.*

Matematiksel Temsil ve Dil Kullanımı: Öğretmen adayları genel olarak çözümleri değerlendirirken görsel temsil kullanımına dikkat etmişlerdir. Ayrıca S2Ç2 ve S2Ç3'te neden alan hesabı yapıldığını anlayabildiklerini çünkü genellikle bu türden sorularda taralı bölgelerin alanlarının sorulduğunu iletmişlerdir. S2Ç6'da pi sayısının kullanımı ve çözümün cebirsel olarak temsilinde bir karmaşıklık olsa da öğretmen adayları bu durumu genellikle matematiksel dile bağlı nedenlere bağlamamışlardır. Ayrıca ÖA7 çözümde birimlerin yazılmasına dikkat ettiğini buna göre puanlama yapacağını S2Ç4 için aşağıdaki açıklamıştır:

*ÖA7: 8 artı 6. Tamam o da aynı şeyi yazmış. Yarı çaplarını belirtmiş. Ama ben diğerlerinde bunu zaten buraya yazdığı için belirtmesine ekstra bir şey yapmadım. Belirtmemesine puan kırmadım.  $2\pi r$  çevre almış hocam. Güzel. Sonra dörde bölmüş. İşlemleri doğru. Tam puan veririm hocam buna. Evet santimetre olarak belirtmiş. Aslında*

*diğerlerine ona da dikkat etmem lazımdı. Mesela çevresi kaç santimetredir diye belirtmiş. Bizim hocamız en azından bir puan kırıyordu.*

### 4.3. Üçüncü Soruya Ait Bulgular

Aşağıdaki çizelgede üçüncü soruya dair öğretmen adaylarına sunulan çözümler bulunmaktadır. S3Ç1 incelendiğinde, çözümde herhangi bir görsele veya teoreme yer verilmeksizin anılan kenar uzunlukları ile Pisagor teoremine uygun işlemler yapılmıştır. S3Ç2’de ise verilen kenar uzunlukları ifade edilerek bu üçgenin özel bir dik üçgen olduğu ifade edilmiştir.

S3Ç3 incelendiğinde, bir dik üçgen temsili üzerinde üçgenin köşe noktaları belirtilmiş ve Pisagor teoremine uygun işlemler yapılmıştır. Ancak teoreme ilişkin cebirsel ifade ile görsel temsil arasında uyumsuzluk görülmektedir. Ayrıca verilen üçgenin bir dik üçgen olduğu ifadesi çözümde yer almamıştır. S3Ç4’te Pisagor teoremi sözel ve cebirsel temsiller ile ifade edilmiş ve verilen değerlerin bağıntıya yerleştirilmesi neticesinde doğru sonuca ulaşılmış ve dik üçgen olduğu ifade edilmiştir.

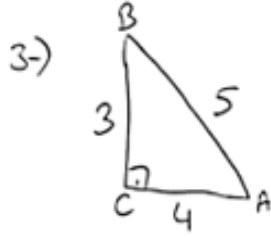
S3Ç5 incelendiğinde, verilen görsel temsilde kenar uzunlukları üçgende açılı kenar ilişkisine dikkat edilmeksizin yerleştirilmiş ve prototip örnek ve temsillerin ezbere kullanılması ile bağıntı uygulanmaya çalışılmıştır. S3Ç6’da öncelikle üçgende açılı kenar ilişkisi bakımından benzer bir hata yapıldığı daha sonra kenar uzunlukları değiştirilerek denemeler yapıldığı görülmektedir. Bu çözümde herhangi bir işlem görülmemektedir.

Çizelge 4.5. Soru 3’e ait olası öğrenci çözümleri

| Soru | Çözüm                                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S3Ç1 | Soru 3: $5^2 = 3^2 + 4^2$ eşit olduğu için                                                                |
| S3Ç2 | 3-4-5 özel dik üçgeni  |

Çizelge 4.5. (devamı)

S3Ç3



$$25 = 9 + 16$$

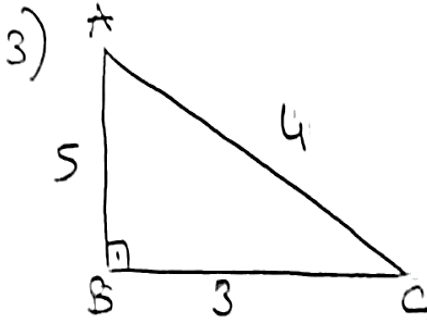
$$5^2 = 3^2 + 4^2$$

$$a^2 = b^2 + c^2 \text{ şartını sağladığı için}$$

S3Ç4

3) 5, 3, 4  
 Pisagor teoreminin en uzun kenarı olan  $|AB|$  hipotenüs olarak varsayarsak,  $|BC|^2 + |AC|^2 = |AB|^2$  olmalıdır.  
 $3^2 + 4^2 = 5^2$   $9 + 16 = 25$  sağladığından  
 dik üçgen diyebiliriz

S3Ç5

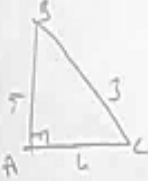


$$5^2 + 3^2 \neq 4^2$$

Dik üçgen değildir

S3Ç6

3)  $|AB| = 5, |BC| = 3, |AC| = 4$



olursa dik olmaz.



olursa dik olur.

Öğretmen adaylarının S3 için sunulan çözümler dair yaptıkları puanlama aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.6. Soru 3'e ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları

| Öğretmen Adayı | S3Ç1 | S3Ç2 | S3Ç3 | S3Ç4 | S3Ç5 | S3Ç6 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| ÖA1            | 18   | 5    | 20   | 20   | 0    | 5    |
| ÖA2            | 16   | 5    | 18   | 19   | 5    | 3    |
| ÖA3            | 4    | 4    | 20   | 20   | 5    | 17   |
| ÖA4            | 15   | 17   | 20   | 20   | 7    | 20   |
| ÖA5            | 12   | 5    | 20   | 20   | 5    | 3    |
| ÖA6            | 10   | 7    | 15   | 20   | 0    | 5    |
| ÖA7            | 20   | 20   | 20   | 20   | 4    | 18   |
| ÖA8            | 10   | 8    | 15   | 20   | 0    | 8    |
| ÖA9            | 20   | 20   | 20   | 20   | 10   | 5    |

Öğretmen adayları tarafından en yüksek puanlamanın S3Ç3 ve S3Ç4'te, en düşük puanlamanın S3Ç5'te olduğu ve puanlamalar arasında en çok farklılığın S3Ç6'da olduğu görülmektedir. Aşağıda öğretmen adaylarının S3'ün olası çözümlerini nasıl değerlendirdikleri detaylandırılmıştır.

Matematiksel Doğruluk: Öğretmen adayları S3'ü değerlendirirken öğrencilerin Pisagor teoreminin ne olduğunu bildiklerini göstermeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Olası çözümler incelendiğinde bir kısmında kavramsal bilgiye yer verilmeksizin sadece işlem yapıldığı, bir kısmında ise Pisagor teoreminin anlamlı bir şekilde kullanılmadığı görülmektedir. En çok puanlama farkının bulunduğu S3Ç6 incelendiğinde üçgende açı kenar ilişkisinin kavranmadığı ve teoremin anlamlı bir şekilde yorumlanmasında zorluk yaşandığı açıkça görülmektedir. Adayların üçü bu duruma pek önem vermezken diğer adaylar düşük puan vermeyi tercih etmişlerdir. Diğer taraftan ÖA2 bu sorunun çözümünde öğrencilerden ayrıca uzunlukları verilen doğru parçalarının bir üçgen oluşturup oluşturulamadığına bakılmasının ifade edilmesini beklediğini söylemiştir. Öğretmen Adayı ÖA2'nın yaptığı açıklama aşağıdaki gibidir:

*ÖA2: Burada ne bilmesi gerekiyor. İlk önce üçgen olup olmadığını belirlemesi lazım, sonra da dik üçgende Pisagor bağıntısını yerine koyup uygulaması gerekiyor bence. Hani en büyük kenarı 5'in karesi eşittir 3'ün karesi artı 4'ün karesi eğer doğruysa evet dik üçgendir demesi gerekiyor.*

Öğretmen adaylarından bir kısmı öncelikle görsel bir temsile yer verilmediği için S3Ç4'ü eksik bir çözümmüş gibi görseller de daha sonra bu çözümü yapan bir öğrencinin sözel ve cebirsel ifadelerle ilgili matematiksel kavramları bilindiğini gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Örneğin ÖA5 aşağıdaki şu açıklamayı yapmıştır:

*ÖA5: Çizmemiş ama anlatmış. Hipotenüsü biliyor. Üçgeni çizip göstermesini beklerim demiştim ama böyle bir cevap beklemiyordum. Çizmiş kadar oldu benim için.*

Öğretmen adayları en düşük puanlamayı yaptıkları S3Ç5'te üçgenin temel özelliklerinin bilinmediğinin görüldüğünü ifade etmişlerdir. Örneğin ÖA1 bu çözüme neden düşük puan verdiğini aşağıdaki gibi açıklamıştır:

*ÖA1: Bir kere bu şekilde bu üçgen olamaz. 5'in hipotenüs olması gerektiğini bilmiyor. En uzun kenar olması gerektiğini bilmiyor. Puan vermezdim buna. Yani Pisagor teoremine yönelik bir işlem yapmış gibi ama yanlış. Üçgeni mantıken yanlış. Puan vermezdim.*

Akıl Yürütme ve Gerekçelendirme: Öğretmen adayları S3'ün çözümünde gerekçe olarak üçgen temsili ve Pisagor teoreminin anlamlı kullanıldığına dair açıklamalar aramışlardır. Örneğin S3Ç4 için ÖA7 ile araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibi olmuştur:

*ÖA7: Şimdi buna 30 versen de verilir.*

*Araştırmacı: Neden? Diğer çözümler nasıldı?*

*ÖA7: Şimdi onlar da farkında ama çok güzel çözmüş bu. Buna da 20 puan verebilirim. Ama ekstradan bir tane çıkartma defterine yapıştırırım. Bu çok güzel çözüm.*

*Araştırmacı: Çünkü neyi görebiliyorsun çözümde? Niye güzel dedin?*

*ÖA7: Hocam genel şablon olarak açıklamış, neyi neden yaptığını biliyor. Mesela ben bu çocuğa 3, 4, 5'in dışında farklı bir dik üçgeni versem bu çocuk kesin yine kanıtlayabilir. Diğerleri de belki kanıtlayabilir ama belki de direkt kafasındaki 3, 4, 5'i yani üçgeni ezbere bildiği için yapmış. Onun dışında sorduklarımda zorlanır diye düşünürdüm.*

Matematiksel Temsiller ve Dil Kullanımı: Öğretmen adayları S3'ün çözümünde öğrencilerin görsel temsiller kullanmasını beklediklerini ifade etmişlerdir. Bu temsil üzerinde köşe noktalarının ve kenar uzunluklarının belirtilmesine önem verdiklerini belirtmişlerdir. Bu şekilde sözel açıklamaların daha anlamlı olacağını ifade etmişlerdir. Sorunun geometrik şekil üzerinde köşe noktalarının yerleştirilmesi ve sözel olarak doğru çözümünü görmeleri ile anlamlı olacağını düşünmüşlerdir. Öğretmen adayları çözümlerde öğrencilerin verilen üçgenin bir dik üçgen olup olmadığını açıkça ifade edilmesini

beklediklerini ifade etmişlerdir. Örneğin ÖA3 S3Ç3 için aşağıdaki açıklamayı yapmıştır:

*ÖA3: Ama ben sınavda böyle bir soru sormayabilirim. Kopyaya çok açık bir soru. 3-4-5. Çok güzel göstermiş. Ama köşe noktalarının isimlendirmesini zor yapmış gibi. İşlem de yapmış ama ifade etmemiş. Yani şartını sağladığı için deyip bırakmış. Dik üçgen mi değil mi sonuçta neye ulaştığını yazmamış.*

#### 4.4. Dördüncü Soruya Ait Bulgular

Aşağıdaki çizelgede dördüncü soruya dair öğretmen adaylarına sunulan çözümler bulunmaktadır. S4Ç1 incelendiğinde, verilen görselde kare piramidin tabanının ve ikizkenar üçgen olan yan yüzeylerinin kenar uzunluklarının cebirsel temsillerle uygun bir şekilde ifade edilip, çevre ve alan bağıntılarının kullanıldığı ancak ikizkenar üçgenin yüksekliğinin hesaplanmasında hata yapıldığı görülmektedir. Benzer şekilde kare ve üçgenin kenar uzunluklarının bulunduğu S4Ç2’de ise yükseklik hesaplanmaya çalışılmış ancak hatalı bir sonuca ulaşılmıştır.

S4Ç3 incelendiğinde, ilk iki çözümden farklı olarak kare piramidin açınımına dair görsel temsil yerine sözel olarak ikizkenar üçgenlerin varlığından söz edildiği ve bir ikizkenar üçgen görsel temsili kullanılıp, işlemlerin yürütülerek sonuca ulaşıldığı görülmektedir. S4Ç4 ise S4Ç3’e benzer şekilde kare piramidin yan yüzeylerinden biri ikizkenar üçgen olarak görselleştirilmiş, kenar uzunlukları belirtilmiş ve yükseklik oluşturulmaya çalışılmış ancak daha sonra bu yüksekliğin tabanı iki eş parçaya böldüğü göz ardı edilerek özel dik üçgene dair ezbere olup olmadığı belirsiz açıklamalarla yanlış bir sonuca varılmıştır.

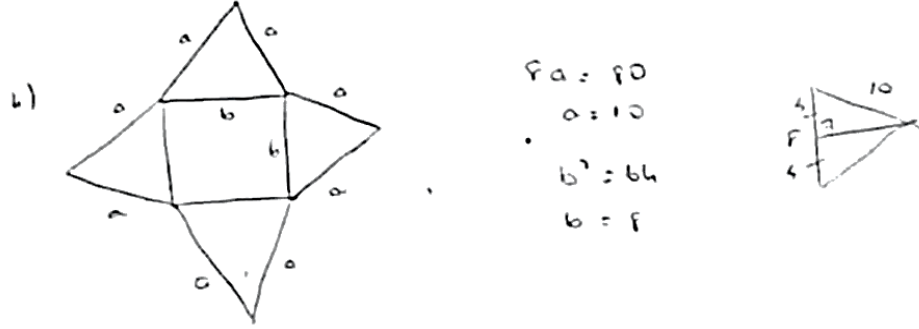
S4Ç5 incelendiğinde, çevre ve alan bağıntıları kullanılarak kare piramidin açınımının oluşturulup kenar uzunluklarının yerleştirildiği, daha sonra ikizkenar üçgene dair bir temsil yardımıyla herhangi bir sözel açıklamada bulunulmadan soruda istenilenlere yönelik işlemlerin yürütüldüğü görülmektedir.

S4Ç6 incelendiğinde ise kare piramidin yan yüzeylerinin eşkenar üçgen olduğu belirtilmiştir. Yanlış belirtilen bu bilgiden sonra istenildiği gibi yan yüzlerden biri olan üçgenin yüksekliği Pisagor teoremi kullanılarak hesaplanmıştır.

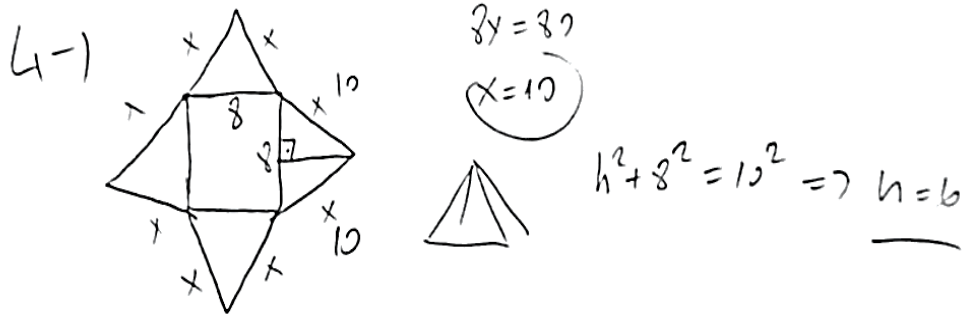
Çizelge 4.7. Soru 4'e ait olası öğrenci çözümleri

Soru Çözüm

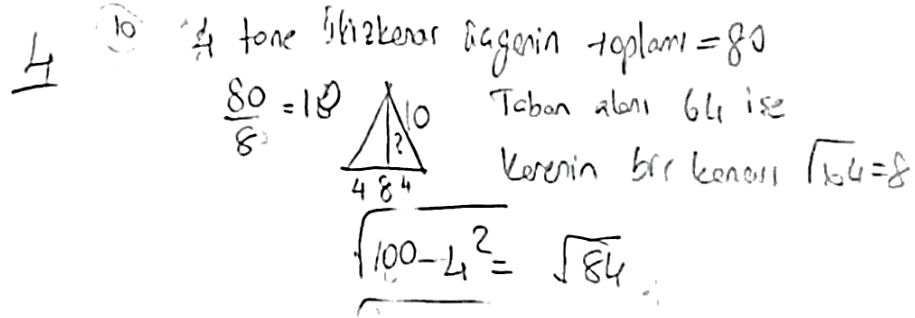
S4Ç1



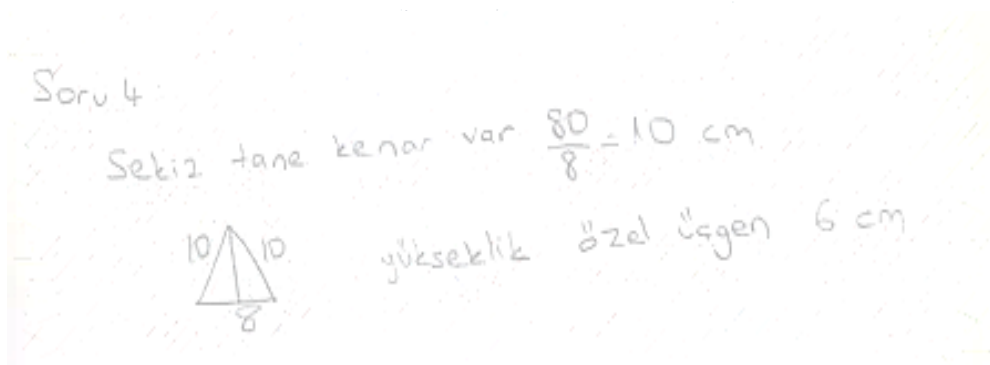
S4Ç2



S4Ç3

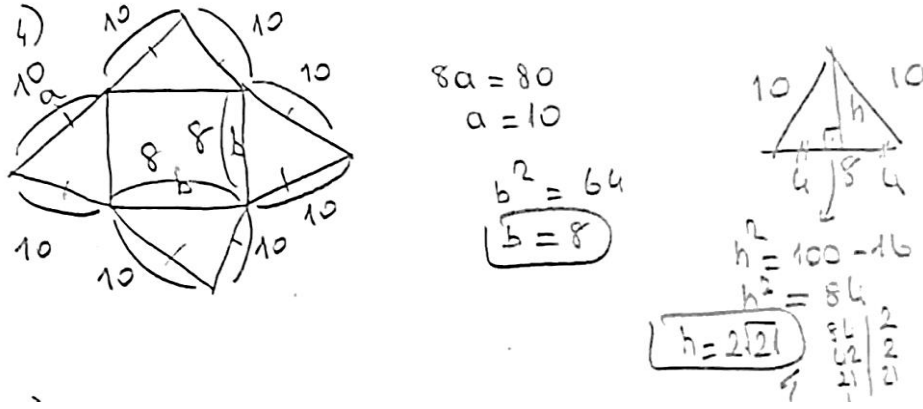


S4Ç4

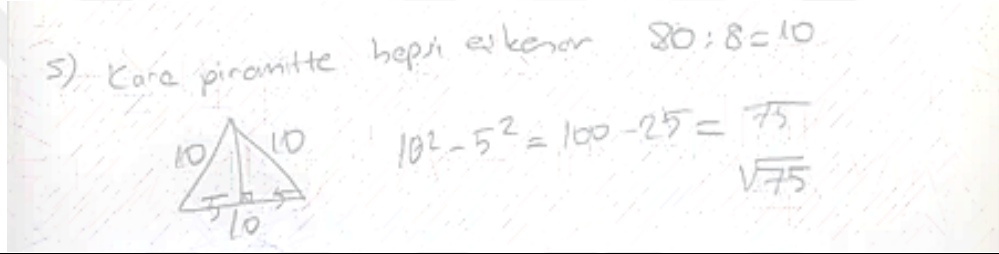


Çizelge 4.7. (devamı)

S4Ç5



S4Ç6



Öğretmen adaylarının S4 için sunulan çözümlere dair yaptıkları puanlama aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.8. Soru 4'e ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları

| Öğretmen Adayı | S4Ç1 | S4Ç2 | S4Ç3 | S4Ç4 | S4Ç5 | S4Ç6 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| ÖA1            | 12   | 10   | 20   | 8    | 20   | 12   |
| ÖA2            | 16   | 8    | 14   | 5    | 20   | 6    |
| ÖA3            | 15   | 15   | 19   | 13   | 20   | 5    |
| ÖA4            | 15   | 10   | 20   | 10   | 20   | 5    |
| ÖA5            | 14   | 14   | 20   | 14   | 20   | 5    |
| ÖA6            | 10   | 5    | 15   | 5    | 20   | 3    |
| ÖA7            | 10   | 10   | 18   | 10   | 18   | 7    |
| ÖA8            | 15   | 10   | 17   | 10   | 20   | 5    |
| ÖA9            | 10   | 17   | 20   | 10   | 20   | 10   |

Öğretmen adayları tarafından verilen en yüksek puanların S4Ç5'te olduğu, en düşük puanların ise S4Ç6'da olduğu görülmektedir. Verilen puanlarda en çok farklılığın ise S4Ç2'de olduğu görülmektedir. Aşağıda öğretmen adaylarının S4'ün olası çözümlerini nasıl değerlendirdikleri detaylandırılmıştır.

Matematiksel Doğruluk: Öğretmen adayları çözümleri incelerken kare piramit, ikizkenar üçgen, dik üçgen ve Pisagor teoremine dair verilen bilgileri göz önünde bulundurmuşlardır. Örneğin S4Ç1 için ÖA7 ve araştırmacı arasında geçen diyalog aşağıdaki gibidir:

*ÖA7: Piramidin açınımını doğru çizmiş. Karenin her bir kenarını yazmış. Üçgenlerin kalan kenarlarını da ikizkenar olacak şekilde belirtmiş. Cebirsel ifade yazmış. a'yı 10 bulmuş. b'yi 8 bulmuş. Sonra bir üçgeni almış oraya. Dediğim gibi çizmiş. Dikliği belirtmiş. İki eş parçayı belirtmiş. Dördü belirtmiş. 10'u belirtmiş. Güzel ama yükseklik yok. Onu da yazsaydı tamam olacaktı. Ama kaç puan kırılır? Hipotenüsü bilmiyor mu hocam acaba diye düşündüm?*

*Araştırmacı: Pisagor teoremi yani değil mi?*

*ÖA7: Aynen. Pisagor teoremini bilmiyor mu? Onu hesaplamadan bırakmış yani. 10 puan verirdim.*

Öğretmen adayları en düşük puanlamayı S4Ç6 için yapmışlar ve bu çözümü yapan öğrencinin kare piramidin özelliklerini bilmediğini belirtmişlerdir. Adaylar yine de eşkenar üçgenin bir kenarına ait yüksekliğinin uzunluğunun bulunduğu için çizelgede görüldüğü gibi farklı puanlar vermeyi tercih etmişlerdir. En düşük puanı veren ÖA6 kare piramidin özelliklerini bilmediği için çevre ve Pisagor teoremine yönelik yapılan işlemlerin doğruluğunu pek önemsemediğini belirtmiştir. Ortalama puanlardan birini veren ÖA2 ise S4Ç6 için aşağıdaki cümleleri ifade etmiştir:

*ÖA2: Bir de doğrudan 10 10 10 yapmış, yani karenin alanının vermesini hiçe saymış. Soruda verileni de dikkate almamış. Karenin kenarlarının da yan yüzlerin kenarlarına eşit olduğunu düşünmüş. Ben buna ne veriyim şimdi. Pisagor'u en azından doğru uygulayabilmiş. Olumlu bir öğretmen olmam gerekiyor.*

Öğretmen adaylarının puanlama yaparken en çok farklılığın S4Ç2'de olduğu görülmektedir. Çözümde açıklayıcı ifadelerin olmaması ve yüksekliğin çizilmemesi ve yanlış hesaplanmasının öğretmen adaylarını puan vermekte farklılığa yönlendirmiştir. Örneğin 8 puan veren ÖA2 aşağıdaki gibi açıklamalar yapmıştır:

*ÖA2: Burada öğrenci tamam Pisagor uygulamış ama 8'in karesi demiş. Yani şu kenarı bölmeden işlem yapmış. Dik üçgen yani nereden geldi, kenarı ortalaması gerektiğini bilmiyor. Oradan kıracağız mecbur. Ayrıca şu 8'i nasıl bulduğunu göstermemiş ama*

*bulmuş. Pisagor'u genel olarak biliyor ama şimdi şöyle de bir şey var. Acaba bunu ayırmayı bilmediği için mi, ayıramayacağı için mi yoksa bunun kendisinin bir dik üçgen olduğunu düşündüğü için mi böyle yapmış? Onu da bilemedim. Şu an gerçi ayıramadığı içindir.*

S4Ç2'ye 15 puan vererek en yüksek puanlamayı yapan ÖA3 ise yalnızca ikizkenar üçgenin yüksekliğini bulma konusunda çözümde eksikler bulunduğunu belirtmiş ve neden bu puanı verdiğini aşağıdaki gibi açıklamıştır:

*ÖA3: Tamam, sekiz sekizi yazmış direkt. X yazmış yani onların hepsinin eşit olduğunu biliyor. Onların toplamı seksene eşit deyip onu da bulmuş. h'nin karesi ile sekizin karesini toplamış ama orada hata yapmış. Çünkü ikizkenar üçgende tabana indirilen dikmenin tabanı eşit iki parçaya böldüğünü bilmesi lazım. İşte o zaman uzunluğunun dört olduğunu bilmesi lazım. Pisagor yaparken de dört üzerinden yapması gerekiyor. Gerisi doğru ama buna ben on beş verirdim.*

Akıl Yürütme ve Gerekçelendirme: Öğretmen adayları verilen çözümleri değerlendirirken kare piramidin ve ikizkenar üçgenin özelliklerine sözel olarak hiç yer verilmeden doğrudan işlemlerin yapılmasını söz konusu ettikleri ancak bu eksikliği genel olarak puanlamalarına yansıtmadıkları görülmüştür. Bazı adaylar ise özellikle yanlış çözümlerde bu yanlışın kaynağını gerekçelerin açıkça sunulmadığı için fark edemediklerini belirten ifadeler kullanmışlardır. Örneğin S4Ç2 için ÖA2'nın açıklaması aşağıdaki gibidir:

*ÖA2: Burada öğrenci şu kenarı bölmeden işlem yapmış. Dik üçgeni yani yüksekliği de göstermemiş. Kenarı ayıracağını da bilmiyor, ayırırsa da kaç kaç ayırması gerektiğini belki bilmediği için onun karesi dedi büyük ihtimal. Yazmamış ki bir şey oradan kıracağız mecbur.*

Matematiksel Temsil ve Dil Kullanımı: Öğretmen adayları S4 için sunulan çözümlerdeki dil kullanımına özellikle S4Ç3'te dikkat etmiştir. Örneğin bu çözüm için ÖA6'nın açıklamaları aşağıdaki gibidir:

*ÖA6: Yani tamam onun karesi 100 direkt yazmış ama 4 tane ikizkenar üçgenin toplamı demiş. Ne demek istiyor? Sözel ifadesinde biraz eksiklik var gibi. Çünkü tamam ben belki*

*öğrenciyi tanıyorum, burada ne demek istediğini anlayabilirim ama tanımadığım bir öğrenciden bunu anlamayabilirim.*

Öğretmen adaylarından sadece ÖA7, S4Ç5'te uzunluk biriminin yazılmamasına dikkat etmiş ve puanlamasında 2 puan eksik vermiştir.

#### 4.5. Beşinci Soruya Ait Bulgular

Aşağıdaki çizelgede beşinci soruya dair öğretmen adaylarına sunulan çözümler bulunmaktadır. S5Ç1 incelendiğinde, görsel veya sözel bir açıklama yapılmasa da üçgenin tepe noktasının karenin üst kenarının tam ortasında olduğu varsayılarak sadece ikizkenar üçgen olabileceği ifade edilmiştir. Ama üçgenin tepe noktasının karenin üst kenarının tam ortasında olmaması durumunda üçgenin çeşitkenar üçgen de olabileceği göz ardı edilmiştir. Bu arada üçgenin eşkenar üçgen olmayacağından hiç bahsedilmediği görülmektedir.

S5Ç2 incelendiğinde, verilen üçgenin eşkenar üçgen olamayacağına dair sözel bir açıklama yapıldığı diğer üçgen çeşitlerine yönelik doğru yanıtlar verilse de bir gerekçe sunulmadığı görülmektedir.

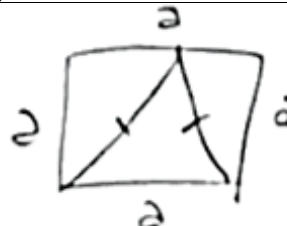
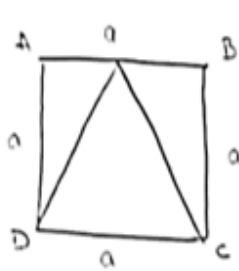
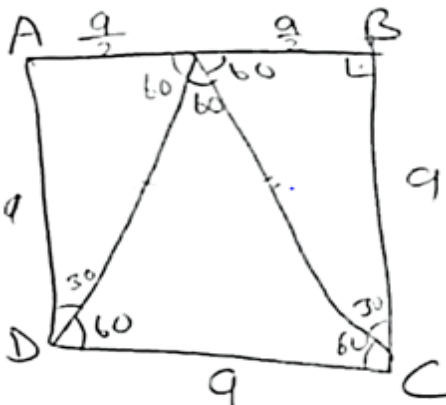
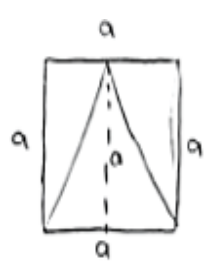
S5Ç3'te, görsele atıfta bulunarak üçgenin tepe noktasının AB doğru parçası ile hangi noktada kesiştiğinin bilinmediğine vurgu yapılarak üçgenin hangi çeşit üçgenler olabileceği doğru tespit edilmiş ancak hangi çeşit üçgen olamayacağına değinilmemiştir.

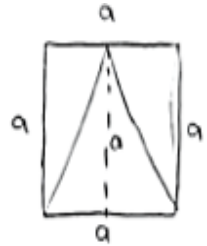
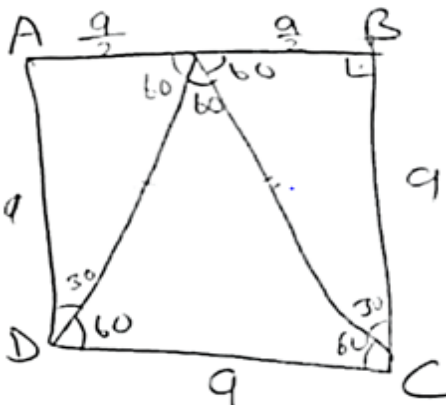
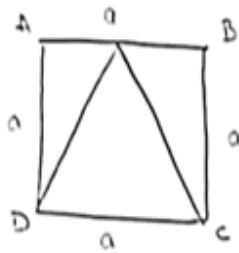
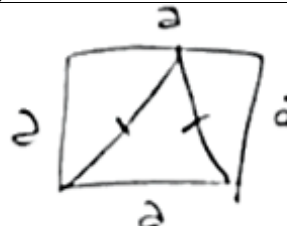
S5Ç4 incelendiğinde ise verilen görsel temsilde üçgen, üçgende kenar ve açı kavramlarına yönelik yanlış bilgiye sahip olunduğuna dair temsillere yer verilerek bir üçgen çeşidine dair yanlış bir yanıt verilmiştir.

S5Ç5 incelendiğinde sözel gerekçeler sunularak üçgenin kenarlarına göre hangi çeşit üçgen olabileceği doğru ifade edilmiş, ancak eşkenar üçgen olup olamayacağından bahsedilmemiştir.

S5Ç6 incelendiğinde ise görsellerde temsil edildiği üzere kenarlarına göre ikizkenar ve çeşitkenar olabileceği belirtilmiş, eşkenar üçgen olup olamayacağından bahsedilmemiştir.

Çizelge 4.9. Soru 5'e ait olası öğrenci çözümleri

| Soru | Çözüm                                                                                                                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S5Ç1 |  <p><math>\Rightarrow</math> ikizkenar üçgen olabilir</p>                                                                           |
| S5Ç2 |  <p>ikizkenar olabilir<br/>çevikkenar olabilir<br/>e kenar olamaz<br/>a'dan büyükler<br/>diğer iki kenar<br/>hipotenüs büyükler</p> |
| S5Ç3 |  <p>AB doğru parçasını hangi noktadan<br/>kesiyi bilmediğimiz için<br/>ikizkenar veya çevikkenar olabilir.</p>                     |
| S5Ç4 |  <p><math>\therefore</math> eşkenar üçgen</p>                                                                                     |
| S5Ç5 |  <p>kenarı orta noktasında ise ikizkenar üçgen<br/>değilse çevikkenar üçgen olur.</p>                                             |



Çizelge 4.9. (devamı)

S5Ç6



Öğretmen adaylarının S5 için sunulan çözümlere dair yaptıkları puanlama aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.10. Soru 5'e ait olası öğrenci çözümlerine öğretmen adaylarının puanları

| Öğretmen Adayı | S5Ç1 | S5Ç2 | S5Ç3 | S5Ç4 | S5Ç5 | S5Ç6 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| ÖA1            | 3    | 14   | 10   | 0    | 12   | 13   |
| ÖA2            | 6    | 12   | 14   | 2    | 10   | 15   |
| ÖA3            | 7    | 18   | 15   | 0    | 15   | 20   |
| ÖA4            | 12   | 15   | 18   | 0    | 20   | 20   |
| ÖA5            | 7    | 14   | 9    | 0    | 15   | 20   |
| ÖA6            | 3    | 10   | 15   | 0    | 20   | 20   |
| ÖA7            | 4    | 16   | 12   | 0    | 12   | 12   |
| ÖA8            | 0    | 13   | 15   | 0    | 15   | 15   |
| ÖA9            | 10   | 10   | 10   | 0    | 20   | 20   |

Öğretmen adayları tarafından verilen en yüksek puanların S5Ç6'da olduğu, en düşük puanların S5Ç4'te olduğu görülmektedir. Verilen puanlarda en çok farklılığın ise S5Ç1'de olduğu görülmektedir. Aşağıda öğretmen adaylarının S5'in olası çözümlerini nasıl değerlendirdikleri detaylandırılmıştır.

Matematiksel Doğruluk: Öğretmen adayları öğrenci çözümlerini değerlendirirken tüm üçgen çeşitlerine dair çözümde bilgi sunulup sunulmadığına dikkat etmişlerdir. S5Ç1 öğretmen adayları tarafından en çok farklı puanlanan çözüm olmuştur. Bu farklılık adayların çözüme göre belirtilmeyen diğer üçgen çeşitlerinin öğrenci tarafından bilinip bilinmediğin farklı yorumlanmasından kaynaklanmıştır. Örneğin S5Ç1 için sıfır puan veren öğretmen adayı ÖA8 aşağıdaki açıklamayı yapmıştır:

ÖA8: Evet olabilir ama bu bilgiye nereden gelmiş. Eğer şu köşe noktası kenarı ikiye böldüyse ikizkenardır demesini isterdim. Mesela eşkenar değil. Soruda inceleyin diyor

*hangi çeşitte olduğunu. Hani sadece ikizkenar mı değil mi dese belki anlarım. Ama yok diğerlerini vermemiş, bilmiyor mu hiçbir mantığı yok bunun.*

Öğretmen adayları tarafından en düşük puan üçgende aç kenar ilişkisinin bilinmediğinin açıkça görüldüğü S5Ç4 olmuştur. ÖA6 bu çözüme dair aşağıdaki gibi açıklama yapmıştır:

*ÖA6: Eşkenar üçgen bulmuş. Bu da Pisagor bağıntısını da yanlış kullanmış. Bu tamamen yanlış yapmış.*

Akıl Yürütme ve Gerekçelendirme: Öğretmen adayları S5 için verilen çözümlerde işlemler arasındaki bağlantıların, işlemlerin yapılma amacının ifade edilip edilmediğine dikkat ederek puanlamalarını yapmışlardır. Örneğin S5Ç1 için öğretmen adayı ÖA1 aşağıdaki açıklamayı yapmıştır:

*ÖA1: Doğru yanıtı vermesi ve bunu gerekçelendirmesine veriyorum. İkiz kenar olduğunu doğru bilmesi ve bunu gerekçelendirmesi üç puan. Diğerleri ile ilgili hiçbir şey dememiş.*

Öğretmen adayları tarafından en yüksek puanların verildiği S5Ç6 için öğretmen adaylarının öğrencinin yapmış olduğu örnek üzerinden anlatımın gayet yeterli olabileceği ifade edilmiştir. Öğrenci çözümünde örnek sayılar ile yapılan ifade de eşkenar üçgen hakkında sözel bir ifadenin yer alıp almamasını önemsemediklerini belirtmişlerdir. Örneğin öğretmen adayı ÖA5 aşağıdaki gibi bir açıklama yapmıştır:

*ÖA5: Çocuk Pisagor teoremi ile tek tek göstermiş hocam. Ben buna eşkenarı göstermedi diye kıramam. Bunun çok farkında. Yaptıklarından belli. Eşkenarı göstermedi diye ama diğerlerinden kırmıştım ama diğerleri böyle bir gösterimde bulunmamışlardı. Teşebbüs bile etmemişlerdi yani. Ben buna tam puan verirdim. Çocuk zaten eşkenar olmadığının farkında bunları yazarak. Yirmi verirdim.*

S5Ç1 için 12 puan veren öğretmen adayı ÖA4 aşağıdaki açıklamayı yapmıştır:

*ÖA4: Yani bunun neye göre ikizkenar üçgen olduğunu bir açıklama yapmadığı için buna 12 puan vereyim hocam. Çünkü doğru yapmış. Yani çizim yapıp çizimde de gösterdiği için 2 puan da ona vereyim. Ama bir açıklama olmadığı için 8 puan da ondan kırdım.*

Matematiksel Temsil ve Dil Kullanımı: Öğretmen adayları S5 için verilen çözümlere dair açıklamalarında zaman zaman anlaşılabilirliğe dikkat ettiklerine dair ifadeler yer vermişlerdir. Ancak bu durumu puanlama göz ardı ettikleri söylenebilir. Bu ifadeler özellikle S5Ç2’de öne çıkmıştır. Örneğin bu çözümü incelerken ÖA4 ve ÖA8 aşağıdaki açıklamaları yapmıştır:

*ÖA4: Yani hipotenüsten bahsediyor büyük ihtimalle. Hipotenüs diyor ki işte diğer iki kenardan büyük olacağı için a'dan da kesin büyüktür. İkizkenar olabilir. Çeşitkenar da olabilir. Ama diğer çözümlere geçebilir miyiz hocam? Tam düzgün yazan var mı bakayım.*

*ÖA8: A'dan büyüktür büyük kenar. Tam ne demek istemiş. Şu dik üçgenin hipotenüsü olduğu için a'dan büyük olmak zorunda. Dolayısıyla eşkenar olamayacak demek istemiş ama tabi öyle yazmamış. Ama ikizkenar nasıl olabilir? Çeşitkenar niye olabilir? Açıklama yapmış olsa. Hepsini yedi yedi düşünelim. Yani ben ancak 12 falan veririm. Çünkü şimdi ikizkenar olduğunu nedeni 4 puan olsa ikizkenar olmadığını söylemesi 3 puan olsa her biri 7 puan diyelim. Sadece eşkenarın nedeni olmadığını açıklamış. Olmuyor. Tam doğru düzgün açıklamamış da neyse yani. 7 puan oradan versem 3, 3'ü alsam 6, 13 falan yani. Açıklama yapmamış çünkü.*

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma; ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometri alanındaki açık uçlu sorulara verilen yanıtları nasıl değerlendirdiklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 5 tane geometri sorusu için ortaokul öğrencilerinin yapabileceği altışar çözüm öğretmen adaylarına sunularak bu çözümleri değerlendirirken nelere dikkat ettikleri ve nasıl puanladıkları incelenmiştir. Elde edilen veriler literatürde matematiksel muhakemenin nasıl değerlendirilmesi gerektiğine dair ortaya konulan dereceli puanlama anahtarları (Ulusoy, 2022) ışığında analiz edildiğinde matematiksel doğruluk, akıl yürütme ve gerekçelendirme, matematiksel temsil ve dil kullanımı şeklinde adlandırılabilir üç kategorinin öne çıktığı görülmüştür. Her bir soru için farklı şekillerde olası çözümler öğretmen adaylarına sunulduğundan bu soruların/çözümlerin her biri adayların değerlendirme yaklaşımlarındaki farklılığı ortaya çıkarmıştır. Mevcut araştırma ile benzer çalışmalara literatürde az rastlanıldığından detaylı bir şekilde tartışılma fırsatı bulunulamamış olsa da bulgulara dayalı sonuçlar bu bölümde karşılaştırmalı olarak sunulmaya çalışılmıştır.

Öğretmen adaylarının her bir soru için değerlendirmeleri ayrı ayrı incelendiğinde S1 için öğretmen adayları verilen çözümlerde paralelkenar ve üçgene dair alan bağıntılarının olup olmadığına dikkat etmişler ve S1Ç1 koduyla verilen çözüme en yüksek puanlamayı yapmışlardır. Bu çözümdeki farklı puanlamalar ise bulunan değer yüzdelik ifadeye çevrilip çevrilmediğine dayalı fikir ayrılıklarından kaynaklanmıştır. Bazı öğretmen adayları soru geometri öğrenme alanından olduğu için bu eksikliği dikkate almak istemediklerini belirtirken (ÖA6, ÖA8, ÖA9) diğerleri bu çözümü sunan öğrencilerin kavramsal bilgi eksikliğine sahip olduğunu düşündüklerini ilerek puan eksiltmişlerdir. Öğretmen adaylarının birbirine benzer olan S1Ç3 ve S1Ç4'e verdikleri puan farklılıklarına dair açıklamalarından biri verilen üçgenin köşesi ile paralelkenarın kenarının hangi noktada kesiştiğinin dikkate alınıp alınmadığıyla ilgili olmuştur. S1Ç2 de paralelkenar yerine dikdörtgen ele alınarak çözüm yapılmasına bir aday (ÖA1) matematiksel olarak çözümün doğru olduğunu savunarak tam puan verirken diğer bir aday (ÖA8) hiç puan vermemeyi tercih etmiştir ve en çok puan farklılığı bu çözümde görülmüştür. Akıl yürütme ve gerekçelendirme açısından görüş farklılığı ise özellikle S1Ç3, S1Ç4 ve SÇ6 çözümlerinde ortaya çıkmıştır. Bu çözümlerde genel olarak adaylar çözümün ezberlenen kurala dayalı

olarak verilmesini yeterli bulmamışlar ve çözümlerde gerekçe sunulmamasına yönelik yaklaşım farklılıklarına dayalı olarak puanlama yapmışlardır. SÇ6'da görsel temsil sunulmaması öğretmen adaylarının bu çözümü S1Ç3, S1Ç4'te verilenlerden daha eksik bulmalarına neden olmuştur. S1 için öğretmen adaylarının açıklamalarında matematiksel dile ilişkin ifadeler ise yok denecek kadar az rastlanmıştır.

S2 için öğretmen adayları verilen çözümlerde dikdörtgen ve çemberin temel özelliklerinin ve çemberin çevre bağıntısının bilinip bilinmediğinin görülmesine dikkat etmişler ve S2Ç4 koduyla verilen çözüme en yüksek puanlamayı yapmışlardır. S2Ç4 ile en yakın puanlanan S2Ç1'de ise daha az puanlama yapılmasının nedeni çözümdeki basit işlem hatası olmuştur. S2Ç2 ve S2Ç3'te ise verilen bölgenin çevresi yerine alanı hesaplandığından öğretmen adayları bu çözümleri sunan öğrencilere oldukça az puan vermeyi tercih etmişlerdir. Bununla birlikte çevre mi yoksa alan hesabı mı yapıldığı belirsiz olan sadece sonucun yazıldığı (Verilen değerlerden dolayı her iki durumda da sonuç değişmemektedir.) S2Ç5'e bir aday (ÖA8) tam puan, bir aday (ÖA6) sıfır puan ve diğer adaylar da genel olarak S2Ç2 ve S2Ç3'e verdikleri puanlardan daha fazla puan vermeyi uygun görmüşlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının yanlış gerekçe sunulması yerine hiç gerekçe sunulmayan doğru sonuçlu bir çözüme daha fazla puan verme eğiliminde olduklarını düşündürmüştür. S2Ç5'e benzer şekilde S2Ç6 için verilen puanların da oldukça farklılaştığı görülmüştür. Bu farklılık çözümde  $\pi$  sayının sayısal değer olarak kullanılmamasının öğretmen adayları tarafından eksik kavram bilgisine sahip olarak görülmesinden kaynaklanmıştır. Çözümleri değerlendirirken görsel temsil kullanımına dikkat eden adaylar genel olarak birim kullanılmamasını göz ardı etmişlerdir. Yalnızca ÖA7 birim kullanılmayan çözümlerden puan kırmak istediğini belirtmiştir.

S3 için öğretmen adayları verilen çözümlerde dik üçgenin özelliklerinin bilinmesine ve Pisagor teoreminin doğru bir şekilde uygulanmasına dikkat etmiş ve S3Ç4 koduyla verilen çözüme en yüksek puanlamayı yapmışlardır. Görsel temsil kullanılmayan bu çözüme adaylar öncelikle olumsuz bir ön yargı ile yaklaşmış daha sonra ise cebirsel ve sözel temsilleri yeterli bulduklarını açıklamışlardır. İkinci en yüksek puanlama yapılan çözüm ise S3Ç3 olmuştur. Bazı adaylar bu çözümden puan kırmalarını dil kullanımına yönelik gerekçelendirmişlerdir. Adaylar çözümde yapılan işlemlerden sonra "sağladığı için" şeklinde bir ifadenin uygun olmadığını açıkça "sağladığı için dik üçgen belirtir" yazılmasının matematiksel doğruluk bakımından da uygun olacağını düşünmüşlerdir.

Benzer sebeplerle adaylar S3Ç1'den de puan kırmış ve ayrıca bu çözüm akıl yürütme ve gerekçelendirme bakımından da adaylar tarafından genel olarak yetersiz bulunmuştur. Öğretmen adayları üçgende açı ve kenar arasındaki ilişkinin bilinmediği görülen S3Ç5'e en düşük puanlarını vermişlerdir. Bunun yanında benzer bir durum S3Ç6'da da görülmektedir. Ancak öğretmen adaylarının özellikle üçü (ÖA3, ÖA4, ÖA7) doğru sayılabilecek bir temsili de barındırdığından çözümdeki yanlış temsili göz ardı etmişlerdir. S3Ç2 ise öğretmen adaylarının matematiksel kavramlara dair bilginin edinimi ve kullanımına yönelik görüş ayrılıklarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bazı adaylar verilen kenar uzunluklarının özel bir dik üçgen olarak bilinmesinin yeterli olduğunu savunurken diğerleri bu açıklamanın matematiksel olarak yeterince anlamlandırılmamış ezbere bir bilgi olabileceğini savunmuşlardır.

S4 için öğretmen adayları verilen çözümlerde kare piramidin, ikizkenar üçgenin ve Pisagor teoreminin özelliklerinin bilinmesine dikkat etmiş ve S4Ç5 koduyla verilen çözüme en yüksek puanlamayı yapmışlardır. İkinci en yüksek puanlanan çözüm doğru sonuca ulaşılmış ancak gerekçelendirme, temsil kullanımı ve dil bakımından eksikleri olan S4Ç3 olmuştur. Bu çözüme beş aday S4Ç5 ile aynı puanı verirken (ÖA1, ÖA4, ÖA5, ÖA7, ÖA9) diğer adaylar (ÖA2, ÖA3, ÖA6, ÖA8) farklı miktarlarda puan eksiltmeyi uygun görmüşlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının gerekçelendirme ve matematiksel dil kullanımına verdikleri önem bakımından farklı yaklaşımlarının olduğunu gösteren çözümlerden biri olmuştur. S4Ç1, S4Ç2 ve S4Ç4 farklı açıklamalarla kare piramidin açınımadaki kare ve üçgenlerin kenar uzunluklarının bulunduğu ancak üçgenin yüksekliğinin hiç bulunmadığı (S4Ç1) ya da yanlış bulunduğu (S4Ç2, S4Ç4) çözümlerdir. Bu üç çözüme ÖA5 ve ÖA7 aynı puanı verirken diğer adaylar çözümlerin belirtilen bu farklılıklarını farklı şekilde puanlamaya değer görmüşlerdir. Farklı puanlama yapan adaylar ikizkenar üçgenin yüksekliğinin bulunmasına dair yanlış bir çözüm bulunmasına kıyasla hiç çözüm yapılmayan çözüme daha yüksek puan vermişlerdir. Başka bir deyişle bazı adaylar doğru ama eksik çözümü, bir kısmı doğru bir kısmı yanlış çözüme tercih etmişlerdir. S4Ç6 ise kare piramidin yan yüzlerinin eşkenar üçgen olduğu belirtilerek çözüldüğü için en düşük puanlanan çözüm olmuştur. Ayrıca S2'de olduğu gibi öğretmen adaylarından yalnızca ÖA7 çözümlerde birimlerin kullanılıp kullanılmadığını dikkate almıştır.

S5 için öğretmen adayları verilen çözümlerde kenarlarına göre üçgen çeşitlerinin

bilinmesine ve çözümde her birine dair bir açıklama sunulup sunulmadığına dikkat etmiş ve S5Ç6 koduyla verilen çözüme en yüksek puanlamayı yapmışlardır. İkinci en yüksek puanlanan çözüm olan S5Ç5'e adayların yaklaşık yarısı (ÖA4, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9) S5Ç6 ile aynı puanı verirken, diğerleri (ÖA1, ÖA2, ÖA3, ÖA5) akıl yürütme ve gerekçelendirme açısından daha yetersiz bularak puan eksiltmişlerdir. Benzer şekilde S5Ç1, S5Ç2 ve S5Ç3'e verdikleri puanlar da onların çözümleri değerlendirme yaklaşımlarının farklılığını göstermiştir. Örneğin S5Ç1'e adaylardan biri (ÖA4) 12 puan verirken biri (ÖA8) 0 puan vermeyi; S5Ç3'e adaylardan biri (ÖA4) 18 puan verirken biri (ÖA5) 9 puan vermeyi tercih etmiş ve bu durum çözümlerde verilen üçgenin her bir üçgen çeşidinin özelliklerini neden sağlayıp sağlayamayacağına dair ayrı incelemelerin olup olmaması gerektiğine ve gerekçelerin yeterince açıklanıp açıklanmadığına dair görüş farklılıklarından kaynaklanmıştır. Yanlış bir çözüm sunan S5Ç4'e ÖA2 soru boş bırakılmadığı için az da olsa bir puanlama yaparken diğer adaylar hiç puan vermemeyi tercih etmişlerdir.

Yukarıdaki sonuçlardan görüleceği üzere matematiksel doğruluk, akıl yürütme ve gerekçelendirme, matematiksel temsil ve dil kullanımı kategorileriyle ilişkilendirilebilecek yaklaşımlarla çözümleri değerlendiren öğretmen adaylarının puanlamaları arasında bazı çözümlerde oldukça fazla farklılık ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde açık uçlu sorularla yapılan matematik sınavlarının değerlendirilmesinde karşılaşılabilecek problemleri incelemek için öğretmenlerle yürüttüğü çalışmasında Bilgeç (2016) öğretmenlerin aynı cevap kağıdına verdikleri puanlar arasında tutarsızlıkların olduğunu tespit etmiştir.

Adayların puanları arasındaki farkın yüksek olduğu çözümlerin özellikleri karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, bu çözümlerin çoğunlukla cevaba nasıl ulaşıldığı belirtilmeyen doğru yanıt ve bir kısmı yanlış işlemli doğru yanıt çözümleri olduğu görülmüştür. Bu sonuç, Cunningham ve Cook'un (2020) öğretmen adaylarının bir örüntü problemine verilen yanıtları nasıl değerlendirdiklerini inceledikleri çalışmalarında öne çıkan sonuçla benzerlik göstermektedir. Cunningham ve Cook, öğretmen adaylarının yanlış açıklamaları doğru yanıtlara, doğru açıklamalı yanlış yanıtlara göre daha yüksek puan verme eğiliminde olduklarını gözlemlemişlerdir. Mevcut çalışmada bazı yanıtlarda görülen yüksek puanlama farklılıklarının kaynağı da bazı öğretmen adaylarının yanıtta hangi işlemler yapılarak varıldığı ve hangi matematiksel bilgilere başvurularak çıkarımda bulunduğu yeterince açıklanmadan doğru yanıt içeren çözümleri değerlendirmedeki

yaklaşımlarındaki çeşitlilik olmuştur.

Her ne kadar öğretmen adaylarının puanlama yaparken açıklamaları matematiksel doğruluk, akıl yürütme ve gerekçelendirme, matematiksel temsil ve dil kullanımına üzerinde yoğunlaşmış olsa da çözümleri değerlendirirken çok boyutlu ve karmaşık bir yaklaşım benimsedikleri söylenebilir. Her bir soru ya da sorunun her bir çözümü için yaklaşımlarında bazı tutarsızlıklar tespit edilmiş ve öğretmen adayları da görüşmeler sırasında zaman zaman bu tutarsızlıklarının farkına varmış ve değerlendirme sürecinin oldukça zorlayıcı olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan soruların göreve özel hazırlanmış rubrikler ile değerlendirilmesinin uygun olduğu bilinmekte ve bu rubriklerin öğrencilerden gelen tüm cevapların analiz edilmesiyle oluşturulması önerilmektedir (Ulusoy, 2022). Mevcut araştırma ile ortaya konulan sonuçların rubrik oluşturma sürecinde hem öğretmen adaylarının hem de öğretmenlerin zorlanacakları noktaları, yaklaşımlarındaki tutarsızlıkları ve açık uçlu soruları değerlendirmede değerlendirmeci arasındaki farklılıkları göstermesi açısından literatüre katkı sağlayacağı umut edilmektedir.

## 6. ÖNERİLER

Öğretmenler ve öğrencileri arasında ne türden yanıtların kabul edilebilir olduğuna dair zamanla ortak bir anlayış oluştuğunu söylemek mümkündür. Mevcut araştırmada bu durum göz ardı edildiğinden adayların çözümleri değerlendirmede daha çok zorlandıkları söylenebilir. Mevcut çalışma ile benzer araştırmalar öğretmenler ve onların öğrencileri ile planlanabilir.

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde öğrenci hatalarını belirleyebilme becerileri ile ilgili farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla öğretmen bilgisini incelemek isteyen araştırmacılar mevcut araştırmada veri toplamak için izlenen yoldan yararlanabilir.

Öğretmen adaylarının sunulan çözümleri değerlendirmedeki yaklaşımlarındaki farklılıklar, tutarsızlıklar ve zorluklar düşünüldüğünde lisans programındaki derslerde adayların ölçme ve değerlendirme becerilerinin gelişmesini sağlayacak öğrenme etkinliklerine daha çok yer verilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Açıkgül, K. ve Aslaner, R. (2015). Öğretmen adaylarının kâğıt-kalem ve dinamik geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözüm süreçlerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(20), 468-512.
- Akdemir, M. ve Narlı, S. (2022). Ortaokul öğrencilerinin çokgenler konusundaki algılarının incelenmesi. *Uluslararası Karamanoğlu Mehmetbey Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 74-92.
- Alphayta, B. (2022). *8.Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Muhakeme Becerileri ile Öz Yeterlik Algıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Aygün, D., Hacısalihoğlu-Karadeniz, M. ve Bütüner, S. Ö. (2020). Kavram karikatürü uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin matematiksel sembol, terim/kavram kullanımına yansımaları. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 7(3), 151-172.
- Bacakoğlu, T. Y. ve Tertemiz, N. (2021). Türkiye ve Singapur ilkökul matematik dersi öğretim programlarının geometri öğrenme alanı bağlamında karşılaştırılması. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(3), 1089- 1107.
- Bakırcı, G., Özmentar, M. ve Bozkurt, A. (2022). Ortaokul matematik öğretmenlerinin veri işleme öğrenme alanına dair yazılı sınav soruları üzerine inceleme/Investigation of the secondary school mathematics teachers written exam questions on data handling. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 1-17.
- Bal, A. P. ve Doğanay, A. (2010). İlköğretim beşinci sınıf matematik öğretiminde ölçme-değerlendirme sürecinde yaşanan sorunların analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 3(3), 373-398.
- Baştürk, S. ve Dönmez, G. (2011). Matematik öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin ölçme ve değerlendirme bilgisi bileşeni bağlamında incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(3), 17-37.
- Batdal-Karaduman, G. ve Davaslıgil, Ü. (2020). Farklılaştırılmış geometri öğretiminin üstün yetenekli öğrencilerdeki yaratıcılık, uzamsal yetenek ve erişkiye etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(2), 1305-1337.
- Bektaş, M. ve Kudubeş, A. A. (2014). Bir ölçme ve değerlendirme aracı olarak: yazılı sınavlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 7(4), 330- 336.
- Bilgeç, İ. (2016). *Açık Uçlu Soruların Kullanıldığı Matematik Sınavlarının Ölçme ve Değerlendirme Perspektifinden İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Burmabıyık, A. ve Karamete, A. (2019). Tabletler ve etkileşimli tahtalar için 3 boyutlu geometri etkinlikleri geliştirme süreci, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 209-222.
- Clements, D. H. (2003). *Teaching and learning geometry*. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, and D. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics*, (pp. 151- 178). Reston (Virginia): National Council of Teachers of Mathematics.
- Clements, D. H. and Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics*, 420-464.
- Çulhan, F. ve Çontay, E. G. (2023). 8. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin söylemsel açıdan incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(3), 1226-1256.
- Dede, Y., Akçakın, V. ve Kaya, G. (2018). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin cinsiyete göre incelenmesi: Çok boyutlu madde tepki kuramı. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 150- 159.
- Develi, M. H. ve Orbay, K. (2003). İlköğretimde niçin ve nasıl bir geometri öğretimi. *Milli Eğitim Dergisi*, 157(1), 57-72.
- Duatepe-Paksu, A., Toluk Uçar, Z., Akkuş, R., Boz Yaman, B. ve Bulut, S. (2022). *Geometri öğretim bilgisine giriş*. R. Akkuş, B.B. Yaman, A.D. Paksu ve S. Bulut (Eds.), *Geometri öğretim bilgisi* (s. 1-9) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Duval, R. (1995). *Geometrical Pictures: Kinds of representation and specific processings*. In R. Sutherland and J. Mason (Eds.), *Exploiting mental imagery with computers in mathematics education* (s. 142–157). Berlin; Heidelberg: SpringerBerlin Heidelberg.
- Duval, R. (1998). *Geometry from a cognitive point of view*. In C. Mammana and V. Villani (Eds.), *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st century: An ICMI study* (pp. 37–51). Kluwer Academic Publishers.
- Erkek, Ö. ve Işıksal-bostan, M. (2015). Uzamsal kaygı, geometri öz-yeterlik algısı ve cinsiyet değişkenlerinin geometri başarısını yordamadaki rolleri. *İlköğretim Online*, 14(1), 164- 180.
- Erlandson, D. A., Harris, E. L., Skipper, B. L., and Allen, S. T. (1993). *Doing naturalistic inquiry: a guide to methods*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Feyzioğlu, A. (2022). Öklid'in Elemanları. *Matematik Dünyası*, 114, 12-18.
- Fischbein, E. (1993). The theory of figural concepts. *Educational studies in mathematics*, 24(2), 139-162.
- Fujita, T. and Jones, K. (2007). Learners 'understanding of the definitions and hierarchical classification of quadrilaterals: Towards a theoretical framing. *Research in Mathematics Education*, 9(1), 3-20.

- Gelbal, S. ve Kelecioğlu, H. (2007). Öğretmenlerin ölçme ve değerlendirme yöntemleri hakkındaki yeterlik algıları ve karşılaştıkları sorunlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 135-145.
- Gencel, İ. E. ve Özbaşı, D. (2013). Öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme alanına yönelik yeterlik algılarının incelenmesi. *İlköğretim Online*, 12(1), 190-201.
- González, G. and Herbst, P. G. (2006). Competing arguments for the geometry course: why were american high school students supposed to. *The International Journal for the History of Mathematics Education*, 1(1), 7-33.
- Göktaş, Ö. ve Şad, S. N. (2021). Matematik öğretmenlerinin ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarına ilişkin algılarının incelenmesi. *İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 402-415.
- Gül, Ç. Y. ve Karataş, İ. (2015). 8. Sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi başarılarının uzamsal becerileri, geometri anlama düzeyleri ve matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 36-48.
- Gülkılık, H. (2023). Etkileşimli matematik ders kitabında yer alan dinamik geometri yazılımı görevlerinin bir analizi: Üçgenler ünitesi örneği. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 12(3), 599-615.
- Gülsar, A., Tapan Broutin, M. S. ve İlkörücü, Ş. (2018). İşbirlikli öğrenme yönteminin matematik başarısına etkisi ve öğrencilerin yönetime ilişkin görüşleri. *Kastamonu Education Journal*, 26(6), 1961-1970.
- Gündoğdu Alaylı, F. (2023). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometrik cisimlere ilişkin algılarının ve ilişkilendirmelerinin incelenmesi, *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(3), 2148-2164.
- Gürbüz, R. ve Gülburnu, M. (2013). 8. Sınıf geometri öğretiminde kullanılan cabri 3d'nin kavramsal öğrenmeye etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 224-241.
- Güven, D. (2021). Amaç, ölçüt ve puanlama: matematik öğretmen adayları tarafından oluşturulan dereceli puanlama anahtarlarının incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 10(3), 974-997.
- İlhan, M. (2016). Açık uçlu sorularla yapılan ölçmelerde klasik test kuramı ve çok yüzeyli Rasch modeline göre hesaplanan yetenek kestirimlerinin karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 346-368.
- İnternet: Matematik Eğitimi Gelişim Ağı (2024). Yeni Matematik Dersi Öğretim Programları. URL: Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=v3Y4n6h77vA>. Son Erişim Tarihi: 20.04.2024
- Jones, K. (1998). Theoretical frameworks for the learning of geometrical reasoning. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 18 (1-2), 29-34.

- Jones, K. (2002). *Issues in the teaching and learning of geometry*. In L. Haggarty (Ed), *Aspects of Teaching Secondary Mathematics: Perspectives on practice* (pp. 121-139). London: RoutledgeFalmer.
- Jones, K. and Tzekaki, M. (2016). *Research on the teaching and learning of geometry*. In A. Gutiérrez, G. Leder and P. Boero (Eds.), *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: The Journey Continues* (pp. 109-149). Rotterdam: Sense.
- Karabey, B. ve Erdoğan, A. (2023). K12 beceriler çerçevesi Türkiye bütüncül modeli matematik alan becerileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 52(1), 971-996.
- Karakuş, F. (2010). Ortaöğretim matematik dersi öğretim programında yer alan alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarına yönelik öğretmen görüşleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 457-488.
- Karakuş, F. ve Korkutan, E. (2021). Ortaokul matematik ders kitaplarında geometri ve ölçme konularına yönelik yapılan ispatların muhakeme ve ispat analitik çerçevesi kapsamında incelenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 1-16.
- Karakuzu, B. (2017). *İlkokul ve Ortaokul Matematik Ders Kitaplarındaki Geometri Görevlerinin Tür, Bağlam, Temsil Biçimi ve Bilişsel İstem Düzeyleri Açısından İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Karpuz, Y. (2018). *Duval'in Bilişsel Modeline Uygun Tasarlanan Öğrenme Ortamının Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kılıç, Ç., Köse, N. Y., Tanışlı, D. ve Özdaş, A. (2007). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin süsleme etkinliklerindeki Van Hiele geometrik düşünce düzeylerinin belirlenmesi. *İlköğretim Online*, 6(1), 11-23.
- Koyuncu, E. ve Özkan, Y. Ö. (2019). geniş ölçekli sınavlarda açık uçlu soruların kullanılmasına ilişkin öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(69), 177-200.
- Köğce, D. ve Baki, A. (2009). Matematik öğretmenlerinin yazılı sınav soruları ile ÖSS sınavlarında sorulan matematik sorularının Bloom taksonomisine göre karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(26), 70-80.
- Kurt, G. (2023). *Geometri öğretimi*. Erdoğan, F. (Eds.), *Matematik ve fen bilimleri eğitiminde yeni yaklaşımlar* (ss. 75-90) içinde. Efe Akademi Yayınları.
- Kutluca, T. ve Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde geogebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (17), 160-172.

- LeCompte, M. D. and Goetz, J. P. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. *Review of Educational Research*, 52, 31-60.
- Lincoln, Y. S. and Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2009). İlköğretim matematik dersi 6-8. Sınıflar öğretim programı ve kılavuzu. Ankara: MEB yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2013). Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: MEB yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). Matematik uygulamaları dersi öğretim programı (ortaokul ve imam hatip ortaokulu 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: MEB yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024a). Türkiye yüzyılı maarif modeli ortak metni. Ankara: MEB yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024b). Öğrenme kanıtları (ölçme ve değerlendirme). Ankara: MEB yayınları.
- Mutluoğlu, A. (2019). 6. Sınıf Matematik Dersi Geometri ve Ölçme Öğrenme Alanında Geliştirilen Bir Sanal Manipülatif Takımının (Matmap) Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Geometriye Yönelik Tutumlarına ve Geometrik Muhakeme Süreçlerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Mutluoğlu, A. ve Erdoğan, A. (2020). 6. Sınıf öğrencilerinin dörtgenler hakkındaki geometrik muhakeme süreçleri. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(27), 238-265.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Öç, U., Özgür, E. O. ve Karakaya, İ. (2024). Açık uçlu maddelerin puanlanmasında dereceli puanlama anahtarı türünün puanlayıcı davranışlarına etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(3), 2123-2151.
- Öksüz, C. ve Başışık, H. (2019). 5. Sınıf öğrencilerinin çokgenler ve dörtgenler konularında sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (Özel Sayı), 413-430.
- Önal, N. ve Göloğlu-Demir, C. (2012). Yedinci sınıflarda bilgisayar destekli geometri öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Turkish Journal of Education*, 2(1), 19-28.
- Önel, F., Dalkılıç, F., Özel, N., Deniz, Ş., Balkaya, T. ve Birel, G. (2020). Ortaokul matematik öğretmenleri ölçme-değerlendirmeyi nasıl yapıyor? Bir durum çalışması. *Kastamonu Education Journal*, 28(3), 1448-1459.

- Öner, D. (2010). Öğretmenin bilgisi özel bir bilgi midir? öğretmek için gereken bilgiye kuramsal bir bakış. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 27(2), 23-32.
- Özcan, H. ve Yenilmez, K. (2022). Kırsal ve kentsel bölgelerdeki ortaokul matematik öğretmenlerinin ölçme değerlendirme durumlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 7(1), 49-69.
- Özdil, G. ve Kaçar, A. (2022). Views of Secondary School Mathematics Pre-Service Teachers about the Field of Assessment. *Osmangazi Journal of Educational Research*, 9(2), 178-200.
- Özmen-Hızarcıoğlu, B. (2013) *Problem Çözme Sürecinde Dereceli Puanlama Anahtarı (Rubrik) Kullanımında Puanlayıcı Uyumunun İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Duatepe-Paksu, A. (2016). *Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri*. E., Bingölbali, S., Arslan, İ., Ö., Zembat (Eds.), Matematik eğitiminde teoriler (ss. 266-275) içinde. Pegem Yayıncılık.
- Parlak, B. ve Doğan, N. (2014). Dereceli puanlama anahtarı ve puanlama anahtarından elde edilen puanların uyum düzeyleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(29-2), 189-197.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Bütün ve S. Beşir Demir, Çev. Eds.). Ankara: Pegem Akademi.
- Peker, B. and Acar, S. (2024). Opinions of mathematics teachers on measurement and evaluation. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 58-79.
- Sinclair, N. and Bruce, C. D. (2015). New opportunities in geometry education at the primary school. *ZDM*, 47, 319-329.
- Sütçü, N. D. ve Bulut, İ. (2017). Ortaokul matematik öğretmenlerinin alternatif ölçme ve değerlendirme tekniklerine ilişkin yeterlik algıları ve bu teknikleri kullanma düzeyleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (29), 289-304.
- Şahin, Ö. ve Soylu, Y. (2019). Matematik öğretmeni adaylarının ölçme ve değerlendirme bilgi gelişimleri. *Journal of Theoretical Educational Science*, 12(1), 47-76.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and teacher education*, 4(2), 99-110.
- Tuncel, T. ve Kuzu, İ. Y. (2019). Ortaöğretim matematik öğretim programlarının ölçme ve değerlendirme boyutunda öğretmen görüşleri açısından incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29(2), 163-179.
- Ulusoy, F. (2022). *Akıl yürütme sürecinin değerlendirilmesi*. A. Aydoğan Yenmez ve S. Gökçe (Eds.), Matematiksel akıl yürütme (s.300-331) içinde. Ankara: Anı Yayıncılık.

- Ünal, D. Ö. ve Filiz, M. (2023). Matematik eğitimi araştırmalarında dinamik geometri yazılımlarının kullanımı. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, 4(2), 494-516.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S. and Bay-Williams, J. M. (2010). *Elementary and middle school mathematics teaching developmentally*. Boston: Allyn & Bacon.
- Van Hiele, P. M. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching children mathematics*, 5(6), 310-316.
- Watt, H. M. (2005). Attitudes to the use of alternative assessment methods in mathematics: A study with secondary mathematics teachers in Sydney, Australia. *Educational Studies in Mathematics*, 58(1), 21-44.
- Yang, K. L. and Lin, F. L. (2008). A model of reading comprehension of geometry proof. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 59-76.
- Yenil, T. ve Arslan, Ç. (2024). Matematik öğretmen adayları tarafından oluşturulan zihin haritası değerlendirme rubriklerinin incelenmesi. *New Era International Journal Of Interdisciplinary Social Researches*, 10(27), 119-137.
- Yeşilyurt, E. (2012). Öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme alanına ilişkin genel yeterlik algıları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(17), 377-395.
- Yıldırım, D. ve Köse, N. Y. (2018). Ortaokul öğrencilerinin çokgen problemlerindeki matematiksel düşünme süreçleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 605-633.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yıldız, A. ve Es, H. (2015). 5E Öğrenme döngüsü modelinin 6. sınıf öğrencilerinin geometrik başarı ve van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisi. *Uluslararası Eğitim Dergisi*, 2(3), 148-156.



**EKLER**

## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Mine KESERCİ

### **Bilimsel Faaliyetler (Yayınlar, Bildiriler, Katıldığı Projeler)**

Tekin, B. ve Keserci, M. (2023). 2017-2022 yılları arasında Türkiye’de matematik eğitiminde görselleştirme ile ilgili yapılan çalışmaların içerik analizi. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 14(52), 624-641.

