

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ



MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ YAPAY ZEKÂ
DESTEKLİ SOHBET BOTU KULLANIM SÜRECİNDEKİ
PROFESYONEL FARK ETME YANITLARININ İNCELENMESİ

ÖZLEM EROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Gözde AKYÜZ (Tez Danışmanı)**
 Doç. Dr. Mevhibe KOBAK DEMİR
 Dr. Öğr. Üyesi Başak BARAK

BALIKESİR, AĞUSTOS- 2026

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan **“Matematik Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâ Destekli Sohbet Botu Kullanım Sürecindeki Profesyonel Fark Etme Yanıtlarının İncelenmesi”** başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Özlem EROĞLU

ÖZET

**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ SOHBET BOTU
KULLANIM SÜRECİNDEKİ PROFESYONEL FARK ETME YANITLARININ
İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÖZLEM EROĞLU
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÖZDE AKYÜZ)
BALIKESİR, AĞUSTOS-2026**

Bu araştırmanın amacı, araştırmacı tarafından geliştirilen ve Poe adlı yapay zekâ platformu üzerinde yapılandırılan NOTIMATH sohbet botuyla yürütülen uygulamalarda beş matematik öğretmen adayının üslû ve köklü gösterimler bağlamındaki profesyonel fark etme süreçlerini, yazılı yanıtları ve görüşleri üzerinden incelemektir. Araştırma, nitel araştırma yaklaşımına uygun olarak iç içe geçmiş tek durum çalışması şeklinde yürütülmüştür. Araştırmada incelenen durum, beş son sınıf matematik öğretmen adayının NOTIMATH kullanım sürecidir. Öğretmen adaylarının her biri iç içe geçmiş analiz birimi olarak ele alınmıştır. Veriler, iki uygulamada yedi senaryoya verilen açık uçlu yanıtlar, NOTIMATH sohbet kayıtları ve uygulama öncesi ile birinci uygulama sonrası görüşmelerden elde edilmiştir. Uygulama yanıtları profesyonel fark etme çerçevesindeki dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerilerine göre analiz edilmiştir. Görüşme verilerinde ise kuramsal çerçeveye dayalı içerik analizi kullanılmıştır. Birinci uygulamada tek yanıt ve tek geri bildirim, ikinci uygulamada çoklu yanıt ve çoklu geri bildirim yapısı kullanılmıştır. Bu nedenle iki uygulamadaki yanıtlar eşdeğer ön test ve son test ölçümleri olarak değerlendirilmemiştir. Bulgular, ikinci uygulamadaki son yanıtların genel olarak daha ayrıntılı, gerekçeli ve öğrenci düşüncesine dayalı olduğunu göstermiştir. Birinci uygulamada yorumlama becerisinde sağlam kanıt düzeyinde yanıt bulunmazken ikinci uygulamada bu düzeyde yanıtlar görülmüştür. Öğretimsel karar verme becerisinde ise somut ve gerekçeli öğretimsel hamle oluşturma gücü devam etmiştir. Görüşmelerde öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesine odaklanma, hataların kaynaklarını sorgulama ve öğretimsel önerilerini gerekçelendirme konusunda daha ayrıntılı açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Ancak aynı senaryoların iki kez kullanılması, önceki uygulama deneyimi ve ikinci uygulamadaki çoklu geri bildirim yapısı nedeniyle uygulamalar arasındaki farklılıklar yalnızca NOTIMATH'in etkisi olarak değerlendirilmemiştir. Sonuçlar, incelenen senaryolara verilen yazılı yanıtlarla sınırlıdır. Araştırma sonucunda NOTIMATH'in, bu bağlamda öğretmen adaylarının profesyonel fark etme yanıtlarını yeniden düşünmelerini ve ayrıntılandırmalarını destekleyen bir uygulama ortamı sunduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: İç içe geçmiş tek durum çalışması, matematik öğretmen adayları, NOTIMATH, Profesyonel fark etme yanıtları, yapay zekâ destekli sohbet botu

ABSTRACT

AN ANALYSIS OF PROSPECTIVE MATHEMATICS TEACHERS' PROFESSIONAL NOTICE RESPONSES DURING THE PROCESS OF USING AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED CHATBOT

MSc THESIS

ÖZLEM EROĞLU

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

MATHEMATICS EDUCATION

(SUPERVISOR: PROF. DR. GÖZDE AKYÜZ)

BALIKESİR, JULY-2026

This embedded qualitative single-case study examined the professional noticing processes of five pre-service mathematics teachers, as reflected in their written responses and views, during applications conducted with NOTIMATH, an AI-supported chatbot developed by the researcher and configured on the Poe platform, in the context of powers and radicals. Data comprised open-ended responses to seven scenarios across two implementation phases, NOTIMATH chat records, and semi-structured interviews conducted before and after the first implementation. Scenario responses were analyzed using Jacobs et al.'s (2010) framework of attending to students' mathematical thinking, interpreting it, and making instructional decisions; interview data were examined through framework-guided content analysis. The first implementation allowed one response and one feedback message, whereas the second allowed multiple feedback-guided revisions. Accordingly, the first-phase responses and second-phase final responses were treated as phase-specific profiles rather than equivalent pretest-posttest measures. The second-phase final responses were generally more detailed, better justified, and more closely grounded in student thinking. No first-phase response was classified as strong evidence for interpreting, whereas strong-evidence responses occurred in the second phase. Difficulty in formulating concrete and justified instructional moves persisted in instructional decision-making. Interviews also included more detailed explanations about attending to student thinking, questioning error sources, and justifying instructional suggestions. Because the same scenarios were used twice and the second phase combined prior experience with multiple feedback opportunities, phase differences were not interpreted as a causal effect of NOTIMATH alone. The findings concern written responses to the examined scenarios, not general performance in authentic classrooms or transfer to new tasks. Within the case boundaries, NOTIMATH provided an environment in which participants could reconsider and elaborate their professional noticing responses.

KEYWORDS: Embedded single-case study, pre-service mathematics teachers, NOTIMATH, Professional noticing responses, AI - supported chatbot

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu.....	1
1.2 Araştırmanın Amacı	3
1.3 Araştırma Soruları.....	3
1.4 Araştırmanın Önemi.....	4
1.5 Sınırlılıklar	6
1.6 Varsayımlar	7
1.7 Tanımlar	7
2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	10
2.1 Öğretmenlerin Profesyonel Fark Etmesi.....	10
2.1.1 Fark etme ve mesleki vizyon.....	10
2.1.2 Öğretmen fark etmesine ilişkin kuramsal yaklaşımlar	11
2.1.3 Öğrencilerin matematiksel düşüncelerini profesyonel fark etme.....	12
2.1.3.1 Öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate alma	13
2.1.3.2 Öğrencinin matematiksel düşüncesini yorumlama.....	14
2.1.3.3 Öğretimsel karar verme	14
2.1.3.4 Profesyonel fark etme becerileri arasındaki ilişki	15
2.2 Eğitimde Yapay Zekâ ve Yapay Zekâ Destekli Sohbet Botları.....	16
2.2.1 Eğitimde yapay zekâ kullanımı	16
2.2.2 Yapay zekâ destekli sohbet botları	17
2.2.3 Eğitimde yapay zekâ destekli sohbet botlarının kullanımı.....	17
2.2.4 Yapay zekâ destekli sohbet botlarının sınırlılıkları ve insan denetimi	18
2.3 Üslû ve Köklü Gösterimlere İlişkin Öğrenci Düşünceleri ve Öğrenme Zorlukları..	18
2.4 Öğretmenlerin Profesyonel Fark Etmesine İlişkin Araştırmalar.....	19
2.4.1 Video temelli araştırmalar	19
2.4.2 Yazılı öğrenci çözümleri ve senaryo temelli araştırmalar	20
2.4.3 Yapay zekâ destekli araştırmalar	21
2.4.4 İlgili araştırmaların sentezi.....	22
2.5 Kuramsal Çerçevenin Araştırmadaki Yeri	23
3. YÖNTEM	24
3.1 Araştırma Deseni.....	24
3.1.1 Durumun tanımlanması ve sınırları.....	25
3.1.2 İç içe geçmiş analiz birimleri	25
3.2 Araştırma Bağlamı ve Katılımcılar	25
3.3 Veri Kaynakları ve Veri Toplama Araçları	26
3.3.1 NOTIMATH uygulama ortamı.....	27
3.3.1.1 NOTIMATH'in tasarlanması ve yapılandırılması.....	27
3.3.1.2 NOTIMATH'in yapısı ve işleyişi.....	29
3.3.2 Senaryolar ve açık uçlu sorular	29

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.3.3 Uygulama öncesi görüşme formu	30
3.3.4 Birinci uygulama sonrası görüşme formu	30
3.4 Veri Toplama Süreci	31
3.4.1 Etik izin, hazırlık süreci ve uygulama öncesi görüşmeler	31
3.4.2 Birinci NOTIMATH uygulaması	31
3.4.3 NOTIMATH uygulama ortamının yeniden düzenlenmesi	32
3.4.4 İkinci NOTIMATH uygulaması	32
3.5 Verilerin Analizi	33
3.5.1 Analiz birimi ve analiz aşamaları	33
3.5.2 NOTIMATH uygulama verilerinin analizi	33
3.5.3 Görüşme verilerinin analizi	34
3.5.4 Katılımcı temelli ve birimler arası analiz	35
3.5.5 Kodlama güvenilirliği	35
3.6 Araştırmanın İnanılcılığı, Aktarılabirliği, Tutarlılığı ve Doğrulanabilirliği	36
3.7 Etik İlkeler ve Yapay Zekâ Kullanımına İlişkin Önlemler	37
4. BULGULAR	39
4.1 NOTIMATH Uygulama Yanıtlarına İlişkin Bulgular	39
4.1.1 Dikkate alma becerisine ilişkin bulgular	40
4.1.2 Yorumlama becerisine ilişkin bulgular	47
4.1.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin bulgular	54
4.1.4 NOTIMATH Geri bildirimleri sonrasında yanıtların yeniden yapılandırılması..	62
4.2 Uygulama Öncesi ve Birinci Uygulama Sonrası Görüşme Bulguları	63
4.2.1 Dikkate alma becerisine ilişkin görüşme bulguları	64
4.2.2 Yorumlama becerisine ilişkin görüşme bulguları	66
4.2.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin görüşme bulguları	70
4.2.4 Birinci uygulamadaki NOTIMATH kullanım deneyimine ilişkin bulgular	77
4.3 Katılımcı Temelli Bulgular ve Analiz Birimleri Arasındaki Örüntüler	78
4.3.1 Katılımcıların profesyonel fark etme profilleri	78
4.3.2 Analiz birimleri arasındaki ortaklıklar ve farklılıklar	79
5. TARTIŞMA	80
5.1 NOTIMATH Uygulama Yanıtlarına İlişkin Tartışma	80
5.1.1 Dikkate alma becerisine ilişkin tartışma	81
5.1.2 Yorumlama becerisine ilişkin tartışma	81
5.1.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin tartışma	82
5.2 Uygulama Öncesi ve Birinci Uygulama Sonrası Görüşme Bulgularının Tartışılması	83
5.2.1 Dikkate alma becerisine ilişkin tartışma	83
5.2.2 Yorumlama becerisine ilişkin tartışma	83
5.2.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin tartışma	84
5.3 Analiz Birimleri Arasındaki Ortaklıklar ve Farklılıkların Tartışılması	85
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	86
6.1 NOTIMATH Uygulama Yanıtlarına İlişkin Sonuçlar	86
6.1.1 Dikkate alma becerisine ilişkin sonuçlar	86
6.1.2 Yorumlama becerisine ilişkin sonuçlar	87
6.1.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sonuçlar	87
6.2 Uygulama Öncesi ve Birinci Uygulama Sonrası Görüşmelere İlişkin Sonuçlar	88

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
6.2.1 Dikkate alma becerisine ilişkin sonuçlar.....	88
6.2.2 Yorumlama becerisine ilişkin sonuçlar.....	88
6.2.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sonuçlar	89
6.3 Bütüncül Sonuç.....	90
6.4 Öneriler	91
KAYNAKLAR	93
EKLER	100
ETİK KURUL İZİN BELGESİ.....	109
ÖZGEÇMİŞ	111

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) temel alınarak oluşturulan profesyonel fark etme çerçevesi	13

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1: Araştırma deseninin temel bileşenleri	25
Tablo 3.2: Veri kaynakları, amaçları ve elde edildikleri aşamalar	27
Tablo 4.1: Profesyonel fark etme becerilerinin iki uygulamadaki genel görünümü.....	40
Tablo 4.2: Seçili ilk yanıt, geri bildirim ve son yanıt süreçlerindeki yeniden yapılandırma örüntüleri	63
Tablo 4.3: Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası dikkate alma becerisine ilişkin kodlar	66
Tablo 4.4: Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası yorumlama becerisine ilişkin kodlar	69
Tablo 4.5: Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası öğretimsel karar verme becerisine ilişkin kodlar.....	76
Tablo 4.6: Birinci uygulama sonrası NOTIMATH kullanım deneyiminde öne çıkan temalar	77
Tablo 4.7: Görüşme verilerine göre katılımcıların profesyonel fark etme profilleri	78

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
YEĞİTEK	: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü
NPL	: Natural Language Processing (Doğal Dil İşleme)
YZ	: Yapay Zekâ

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Öğretmenlik mesleğinde sadece görmek yeterli değildir. Önemli olan görünenin arkasındaki düşünceyi fark etmek ve anlamlandırmaktır.

Tez çalışmamın her aşamasında ve yüksek lisans eğitim sürecinde sabır ve anlayışını eksik etmeyen bilgi, deneyim ve değerli görüşleriyle bana yol gösteren, motive eden, akademik gelişimime katkı sağlayan saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Gözde Akyüz'e teşekkürlerimi sunarım. Danışman hocam Prof. Dr. Gözde Akyüz'ün öğrencilerine olan yaklaşımı, insanlara karşı olan saygılı tutumu ve güler yüzü mesleki duruşu bana her zaman örnek olmuştur. Kendisi ile çalışma fırsatı bulmak benim için bir gururdur.

Tez çalışmamın değerlendirilmesi sürecinde değerli görüş, öneri ve katkılarıyla çalışmama yön veren jüri üyelerim Doç. Dr. Mevhibe KOBAK DEMİR ve Dr. Öğr. Üyesi Başak BARAK'a teşekkür ederim. Tezimin geliştirilmesine sundukları yapıcı eleştiriler ve akademik katkıları benim için son derece değerlidir.

Eğitim hayatım boyunca beni her zaman destekleyen, en zor zamanlarımda güç veren, umutsuzluğa kapıldığımda beni cesaretlendiren bana olan inançlarını bir an olsun kaybetmeyen ve bu günlere getiren annem Nazike Eroğlu, babam Cahit Eroğlu ve canım abim Alparslan Eroğlu'na sonsuz teşekkür ederim.

Dualarını benden esirgemeyen, başarılarımla daima gurur duyan anneannem Fatma Paşa'ya ve dedem Sabri Paşa'ya ayrıca teşekkürlerim sunarım.

Yüksek lisans eğitimimde bana katkı sağlayan, akademik bilgi birikimlerinden yararlandığım ve süreçte her zaman destek olan hocalarıma ve eğitim hayatımda yer alan tüm öğretmenlerime teşekkürlerimi sunarım

Balıkesir, 2026

Özlem EROĞLU

1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı, soruları ve önemi açıklanmıştır. Ayrıca araştırmanın sınırlılıklarına, varsayımlarına ve araştırmada kullanılan temel kavramların tanımlarına yer verilmiştir.

1.1 Problem Durumu

Matematik sınıflarında çok sayıda öğrenci düşüncesi, çözüm stratejisi ve öğretimsel etkileşim aynı anda ortaya çıkmaktadır. Böyle bir ortamda öğretmenin yalnızca öğrencinin cevabının doğru ya da yanlış olduğunu belirlemesi yeterli değildir. Öğretmenin öğrencinin çözümündeki matematiksel düşünceyi dikkate alması, bu düşünceyi eldeki kanıtlara göre yorumlaması ve öğrencinin düşünmesini ilerletecek öğretimsel kararlar vermesi gerekmektedir (Güner ve Akyüz, 2017; Jacobs et al., 2010).

Öğretmenlerin sınıfta önemli gördükleri olayları seçmeleri, anlamlandırmaları ve mesleki bilgileriyle ilişkilendirmeleri öğretmen fark etmesi kapsamında ele alınmaktadır. Jacobs, Lamb ve Philipp (2010), öğrencilerin matematiksel düşüncelerini profesyonel fark etmeyi üç beceriyle açıklamıştır. Bu beceriler öğrencinin düşüncesindeki önemli matematiksel ayrıntıları dikkate alma, öğrencinin neyi anlayıp neyi anlamadığını yorumlama ve öğrencinin düşünmesini ilerletecek öğretimsel kararlar vermedir. Aynı sınıf olayı farklı kişiler tarafından farklı biçimlerde ele alınabildiği için profesyonel fark etme yalnızca görmeyi değil, mesleki açıdan önemli olanı seçmeye ve kanıtlara göre anlamlandırmaya dayanmaktadır.

Profesyonel fark etme yalnızca kuramsal bilgi kazanmakla gelişen bir beceri değildir. Öğretmen adaylarının farklı öğrenci düşünceleriyle karşılaşmaları, bu düşünceleri matematiksel kanıtlara göre incelemeleri, yorumlarını gerekçelendirmeleri ve uygun öğretimsel kararlar oluşturmaları gerekmektedir. Ancak öğretmen adaylarının lisans eğitimindeki gerçek sınıf deneyimleri çoğunlukla öğretmenlik uygulaması ve sınırlı sayıdaki ders içi etkinliklerle sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle öğretmen adaylarına öğrenci düşüncelerini düzenli olarak inceleyebilecekleri yapılandırılmış deneyimlerin sunulması önemlidir (Sitrava vd., 2024; Star and Strickland, 2008).

Profesyonel fark etmeyi desteklemek amacıyla video kayıtlarından, video kulüplerinden, yazılı öğrenci çözümlerinden ve senaryolardan yararlanılmaktadır. Video temelli

uygulamalar, sınıf içi etkileşimleri ve öğrenci düşünmesini kendi bağlamı içinde inceleme imkânı sağlamaktadır (Sherin and van Es, 2009; van Es and Sherin, 2008). Bununla birlikte uzun video kayıtlarında önemli olayların seçilmesi zor olabilmekte, uygulama zaman almakta ve her katılımcıya anlık ve bireysel geri bildirim verilmesi güçleşebilmektedir (Santagata et al., 2021; Star and Strickland, 2008).

Yazılı öğrenci çözümleri ve senaryolar, öğretmen adaylarının belirli bir öğrenci düşüncesine odaklanmalarını ve çözümdeki matematiksel ayrıntıları tekrar incelemelerini sağlamaktadır. Ancak yazılı ürünler öğrencinin çözüm sırasında yaşadığı tereddütleri, sözlü gerekçelerini ve düşüncesinin zaman içinde nasıl oluştuğunu her zaman doğrudan göstermemektedir. Ayrıca geri bildirim araştırma veya öğretim elemanı tarafından verilmesi, her katılımcıya anlık ve tekrarlı destek sunulmasını zorlaştırabilmektedir.

Yapay zekâ destekli sohbet botları, kullanıcı yanıtlarına göre geri bildirim üretebilmekte, yanıtın yeniden düzenlenmesine imkân vermekte ve çok türlü etkileşim kurabilmektedir. Eğitimde sohbet botları geri bildirim, yönlendirme ve bireyselleştirilmiş etkileşim amacıyla kullanılmaktadır (Okonkwo and Ade-Ibijola, 2021). Matematik öğretmen eğitiminde yapay zekâ destekli uygulamaların profesyonel fark etmeyi desteklemek amacıyla kullanılması da yeni araştırma alanlarından biridir (Bastian et al., 2025; Galiç vd., 2026). Ancak yapay zekânın ürettiği geri bildirimler her zaman doğru ve pedagojik olarak uygun olmayabilir. Bu nedenle çıktıların insan uzmanlar tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir (Miao ve Holmes, 2023; Noster et al., 2024).

Bu araştırmada matematiksel içerik olarak üslü ve köklü gösterimler seçilmiştir. Bu konular öğrencilerin hatalı genellemelerini, işlemsel ve kavramsal bilgileri arasındaki ilişkileri ve sembolik yapıları nasıl yorumladıklarını ortaya çıkarabilmektedir. Literatürde öğrencilerin üs kurallarını aşırı genelledikleri, negatif üsleri ve rasyonel tabanları yorumlamakta zorlandıkları, karekök işlemini toplama üzerine dağıttıkları ve sembolik benzerliklerden geçersiz kurallar oluşturdukları belirtilmektedir (Aydoğdu, 2020; Bingölbali ve Özmantar, 2014; Birgin ve Uçar, 2023; Satan et al., 2021). Ayrıca üslü ve köklü gösterimler temel matematiksel bilgilerle ilişkilendirilebilir ve öğretmen adaylarına yanıtlarını oluştururken mevcut bilgilerini kullanabilecekleri bir içerik sunar. Bu nedenle üslü ve köklü gösterimler, öğretmen adaylarının dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme yanıtlarını incelemek için uygun bir bağlam olarak görülmüştür.

Literatürde profesyonel fark etmeye yönelik çalışmaların çoğunlukla video kayıtları ve yazılı öğrenci çözümleriyle yürütüldüğü, bireysel ve çok türlü yapay zekâ geri bildirimi sunan uygulamaların ise sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle öğretmen adaylarının böyle bir ortamda öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme yanıtlarını nasıl oluşturdukları ve geri bildirim sonrasında nasıl yeniden yapılandırıdıkları yeterince açıklanmamıştır. Bu araştırmanın temel problemi, araştırmacı tarafından geliştirilen ve Poe platformunda yapılandırılan NOTIMATH'in farklı etkileşim özelliklerine sahip iki uygulamasında, beş matematik öğretmen adayının üslû ve köklü gösterimler bağlamındaki profesyonel fark etme yanıtları ile görüşlerinin nasıl bir örüntü gösterdiğinin belirlenmesidir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, beş matematik öğretmen adayının, araştırmacı tarafından geliştirilen ve Poe platformunda yapılandırılan yapay zekâ destekli NOTIMATH sohbet botunu kullanım sürecinde, üslû ve köklü gösterimlere ilişkin öğrenci düşüncelerine yönelik profesyonel fark etme yanıtlarını ve görüşlerini ayrıntılı olarak incelemektir. Bu doğrultuda birinci uygulamadaki tek yanıt ve tek geri bildirim ile ikinci uygulamada çoklu yanıt ve çoklu geri bildirim sonrasında oluşturulan son yanıtlar; dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerilerinde betimlenmiştir. İkinci uygulamadan seçilen ilk yanıt, geri bildirim ve son yanıt dizileri, yanıtların nasıl yeniden yapılandırıldığını açıklamak amacıyla incelenmiştir. Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmeler ile analiz birimleri arasındaki ortaklık ve farklılıklar tamamlayıcı veri olarak değerlendirilmiştir. Araştırma, NOTIMATH'in nedensel etkisini belirlemeyi, uygulamaları eşdeğer ön test-son test ölçümleri olarak karşılaştırmayı veya kalıcı bir gelişim ileri sürmeyi amaçlamamaktadır.

1.3 Araştırma Soruları

Bu amaç doğrultusunda araştırmanın ana sorusu aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

Beş matematik öğretmen adayının NOTIMATH kullanım sürecindeki profesyonel fark etme yanıtları ve bu sürece ilişkin görüşleri, üslû ve köklü gösterimler bağlamında nasıl bir örüntü göstermektedir?

Ana araştırma sorusu doğrultusunda aşağıdaki alt sorulara cevap aranmıştır:

1. Öğretmen adaylarının dikkate alma yanıtları, birinci uygulamadaki tek yanıtlar ve ikinci uygulamadaki çoklu geri bildirim sonrası oluşturulan son yanıtlar bakımından hangi kanıt düzeylerinde ve niteliklerde ortaya çıkmaktadır?
2. Öğretmen adaylarının yorumlama yanıtları, birinci uygulamadaki tek yanıtlar ve ikinci uygulamadaki çoklu geri bildirim sonrası oluşturulan son yanıtlar bakımından hangi kanıt düzeylerinde ve niteliklerde ortaya çıkmaktadır?
3. Öğretmen adaylarının öğretimsel karar verme yanıtları, birinci uygulamadaki tek yanıtlar ve ikinci uygulamadaki çoklu geri bildirim sonrası oluşturulan son yanıtlar bakımından hangi kanıt düzeylerinde ve niteliklerde ortaya çıkmaktadır?
4. İkinci uygulamadaki seçili ilk yanıt, NOTIMATH geri bildirim ve son yanıtlar, öğretmen adaylarının profesyonel fark etme yanıtlarını yeniden yapılandırmalarını nasıl yansıtmaktadır?
5. Öğretmen adayları uygulama öncesinde profesyonel fark etmeyi, birinci uygulama sonrasında ise profesyonel fark etme ve NOTIMATH deneyimini nasıl açıklamaktadır?
6. Beş öğretmen adayının profesyonel fark etme yanıtları ve görüşleri birlikte değerlendirildiğinde, analiz birimleri arasında hangi ortak örüntüler ve farklılıklar ortaya çıkmaktadır?

1.4 Araştırmanın Önemi

Bu araştırmanın önemi kuramsal, uygulamaya dönük ve yöntemsel olarak ele alınmıştır. Kuramsal olarak Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) tarafından geliştirilen profesyonel fark etme çerçevesi, yapay zekâ destekli ve çok türlü etkileşime imkân veren bir ortamda incelenmiştir. Aynı öğretmen adaylarının iki uygulamadaki dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme yanıtlarının ele alınması, bu becerilerin süreçte nasıl ortaya çıktığını ayrıntılı olarak göstermektedir.

Uygulama açısından araştırma, öğretmen adaylarının farklı öğrenci düşüncelerini inceleyebilecekleri, yanıtlarını matematiksel kanıtlara dayandırabilecekleri ve geri bildirim sonrasında yeniden düzenleyebilecekleri bir örnek sunmaktadır. Elde edilen bulguların,

yapay zekâ destekli sohbet botlarının öğretmen eğitiminde hangi koşullarda ve hangi sınırlılıklar dikkate alınarak kullanılabileceğine katkı sağlaması beklenmektedir.

Yöntemsel olarak beş öğretmen adayı aynı durum içindeki ayrı analiz birimleri olarak ele alınmıştır. Veriler katılımcı, senaryo, uygulama ve profesyonel fark etme becerilerine göre birlikte incelenmiştir. Genel sonuçlar, seçilen yazılı örnekleri ve katılımcı kodlu görüşme verileriyle desteklenmiştir. Bu şekilde yalnızca toplam sonuçlara değil, katılımcılar ve görevler arasındaki farklılıklara da yer verilmiştir.

Çalışmanın önemli yönlerinden biri profesyonel fark etme ile yapay zekâ destekli geri bildirimi aynı araştırma ortamında bir araya getirmesidir. Profesyonel fark etme araştırmalarında video kayıtları, yazılı öğrenci çözümleri ve senaryolar uzun süredir kullanılmaktadır. Yapay zekâ destekli ortamlar ise katılımcının yanıtına göre geri bildirim verilmesini ve yanıtın yeniden ele alınmasını sağlayabilmektedir (Bastian et al., 2025; Galiç vd., 2026). Bu çalışmada bu imkânın beş öğretmen adayının profesyonel fark etme yanıtlarına nasıl yansıdığı incelenmiştir.

Araştırmanın üslû ve köklü gösterimler bağlamında yürütülmesi de önemlidir. Bu konularda öğrencilerin işlem kurallarını aşırı genelleme, sembolik benzerliklerden geçersiz sonuçlara ulaşma, işlemsel ve kavramsal bilgiyi ayıramama ve kullandıkları kuralların geçerli olduğu koşulları sorgulamama gibi farklı düşünme biçimleri ortaya çıkmaktadır (Aydoğdu, 2020; Bingölbalı ve Özmantar, 2014; Birgin ve Uçar, 2023; Satan vd., 2021). Bu içerik, öğretmen adaylarının yalnızca sonucun doğru ya da yanlış olmasına değil, öğrencinin çözüm yolundaki matematiksel düşünceye odaklanmalarını sağlamaktadır.

Araştırmanın bir diğer önemli yönü araştırma kapsamında kullanılan NOTIMATH sohbet botu hazır bir araç olarak doğrudan kullanılmamıştır. Araştırmacı tarafından araştırmanın amacı ve kuramsal çerçevesi doğrultusunda yapılandırılmıştır. Bu yönüyle NOTIMATH, araştırmanın ihtiyaçları doğrultusunda özelleştirilmiş ve öğretmen adaylarının profesyonel fark etme becerilerine etkileşim ve geri bildirim sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

NOTIMATH kullanım sürecinde öğretmen adaylarına geri bildirim verilmesi ve ikinci uygulamada yanıtlarını yeniden düzenleyebilmeleri, son yanıtların yanında seçilen revizyon süreçlerinin de incelenmesini sağlamıştır. Ancak birinci uygulamadaki tek yanıt

ile ikinci uygulamada geri bildirim sonrasında oluşturulan son yanıt aynı koşullarda üretilmemiştir. Bu nedenle karşılaştırma ön test-son test değişimi olarak değil, farklı etkileşim özelliklerine sahip iki uygulamada oluşan yanıtların betimlenmesi şeklinde yapılmıştır.

Araştırma, öğretmen eğitiminde yapay zekânın eleştirel ve denetimli biçimde kullanılması açısından da önem taşımaktadır. Yapay zekâ destekli sohbet botları hızlı ve kişiye göre geri bildirim sunabilse de ürettikleri açıklamalar her zaman doğru, tutarlı ve pedagojik olarak uygun olmayabilir (Miao ve Holmes, 2023; Noster vd., 2024). Bu nedenle araştırmada yapay zekâ çıktıları doğrudan doğru kabul edilmemiş, kodlama ve yorumlamada insan uzman değerlendirmesi esas alınmıştır. Böylece yapay zekâ bir otorite olarak değil, eleştirel değerlendirme gerektiren destekleyici bir araç olarak kullanılmıştır.

Son olarak bu araştırma, Batı Anadolu’da yer alan bir devlet üniversitesinde öğrenim gören beş matematik öğretmen adayının sürecine ilişkin ayrıntılı bulgular sunmaktadır. Araştırmanın amacı istatistiksel genelleme yapmak veya nedensel bir etki belirlemek değildir. Amaç, incelenen durumda ortaya çıkan profesyonel fark etme yanıtlarını ve katılımcı görüşlerindeki farklılıkları açıklamaktır. Bulguların, öğretmen yetiştirme programlarında öğrenci düşünmesini merkeze alan etkinliklerin ve yapay zekâ destekli geri bildirim ortamlarının düzenlenmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

1.5 Sınırlılıklar

- Araştırma, etik kurul kararının bildirilmesinden sonra 2025-2026 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Batı Anadolu’da yer alan bir devlet üniversitesinde öğrenim gören beş son sınıf matematik öğretmen adayıyla yürütülmüştür. Bu nedenle bulgular farklı kurumlara ve öğretmen adayı gruplarına doğrudan genellenemez.
- Araştırmada incelenen durum; NOTIMATH kullanım süreci, üslû ve köklü gösterimler bağlamında hazırlanan yedi senaryo ve iki uygulama aşamasıyla sınırlıdır.
- Profesyonel fark etmeye ilişkin veriler, öğretmen adaylarının belirli senaryolara verdikleri yazılı yanıtlar, NOTIMATH sohbet kayıtları ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle sınırlıdır. Katılımcıların gerçek sınıf ortamındaki öğretim uygulamaları gözlenmemiş ve yeni görevlere aktarım ölçülmemiştir. Bu nedenle bulgular genel bir profesyonel fark etme becerisinin ya da sınıf içi performansın doğrudan göstergesi olarak yorumlanamaz.

- Birinci ve ikinci uygulamalarda aynı senaryoların kullanılması, öğretmen adaylarının önceki senaryo deneyimlerinin ve birinci uygulamada aldıkları geri bildirimlerin ikinci uygulamadaki yanıtlarına yansımaları olasılığını ortaya çıkarmaktadır.
- Birinci uygulamada tek yanıt-tek geri bildirim, ikinci uygulamada ise çoklu yanıt-çoklu geri bildirim yapısı kullanılmıştır. Bu nedenle birinci uygulamadaki tek yanıt ile ikinci uygulamadaki oluşturulan son yanıt eşdeğer ölçüm koşullarını temsil etmez; aşamalar arasındaki farklılıklar önceki uygulama deneyimi, senaryolarla yeniden karşılaşma, alınan geri bildirimler ve ikinci aşamadaki zorunlu revizyon yapısıyla birlikte değerlendirilmiştir.
- Uygulama sonrası görüşmeler birinci uygulamadan sonra gerçekleştirilmiş; ikinci uygulama tamamlandıktan sonra ayrıca bir görüşme yapılmamıştır. Bu nedenle görüşme bulguları ikinci uygulamaya ilişkin katılımcı değerlendirmelerini kapsamamaktadır.
- NOTIMATH'in ürettiği geri bildirimler Poe platformunda uygulama sırasında görüntülenen arayüz, araştırmacı tarafından hazırlanan istemler ve sisteme aktarılan bilgi içeriğiyle sınırlıdır.

1.6 Varsayımlar

- Araştırmada öğretmen adaylarının görüşmelerde ve NOTIMATH kullanım sürecinde verdikleri yanıtların kendi düşüncelerini ve deneyimlerini samimi biçimde yansıttığı varsayılmıştır.

1.7 Tanımlar

Profesyonel fark etme: Bu araştırmada öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerindeki önemli ayrıntıları dikkate almaları, bu ayrıntılardan hareketle öğrencinin matematiksel anlayışını yorumlamaları ve öğrencinin düşünmesini ilerletecek öğretimsel kararlar vermeleri olarak ele alınmıştır (Jacobs et al., 2010).

Öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate alma: Öğrencinin çözümünde kullandığı matematiksel ifadeleri, stratejileri, gerekçeleri, hatalı genellemeleri ve diğer önemli ayrıntıları belirleme ve açıklama becerisidir (Jacobs et al., 2010).

Öğrencinin matematiksel düşüncesini yorumlama: Öğrencinin çözümündeki kanıtlardan hareketle öğrencinin neyi anlayıp neyi anlamadığını, düşüncesinin olası

kaynaklarını ve matematiksel anlayış düzeyini gerekçeli biçimde açıklama becerisidir (Jacobs et al., 2010).

Öğretimsel karar verme: Öğrencinin mevcut matematiksel düşüncesini temel alarak düşünmesini ilerletecek soru, etkinlik, temsil veya öğretimsel hamleleri belirleme ve bunların gerekçesini açıklama becerisidir (Jacobs et al., 2010).

Yapay zekâ: İnsanların akıl yürütme, problem çözme, dil işleme, öğrenme ve karar verme gibi bilişsel görevlerini bilgisayar sistemleri aracılığıyla gerçekleştirmeyi amaçlayan yöntem ve teknolojilerin genel adıdır (McCarthy vd., 2006).

Üretken yapay zekâ: Yeni içerikler üretebilen yapay zekâ sistemlerini ifade etmektedir. Eğitim açısından yanıtlar üretebilme, materyal oluşturabilme ve öğrenme süreçlerini destekleme gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir (Hacıoğlu Seven ve Erümit, 2025).

Doğal dil işleme (NLP): Bilgisayarların insan dilindeki metin ve konuşmaları çözümlemesini, yorumlamasını ve dilsel çıktı üretmesini sağlayan yapay zekâ alanıdır. Eğitimde metin analizi, soru yanıtlama, geri bildirim üretme ve etkileşimli öğrenme ortamları oluşturma gibi işlevlerde kullanılabilir (Çambay, 2026).

İstem (prompt): Üretken yapay zekâ sisteminin belirli bir görev, rol, içerik veya çıktı biçimi doğrultusunda yanıt üretmesini sağlamak amacıyla kullanıcı tarafından sunulan komut, soru, bağlam veya yönergeler bütünüdür (YEĞİTEK, 2025).

İstem mühendisliği: Üretken yapay zekâ sisteminden amaca uygun, açık ve tutarlı çıktılar elde etmek amacıyla istemlerin sistematik biçimde hazırlanması, denenmesi ve yeniden düzenlenmesi sürecidir (Yoşumaz, 2024).

Poe: Farklı sağlayıcılara ait üretken yapay zekâ modellerine tek bir arayüz üzerinden erişim sağlayan ve kullanıcıların bu modeller temelinde özelleştirilmiş sohbet botları oluşturmaya olanak veren yapay zekâ platformudur. Bu çalışmada Poe, NOTIMATH'in hazırlandığı ve kullanıldığı teknik uygulama ortamıdır.

NOTIMATH: Bu çalışma kapsamında araştırmacı tarafından geliştirilen ve Poe adlı yapay zekâ platformu üzerinde yapılandırılan yapay zekâ destekli sohbet botudur.

NOTIMATH; matematik  ğretmen adaylarına  sl  ve köklü gösterimler bağlamında  ğrenci düşüncelerini içeren senaryolar sunmak, adayların profesyonel fark etme yanıtlarına yapılandırılmış geri bildirim sağlamak ve çok turlu etkileşime olanak vermek amacıyla hazırlanmıştır. NOTIMATH, noticing ve mathematics kelimelerinin birleşimiyle oluşur.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde araştırmanın kuramsal temelini oluşturan profesyonel fark etme kavramı ve bu kavrama ilişkin yaklaşımlar açıklanmıştır. Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) tarafından geliştirilen profesyonel fark etme çerçevesinde öğrencilerin matematiksel düşüncesini dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerileri ele alınmaktadır. Daha sonra eğitimde yapay zekâ ve yapay zekâ destekli sohbet botlarına, üslû ve köklü gösterimlerde karşılaşılan öğrenme zorluklarına ve profesyonel fark etme alanındaki ilgili araştırmalara yer verilmiştir. Bölümün sonunda kuramsal çerçevenin bu araştırmada nasıl kullanıldığı açıklanmıştır.

2.1 Öğretmenlerin Profesyonel Fark Etmesi

Öğretim ortamlarında aynı anda çok sayıda olay ve etkileşim gerçekleşmektedir. Öğretmenlerin bu karmaşık yapı içinde öğrencilerin öğrenmesi bakımından önemli olan ayrıntıları seçmeleri, seçtikleri ayrıntıları anlamlandırmaları ve öğretimi bu doğrultuda yönlendirmeleri gerekmektedir. Bu süreç, öğretmenin sınıfta olup biten her şeyi eşit düzeyde gözlemlemesinden farklıdır; mesleki bilgi ve amaçlar doğrultusunda belirli olaylara odaklanmayı içerir. Bu nedenle fark etme, öğretmenin mesleki bilgisini sınıf içindeki kanıtlarla ilişkilendirdiği temel bir öğretmenlik becerisi olarak ele alınmaktadır (Ball, 2011; Miller, 2011; Sherin and Star, 2011).

2.1.1 Fark etme ve mesleki vizyon

Fark etme kavramı, bireyin çevresindeki çok sayıdaki unsur arasından belirli olayları seçmesi, bunlara dikkatini yöneltmesi ve bu olayları anlamlandırmasıyla ilişkilidir. Mason (2011), fark etmeyi dikkatin amaçlı biçimde yönlendirilmesini içeren dinamik bir süreç olarak ele almıştır. Ball (2011) ise öğretmenin gördüğü olayların mesleki anlamının kavramasına vurgu yapmıştır. Bu yaklaşımlar, fark etmenin yalnızca görme ya da gözlemleme değil, seçme ve anlamlandırmayı birlikte içeren bir süreç olduğunu göstermektedir.

Goodwin (1994), belirli bir meslek grubundaki kişilerin olayları mesleğin bilgi, amaç ve uygulamaları doğrultusunda görme ve anlamlandırma biçimini “mesleki vizyon” kavramıyla açıklamıştır. Bu kavram öğretmenlik açısından ele alındığında, öğretmenin sınıftaki olaylara sıradan bir gözlemci gibi değil, öğretme ve öğrenmeye ilişkin mesleki

bilgisi aracılığıyla yaklaşmasını ifade etmektedir. Öğretmenin hangi olaya odaklandığı, bu olayda neyi önemli gördüğü ve gözlediği durumu nasıl yorumladığı mesleki vizyonunun bir parçasıdır.

Star ve Strickland (2008), öğretmen adaylarının sınıf videolarında hangi unsurları fark ettiklerini inceleyerek öğretmen fark etmesinin seçici niteliğini ortaya koymuştur. Miller (2011) sınıf ortamındaki önemli olayların belirlenmesi kadar bu olayların anlamlandırılmasının önemini vurgulamıştır. Dolayısıyla öğretmen fark etmesi, sınıftaki bir olayı kaydetmekten öte, öğrencinin öğrenmesi açısından anlamlı olan kanıtları seçmeyi ve bu kanıtlara mesleki anlam yüklemeyi gerektirmektedir.

2.1.2 Öğretmen fark etmesine ilişkin kuramsal yaklaşımlar

Öğretmen fark etmesi alanında geliştirilen yaklaşımlar, öğretmenin sınıf olaylarını seçme, yorumlama ve öğretimsel eyleme dönüştürme süreçlerine farklı ağırlıklar vermektedir. Van Es ve Sherin (2002), öğretmenlerin sınıf etkileşimlerini incelerken önemli olayları belirlemeleri ve bu olayları yorumlamaları için “fark etmeyi öğrenme” yaklaşımını ortaya koymuştur. Van Es ve Sherin (2008), video kulübü bağlamında öğretmenlerin profesyonel vizyonlarının gelişimini incelemiş ve öğretmenlerin farklı gelişim yolları izleyebildiğini göstermiştir. Sherin ve van Es (2009) ise video kulübü katılımının öğretmenlerin profesyonel vizyonuna video kulübü toplantılarında, görüşmelerde ve öğretim uygulamalarında yansıyabildiğini belirtmiştir. Bu çalışmalar, video temelli ortamların öğretmenlerin sınıf olaylarını kanıta dayalı olarak seçmeleri ve yorumlamaları için yapılandırılmış öğrenme fırsatları sağlayabildiğini göstermektedir.

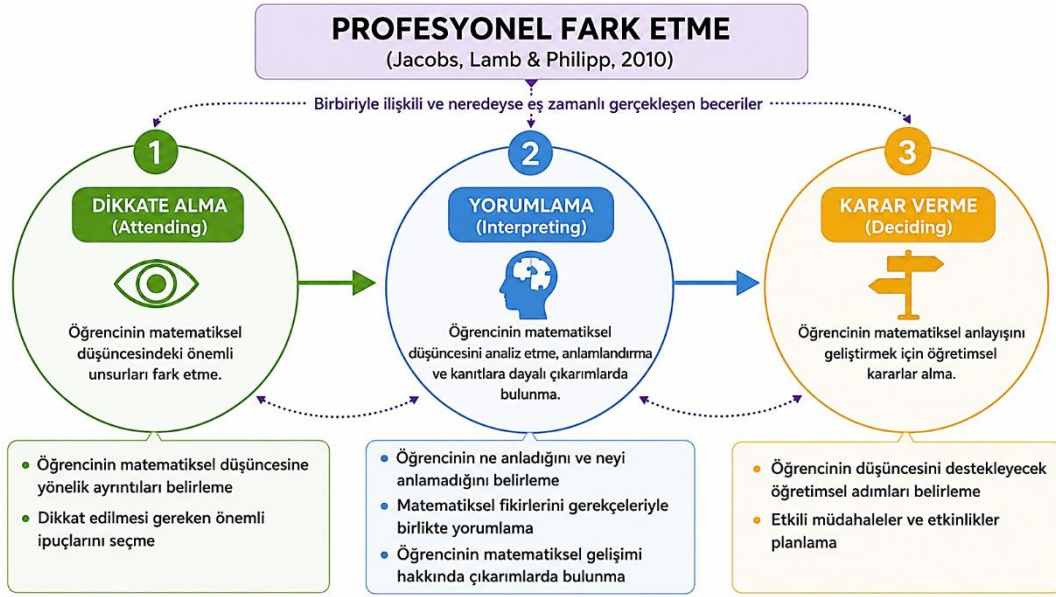
Fark etmenin yalnızca görülen önemli bir olayı seçmekten oluşmadığı, seçilen olayın yorumlanması ve öğretimin şekillendirilmesiyle ilişkili olduğu belirtilmektedir. Van Es ve Sherin (2021), önceki fark etme kavramsallaştırmalarını genişleterek öğretmenin fark ettiği olayları öğretim sürecini biçimlendirmede kullanmasına dikkat çekmiştir. Weyers, König, Scheiner, Santagata ve Kaiser, (2024) tarafından matematik eğitiminde öğretmen fark etmesine ilişkin 118 hakemli makalenin incelendiği güncel derlemede, fark etmenin çoğunlukla bilişsel süreçler üzerinden kavramsallaştırıldığı; küçük örneklemliler ve nitel araştırmaların alanda yaygın olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, öğretmen fark etmesinin bağlama duyarlı ve ayrıntılı incelemelere açık bir araştırma alanı olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada öğrencilerin matematiksel düşüncelerine doğrudan odaklandığı ve ğretmen yanıtlarını birbiriyle ilişkili üç beceriyi incelemeyi sağladığı için Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) tarafından geliştirilen profesyonel fark etme erevesi temel alınmıştır. Bu çerçevede öğretmenin öğrencinin matematiksel düşüncesindeki önemli ayrıntıları dikkate alması, bu ayrıntılardan hareketle öğrencinin anlayışını yorumlaması ve öğrencinin düşünmesini ilerletecek öğretimsel kararlar vermesi birlikte ele alınmaktadır.

2.1.3 Öğrencilerin matematiksel düşüncelerini profesyonel fark etme

Jacobs, Lamb ve Philipp (2010), ğretmenlerin öğrencilerin matematiksel düşüncelerini nasıl fark ettiklerini incelemek amacıyla farklı deneyim düzeylerindeki ğretmen ve ğretmen adaylarıyla çalışmıştır. Katılımcılara video kesitleri ve yazılı ğrenci çalışmaları sunulmuş; katılımcıların ğrenci düşüncesine ilişkin yanıtları analiz edilmiştir. Bu alışma sonucunda öğrencilerin matematiksel düşüncelerini profesyonel fark etme; öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate alma, öğrencinin matematiksel düşüncesini yorumlama ve öğretimsel karar verme olmak üzere birbiriyle ilişkili üç beceriyle kavramsallaştırılmıştır.

Profesyonel fark etme, öğrencinin cevabının yalnızca doğru ya da yanlış olduğunu belirlemek değildir. Öğretmenin ğrencinin kullandığı stratejiyi, matematiksel ilişkileri, gerekçeleri ve olası hatalı genellemeleri fark etmesi gerekmektedir. Daha sonra bu ayrıntıların öğrencinin anlayışı hakkında ne gösterdiğini yorumlaması ve öğrencinin düşünmesini ilerletecek bir öğretimsel karar oluşturması beklenir. Bu nedenle profesyonel fark etme, alan bilgisi ile pedagojik kararların ğrenci düşüncesi üzerinden ilişkilendirildiği bir süreçtir.



Şekil 2.1: Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) temel alınarak oluşturulan profesyonel fark etme çerçevesi

2.1.3.1 Öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate alma

Dikkate alma, öğretmenin öğrencinin matematiksel düşüncesinde öğrenme ve öğretme açısından önemli olan ayrıntıları belirlemesini ifade etmektedir. Öğrencinin kullandığı işlem adımları, seçtiği çözüm stratejisi, ortaya koyduğu matematiksel ilişkiler, sembolik ifadeleri kullanma biçimi ve yaptığı genellemeler dikkate alma sürecinde incelenebilecek kanıtlardır. Bu beceride öğretmenden öncelikle öğrencinin çözümünü kendi öğretim önerileriyle değiştirmeden, öğrencinin ortaya koyduğu matematiksel düşüncüyü ayrıntılı biçimde betimlemesi beklenmektedir (Jacobs et al., 2010).

Jacobs, Lamb ve Philipp (2010), dikkate alma yanıtlarını öğrencinin matematiksel düşüncesine ilişkin yeterli ayrıntı içerip içermemesine göre yanıtların dikkat edildiğine yönelik kanıtlar ve öğrencilerin matematiksel düşüncesine dikkat edilmediğine yönelik kanıtlar olarak değerlendirmiştir. Öğrencinin düşüncesindeki belirli matematiksel ayrıntılara dayanan ve çözüm sürecini açık biçimde ortaya koyan yanıtlar, öğrencinin düşüncesinin dikkate alındığına ilişkin kanıt sunmaktadır. Buna karşılık yalnızca cevabın doğru ya da yanlış olduğunu belirten, öğrenci çözümündeki matematiksel ayrıntılara yer vermeyen veya genel ifadelerle sınırlı kalan yanıtlar dikkate alma bakımından yetersiz kalmaktadır.

Dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar vermenin temelini oluşturmaktadır. Öğretmen öğrencinin çözümündeki matematiksel kanıtları yeterince belirleyemediğinde, öğrencinin anlayışına ilişkin yorumları ve öğretimsel kararları da öğrenci düşüncesinden uzaklaşabilmektedir. Ancak dikkate alma tek başına yeterli değildir. Belirlenen ayrıntıların öğrencinin anlayışı açısından ne ifade ettiğinin de yorumlanması gerekmektedir.

2.1.3.2 Öğrencinin matematiksel düşüncesini yorumlama

Yorumlama, öğrencinin çözümünde belirlenen kanıtlardan hareketle öğrencinin neyi anlayıp neyi anlamadığını, düşüncesinin hangi matematiksel ilişkilerden kaynaklandığını ve mevcut anlayışının nasıl yapılandığını açıklama sürecidir. Bu beceride öğretmenin yalnızca “öğrenci anlamamış”, “muhakemesi zayıf” veya “kavram yanılgısı vardır” gibi genel değerlendirmeler yapması yeterli değildir. Yorumların öğrencinin çözümündeki belirli matematiksel kanıtlara dayandırılması ve gerekçelendirilmesi beklenmektedir (Jacobs et al., 2010).

Jacobs, Lamb ve Philipp (2010), yorumlama yanıtlarını sağlam, sınırlı ve yetersiz kanıt düzeylerinde incelemiştir. Sağlam kanıt içeren yorumlar, öğrencinin matematiksel anlayışını çözümdeki ayrıntılarla ilişkilendirmekte; öğrencinin bildikleri, bilmedikleri ve düşüncesinin olası kaynakları hakkında gerekçeli açıklamalar sunmaktadır. Sınırlı kanıt içeren yanıtlar öğrencinin anlayışına yönelmekle birlikte daha genel açıklamalardan oluşmakta veya yorumlarını yeterince gerekçelendirmemektedir. Yetersiz kanıt içeren yanıtlar ise öğrencinin matematiksel anlayışına ilişkin bir çıkarım sunmamakta ya da öğrencinin çözümündeki kanıtlarla ilişki kurmamaktadır.

Yorumlama sürecinde öğretmenin matematik bilgisinin yanında öğrencilerin belirli konularda nasıl düşünebileceklerini ve hangi öğrenme zorluklarını yaşayabileceklerini bilmesi de önemlidir. Ancak yorumlama, öğrenciye doğrudan bir öğretim önerisi sunmak değildir. Önce öğrencinin mevcut düşüncesi matematiksel olarak anlamlandırılmalı, daha sonra bu yorum öğretimsel karara temel oluşturmalıdır.

2.1.3.3 Öğretimsel karar verme

Öğretimsel karar verme, öğrencinin mevcut anlayışını temel alarak düşünmesini ilerletecek öğretimsel hamlelerin belirlenmesini ifade etmektedir. Bu hamleler; öğrenciye yöneltilecek bir soru, karşı örnek, farklı temsil, etkinlik, açıklama veya izlenecek öğretimsel adım

olabilir. Burada önemli olan, önerilen karşılığın öğrencinin çözümünde belirlenen ve yorumlanan matematiksel düşünceyle açık biçimde ilişkilendirilmesidir (Jacobs et al., 2010; Santagata et al., 2007).

Öğretimsel karar verme becerisinde tek bir ideal öğretimsel karşılıktan söz edilmemektedir. Aynı öğrenci düşüncesini ilerletmeye yönelik birden fazla uygun öğretimsel hamle geliştirilebilir. Jacobs, Lamb ve Philipp (2010), öğretimsel karar verme yanıtlarını sağlam, sınırlı ve yetersiz kanıt düzeylerinde incelemiştir. Bununla birlikte sağlam kanıt içeren yanıtların öğrencinin belirli düşüncesini hedeflemesi, önerilen hamlenin nasıl uygulanacağını açıklaması ve bu hamlenin öğrencinin matematiksel anlayışını nasıl ilerletebileceğini gerekçelendirmesi beklenmektedir. Sınırlı kanıt içeren yanıtlar öğrencinin düşüncesine genel olarak yönelmekle birlikte önerinin içeriğini veya gerekçesini yeterince açıklamamaktadır. Yetersiz kanıt içeren yanıtlar ise öğrenci düşüncesine dayanmayan genel tekrar, daha fazla soru çözdürme veya doğrudan kuralı açıklama gibi öğretmen merkezli önerilerle sınırlı kalabilmektedir.

Öğretimsel karar verme, dikkate alma ve yorumlamaya göre daha karmaşık olabilir. Öğretmenin önce öğrencinin matematiksel düşüncesini belirlemesi, sonra bu düşüncüyü yorumlaması ve son olarak öğrencinin mevcut anlayışına uygun bir öğretimsel adım planlaması gerekmektedir. Bu nedenle öğretimsel kararların öğrenci düşüncesine dayalı, amaca yönelik ve gerekçeli olması önemlidir.

2.1.3.4 Profesyonel fark etme becerileri arasındaki ilişki

Profesyonel fark etme üç becerileri analitik amaçlarla ayrı ayrı ele alınsa da uygulamada birbirinden bağımsız değildir. Öğrencinin çözümündeki önemli ayrıntıların dikkate alınması, öğrencinin anlayışının yorumlanmasına kanıt sağlar. Bu yorumlar da öğrencinin düşünmesini ilerletecek öğretimsel karşılıkların oluşturulmasına temel oluşturur. Bununla birlikte süreç her zaman doğrusal bir sıra izlemeyebilir; öğretmenin olası bir öğretimsel hamleyi düşünmesi, öğrencinin çözümündeki farklı bir ayrıntıyı yeniden dikkate almasına veya önceki yorumunu gözden geçirmesine yol açabilir.

Bu araştırmada üç beceri, öğretmen adaylarının yanıtlarını düzenli olarak incelemek için ayrı başlıklar altında ele alınmıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının profesyonel fark etme yanıtları değerlendirilirken bu becerilerin birbirini nasıl desteklediği de dikkate

alınmıştır. Araştırmada kullanılan kodlama düzeyleri ve analiz süreci yöntem bölümünde açıklanmıştır.

2.2 Eğitimde Yapay Zekâ ve Yapay Zekâ Destekli Sohbet Botları

Yapay zekâ, eğitim ortamlarında içerik üretme, öğrenme sürecini destekleme, geri bildirim sağlama ve kullanıcıyla etkileşim kurma gibi farklı amaçlarla kullanılabilir. Eğitimde otomatik geri bildirim düşüncesinin erken örnekleri Pressey'nin (1950) öğrencinin yanıtını değerlendirerek geri bildirim sağlayan araçlarına ve Skinner'ın (1958) öğretme makinelerine kadar uzanmaktadır. Günümüzde doğal dil işleme ve üretken yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler, kullanıcıların açık uçlu yanıtlarına karşılık verebilen daha etkileşimli sistemlerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Arslan, 2020).

2.2.1 Eğitimde yapay zekâ kullanımı

Eğitimde yapay zekâ destekli uygulamalar; öğrenme içeriklerinin hazırlanması, öğrencilerin sorularının yanıtlanması, bireyselleştirilmiş öneriler sunulması, ölçme ve değerlendirme süreçlerinin desteklenmesi ve öğretmenlerin mesleki çalışmalarına yardımcı olunması gibi farklı işlevler üstlenebilmektedir (Arslan, 2020; YEĞİTEK, 2025). Bu uygulamaların eğitimsel değeri, yalnızca teknolojik bir aracın kullanılmasına değil, aracın öğrenme amacı doğrultusunda nasıl yapılandırıldığına, ürettiği çıktıların nasıl değerlendirildiğine ve insan denetiminin nasıl sağlandığına bağlıdır. Miao ve Holmes (2023), üretken yapay zekânın eğitimde insan merkezli, etik, güvenli ve pedagojik olarak doğrulanmış bir yaklaşımla kullanılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Öğretmen eğitimi açısından yapay zekâ destekli ortamlar, öğretmen adaylarının farklı öğrenci durumlarıyla karşılaşmalarına, bu durumlar hakkında yanıt üretmelerine ve yanıtlarını yeniden gözden geçirmelerine olanak sağlayabilir. Bununla birlikte üretken yapay zekâ sistemleri doğru görünen ancak matematiksel olarak hatalı çıktılar üretebilir. Noster vd. (2024), on bir öğretmen adayının ChatGPT yardımıyla matematik görevlerini çözme süreçlerini inceledikleri çalışmada, görevlerin tümünde hem doğru hem de yanlış yapay zekâ yanıtlarının üretildiğini ve bazı öğretmen adaylarının hatalı sistem çıktılarından etkilenebildiğini belirlemiştir. Bu nedenle yapay zekâ, öğretmenin veya alan uzmanının yerini alan bir yapıdan çok, çıktıları eleştirel biçimde değerlendirilen ve insan denetimiyle kullanılan destekleyici bir araç olarak ele alınmalıdır.

2.2.2 Yapay zekâ destekli sohbet botları

Sohbet botları alan yazında sohbet robotu, konuşma ajanı, diyalog sistemi ve sanal asistan gibi farklı adlarla ifade edilmektedir. Bu sistemler, kullanıcıdan gelen yazılı veya sözlü girdileri işleyerek belirli bir amaç doğrultusunda yanıt üreten yazılımlardır (Altun ve Seferoğlu, 2024; Russell and Norvig, 2021; YEĞİTEK, 2025). Doğal dil işleme tabanlı sohbet botları, kullanıcının oluşturduğu metni analiz etme ve bu metne uygun yeni bir yanıt üretme özelliği nedeniyle eğitim ortamlarında açık uçlu etkileşimlerin yürütülmesine imkân vermektedir (Çambay, 2026).

Sohbet botları genel olarak kural tabanlı, yapay zekâ tabanlı ve hibrit sistemler biçiminde sınıflandırılabilir. Kural tabanlı sistemlerde kullanıcı yanıtlarına önceden tanımlanmış kurallar doğrultusunda karşılık verilir. Yapay zekâ tabanlı sistemler ise doğal dil işleme ve öğrenen algoritmalar aracılığıyla daha açık uçlu yanıtlar üretebilir. Hibrit sistemler, önceden belirlenmiş kuralları yapay zekâ tabanlı yanıt üretme özellikleriyle birlikte kullanmaktadır. Araştırmanın amaçları doğrultusunda özelleştirilen sohbet botlarında rol, görev, içerik ve yanıt biçimi istemler aracılığıyla sınırlandırılabilir (YEĞİTEK, 2025).

2.2.3 Eğitimde yapay zekâ destekli sohbet botlarının kullanımı

Eğitimde sohbet botları; öğrencilere bilgi ve rehberlik sağlama, ders içeriklerine erişimi kolaylaştırma, sorular üretme, öğrenme sürecini izleme ve geri bildirim verme gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Okonkwo ve Ade-Ibijola (2021), eğitimde sohbet botlarının kullanımını ele alan 53 çalışmayı sistematik olarak incelemiş ve sohbet botlarının öğretim, öğrenme desteği, değerlendirme ve yönlendirme gibi farklı işlevlerde kullanıldığını ortaya koymuştur. Akkaya ve Şengül (2023), sohbet botlarının öğrenenlerle etkileşim kurarak eğitim sürecini destekleyebildiğini belirtmiştir. Kavruk vd. (2024) ise sohbet botlarının açık ve uzaktan öğrenme destek hizmetlerindeki kullanımını ele almıştır. Bu çalışmalar, sohbet botlarının zaman ve mekândan bağımsız erişim ile tekrarlı etkileşim sağlama bakımından eğitim ortamlarına farklı olanaklar sunduğunu göstermektedir.

Öğretmen eğitiminde sohbet botları, öğretmen adayının yanıtına göre geri bildirim verebilmesi ve yanıtın bu geri bildirimden sonra yeniden düzenlenebilmesi açısından önemlidir. Böylece öğretmen adayının yalnızca son cevabı değil, cevabını yeniden düşünme süreci de incelenebilir. Ancak yapay zekâ tarafından verilen geri bildirimin doğru

ve pedagojik olarak uygun olduğu kendiliğinden kabul edilemez. Bu nedenle sistem çıktılarının araştırmanın amacı ve kuramsal çerçevesi doğrultusunda sınırlandırılması, kaydedilmesi ve alan uzmanları tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir (Miao and Holmes, 2023; Noster et al., 2024). Bu çalışmada NOTIMATH, genel amaçlı bir sohbet aracı olarak değil, Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesine göre öğrenci düşüncesini incelemeye yönelik bir uygulama ortamı olarak kullanılmıştır.

2.2.4 Yapay zekâ destekli sohbet botlarının sınırlılıkları ve insan denetimi

Üretken yapay zekâ destekli sohbet botları, kullanıcı girdilerine bağlı olarak değişen ve her zaman doğrulanmış bilgiye dayanmayan yanıtlar üretebilir. Bu durum, özellikle matematiksel doğruluk ve öğretimsel uygunluk gerektiren öğretmen eğitimi uygulamalarında önem taşımaktadır. Noster, Gerber ve Siller (2024), öğretmen adaylarının yapay zekâ tarafından üretilen hatalı fakat ikna edici matematiksel yanıtlardan etkilenebildiğini göstermiştir. Bu bulgu, yapay zekâ geri bildirimlerinin bağımsız bir doğruluk ölçütü veya tek başına değerlendirme kanıtı olarak kullanılmaması gerektiğine işaret etmektedir.

Miao ve Holmes (2023), üretken yapay zekânın eğitim ve çalışmada kullanımında veri gizliliği, etik doğrulama, yaşa ve bağlama uygunluk, insan iradesinin korunması ve pedagojik tasarımın birlikte ele alınmasını önermektedir. Bu doğrultuda öğretmen eğitiminde kullanılan sohbet botlarının rolü, kullanıcıya kesin hüküm veren bir uzman olarak değil, öğretmen adayının düşünmesini destekleyen ve çıktıları insan uzmanlarca kontrol edilen bir araç olarak sınırlandırılmalıdır. NOTIMATH'ın çalışmadaki işlevi de bu çerçevede değerlendirilmiş; sistemin sağladığı geri bildirimler ve sınıflandırmalar çalışmacı incelemesinden bağımsız bir geçerlik kanıtı olarak kabul edilmemiştir.

2.3 Üslü ve Köklü Gösterimlere İlişkin Öğrenci Düşünceleri ve Öğrenme Zorlukları

Bu çalışmada öğretmen adaylarının profesyonel fark etme süreçleri, dokuzuncu sınıf sayılar teması kapsamında yer alan üslü ve köklü gösterimler bağlamında incelenmiştir. Üslü ve köklü gösterimler, öğrencilerin önceki sayı ve işlem bilgilerini yeni sembolik gösterimlerle ilişkilendirmelerini gerektirmekte ve ilerleyen matematik konularına temel oluşturmaktadır. Alan yazında bu konularda öğrencilerin çeşitli hata, öğrenme zorluğu ve kavram yanlışları yaşayabildikleri belirtilmektedir (Bingölbali ve Özmantar, 2014; Aydoğdu, 2020; Satan vd., 2021; Birgin ve Uçar, 2023).

Aydoğdu (2020), sekizinci sınıf öğrencilerinin üslû ve köklü gösterimlere ilişkin kavram yanlışlarını birlikte ele almıştır. Satan, Aksakal ve Ay (2021), üslû ifadelerde yaşanan kavram yanlışlarının olası nedenlerini öğretmen adaylarının görüşleri üzerinden incelemiştir. Birgin ve Uçar (2023) ise üslû ifadelerle çarpma ve bölme işlemlerinde öğrencilerin yaptıkları hata ve kavram yanlışlarına odaklanmıştır. Bingölbali ve Özmantar (2014) matematik öğretiminde karşılaşılan öğrenme zorluklarını daha geniş bir çerçevede ele almaktadır. Bu çalışmalar, üslû ve köklü gösterimlerin öğrenci düşüncesindeki farklılıkları incelemek için zengin bir bağlam sunduğunu göstermektedir.

Araştırmada kullanılan senaryolar, öğrencilerin üslû ve köklü gösterimlere ilişkin çözüm stratejilerini, gerekçelerini, hatalarını ve genellemelerini görünür kılacak biçimde hazırlanmıştır. Bu konu alanının seçilmesindeki amaç öğretmen adaylarının yalnızca üslû ve köklü gösterimlere ilişkin alan bilgilerini değerlendirmek değildir. Temel amaç, adayların öğrenci çözümündeki önemli matematiksel ayrıntıları nasıl dikkate aldıklarını, öğrencinin anlayışına ilişkin nasıl yorum oluşturduklarını ve bu düşünceye yönelik hangi öğretimsel kararları verdiklerini incelemektir.

2.4 Öğretmenlerin Profesyonel Fark Etmesine İlişkin Araştırmalar

Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının profesyonel fark etme becerilerini inceleyen araştırmalarda video kayıtları, yazılı öğrenci çözümleri, senaryolar ve son yıllarda yapay zekâ destekli ortamlar kullanılmaktadır. Bu araçların her biri öğrenci düşüncesini farklı bir yönden ortaya çıkarmaktadır. İlgili çalışmaların kullanılan araçlara göre birlikte ele alınması, bu araştırmanın literatürdeki yerini açıklamak açısından önemlidir.

2.4.1 Video temelli araştırmalar

Video temelli araştırmalar, sınıf içi etkileşimlerin tekrar izlenebilmesini ve öğretmenlerin belirli olaylar üzerine ayrıntılı biçimde düşünmesini sağlamaktadır. Van Es ve Sherin (2002), öğretmenlerin sınıf etkileşimlerindeki önemli olayları belirleme ve yorumlama süreçlerini desteklemek için fark etmeyi öğrenme yaklaşımını kullanmıştır. Van Es ve Sherin (2008), video kulübü sürecinde öğretmenlerin profesyonel vizyonlarının farklı gelişim yolları gösterebildiğini ortaya koymuştur. Sherin ve van Es (2009), video kulübüne katılımın öğretmenlerin sınıf etkileşimlerindeki önemli özellikleri fark etme ve yorumlama biçimlerine yansıdığını belirtmiştir. Star ve Strickland (2008) ise video kullanımının öğretmen adaylarının sınıfta önemli olaylara dikkat etme becerilerini destekleyebileceğini

göstermiştir. Santagata, Zannoni ve Stigler (2021) tarafından incelenen video temelli programlarda da öğretmenlerin dikkatlerini genel sınıf özelliklerinden öğrencilerin düşünceleri ve öğrenmeleriyle ilişkili kanıtlara yöneltmelerinin amaçlandığı görülmektedir.

Güner ve Akyüz (2017), ders imecesi mesleki gelişim modeli kapsamında son sınıf matematik öğretmen adaylarının video transkriptleri üzerinden fark etme düzeylerini incelemiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının fark etme düzeylerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Keleş (2025), çevrim içi video kulüplerinde ortaokul matematik öğretmenlerinin orantısal akıl yürütmeyi fark etme süreçlerini incelemiş; süreç ilerledikçe öğretmenlerin öğrenci düşüncesini daha ayrıntılı analiz ettiklerini, ancak öğretimsel kararların daha durağan bir gelişim gösterdiğini belirtmiştir. Güçyetmez (2025) ise matematik öğrenme fırsatları çerçevesinde öğretmenlerin fark etme becerilerini incelemiş; dikkate alma becerisinin daha hızlı ve tutarlı, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerilerinin ise daha sınırlı veya düzensiz görünebildiğini ortaya koymuştur.

2.4.2 Yazılı öğrenci çözümleri ve senaryo temelli araştırmalar

Yazılı öğrenci çözümleri ve senaryolar, öğrencinin ortaya koyduğu matematiksel kanıtların öğretmen adayları tarafından ayrıntılı biçimde incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bu tür çalışmalar, çözüm sürecindeki belirli işlem ve gerekçelere odaklanmayı kolaylaştırmakta; öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesine ilişkin açıklamalarını yazılı olarak görünür hâle getirmektedir.

Sitrava, Şahin, Çopur ve Baykal (2024), matematik öğretmen adaylarının aritmetik ortalamaya ilişkin öğrenci çözümlerini Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesi kapsamında incelemiştir. Araştırmada başlangıçta üç profesyonel fark etme becerisinin düşük düzeyde olduğu, öğretim süreci sonrasında ise gelişim gözlemlendiği ifade edilmiştir. Çopur (2025), öğretmen adaylarının cebirsel ifadelere ilişkin öğrenci çözümlerindeki kavram yanlışlarını fark etme becerilerini incelemiş; dikkate alma ve yorumlama becerisinde daha güçlü kanıtlar elde edilirken öğretimsel karar verme becerisinin daha sınırlı kaldığını belirtmiştir. Bu sonuçlar, öğrenci düşüncesini belirleme ve yorumlamanın öğretimsel karşılık oluşturmaya göre daha kolay görünür olabileceğine işaret etmektedir.

2.4.3 Yapay zekâ destekli araştırmalar

Profesyonel fark etme alanında yapay zekâ destekli çalışmaların daha yeni olduğu görülmektedir. Bastian, Buchholtz ve Kaiser (2025), matematik ğretmen adaylarının profesyonel fark etme becerilerini desteklemek amacıyla GPT-4o tabanlı NİCo adlı bir sohbet botu geliştirmiştir. Sohbet botu, ğretmen adaylarının yanıtlarına yapılandırılmış geri bildirim sağlamıştır. Katılımcılar sohbet botunun fark etme süreçlerine katkı sunduğunu ifade etmiş; aynı zamanda sisteme erişim ve süreçte rehberlik bakımından geliştirilebilecek yönler bulunduğunu belirtmiştir. Lee, Son ve Yeo (2025) ise 50 ğretmen adayıyla yürüttükleri kontrollü çalışmada, yanıt verebilen ve sanal ğrenci rolünü üstlenen bir yapay zekâ sohbet botuyla etkileşimin ğretmen adaylarının fark etme ve duyarlı ğretim becerileriyle ilişkisini incelemiş; grupların soru sorma uygulamalarında farklılıklar belirlemiştir.

Galiç, Urhan, Dost ve Lavicza (2025), matematik öğretmenleriyle eğim kavramına yönelik senaryo temelli bir çalışma yürütmüş ve ChatGPT’yi sanal ğrenci rolünde kullanmıştır. Öğretmenler yapay zekâ ile etkileşime girmiş, uygulama sonrasında bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada ğretmenlerin öğrencinin rasyonelliğini fark etme süreçleri incelenmiş ve yapay zekâ destekli senaryoların öğretmenlerin yorumlayamadıkları ya da sorgulamaya karar veremedikleri durumları görünür hâle getirebileceği belirtilmiştir. Galiç, Tejera, Parodi, Hohenwarter ve Lvicza (2026) ise 17 matematik ğretmen adayının üç haftalık bir süreçte yapay zekâ tarafından canlandırılan öğrenciler ve sanal mentor geri bildirimleriyle etkileşimlerini incelemiştir. Bulgular, dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerileri arasında yinelenen geçişler bulunduğunu ve yapay zekâ tabanlı simülasyonların fark etmenin dinamik yapısını görünür hâle getirebildiğini göstermiştir.

Bu alışmalar, yapay zekânın profesyonel fark etme araştırmalarında farklı amaçlarla kullanıldığını göstermektedir. Yapay zekâ, ğretmen adayına yapılandırılmış geri bildirim veren bir destek sistemi, öğretmenin etkileşime girdiği sanal ğrenci veya ğretmen adayının sorgulama hamlelerini yönlendiren sanal mentor olarak kullanılabilir. Galiç, Tejera, Parodi, Hohenwarter ve Lvicza (2026) tarafından kullanılan ‘‘biçimlendirme’’ boyutu Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) erevesindeki öğretimsel karar verme ile aynı değildir. Ancak bu boyut, etkileşim yoluyla yeni fark etme fırsatlarının oluşmasını açıklaması bakımından önemlidir. NOTIMATH ise geri bildirim veren destek

sistemine daha yakındır. Sistem, öğretmen adaylarına öğrenci düşüncesini içeren senaryolar sunmuş ve üç profesyonel fark etme becerisine ilişkin yanıtlarına geri bildirim vermiştir.

2.4.4 İlgili araştırmaların sentezi

İlgili araştırmalar birlikte incelendiğinde profesyonel fark etmenin farklı araç ve ortamlarla ele alındığı görülmektedir. Video temelli çalışmalar sınıf içi olayların bağlamını ve etkileşim sürecini gösterirken, yazılı öğrenci çözümleri ve senaryolar belirli matematiksel ayrıntılara odaklanmayı sağlamaktadır. Yapay zekâ destekli ortamlar ise öğretmen adayının yanıtına göre geri bildirim verme, sanal öğrenciyle etkileşim kurma ve yanıtı yeniden düzenleme imkânı sunmaktadır. Ancak bu imkânlar sistem çıktılarının her zaman matematiksel ve pedagojik olarak doğru olduğu anlamına gelmez. Bu nedenle insan uzman denetimi gereklidir (Miao and Holmes, 2023; Noster et al., 2024).

Çalışmalarda dikkate alma ve yorumlama becerilerinde gelişme veya daha güçlü kanıtlar görülürken, öğretimsel karar verme becerisinin daha sınırlı kalabildiği belirtilmektedir (Güçyetmez, 2025; Keleş, 2025; Çopur, 2025). Bunun nedeni, öğretimsel karar vermenin öğrencinin düşüncesini belirleme ve yorumlamanın yanında uygun bir öğretimsel hamle oluşturmayı da gerektirmesi olabilir. Galiç, Tejera, Parodi, Hohenwarter ve Lvicza (2026) tarafından belirlenen beceriler arası geçişler, fark etmenin her zaman doğrusal ilerlemediğini göstermektedir. Bununla birlikte çalışmaların katılımcıları, matematiksel içerikleri ve uygulama ortamları farklı olduğu için sonuçlar kendi bağlamlarında değerlendirilmelidir.

Weyers, König, Scheiner, Santagata ve Kaiser, (2024), matematik eğitimindeki profesyonel fark etme araştırmalarında küçük örneklemli ve nitel çalışmaların yaygın olduğunu belirtmektedir. Bu durum, bağlama dayalı ayrıntılı incelemelerin alandaki önemini göstermektedir. Ancak küçük örneklemlerden elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak genellenemez. Bu çalışmada beş matematik öğretmen adayının NOTIMATH kullanım süreci aynı durumun iç içe geçmiş analiz birimleri olarak incelenmiştir. Öğretmen adaylarının aynı senaryolara iki uygulamada verdikleri yanıtlar hem kendi içlerinde hem de katılımcılar arasında karşılaştırılmıştır.

2.5 Kuramsal Çerçevenin Araştırmadaki Yeri

Bu araştırmanın temel kuramsal çerçevesini Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) tarafından geliştirilen öğrencilerin matematiksel düşüncelerini profesyonel fark etme yaklaşımı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının senaryolara verdikleri yanıtlar, öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate alma, öğrencinin matematiksel düşüncesini yorumlama ve öğretimsel karar verme becerisi doğrultusunda incelenmektedir. Böylece kuramsal çerçeve hem veri toplama sorularının oluşturulmasına hem de yanıtların analiz edilmesine yön vermektedir.

Yapay zekâ destekli NOTIMATH sohbet botu araştırmanın kuramsal çerçevesi değildir. NOTIMATH, profesyonel fark etme yanıtlarının ortaya çıktığı uygulama ortamıdır. Üslü ve köklü gösterimler ise öğrenci düşüncesinin incelendiği matematiksel içeriği oluşturmaktadır. Buna göre profesyonel fark etme araştırmada neyin incelendiğini, NOTIMATH sürecin hangi ortamda gerçekleştiğini, üslü ve köklü gösterimlere ilişkin hangi matematiksel içeriğin kullanıldığını açıklamaktadır.

İç içe geçmiş tek durum çalışmasında beş öğretmen adayının her biri ayrı bir analiz birimi olarak ele alınmıştır. Kuramsal çerçeve, her öğretmen adayının profesyonel fark etme yanıtlarını kendi içinde incelemeyi ve katılımcılar arasındaki ortaklık ve farklılıkları karşılaştırmayı sağlamıştır. Böylece araştırmanın başlığı, amacı, soruları, yöntemi ve bulguları arasında kavramsal bir bütünlük kurulmuştur.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, incelenen durumun sınırları ve analiz birimleri açıklanmıştır. Daha sonra araştırmanın bağlamı ve katılımcıları, veri kaynakları, veri toplama araçları, NOTIMATH'in yapısı, veri toplama süreci ve verilerin analizi ele alınmıştır. Son olarak araştırmanın niteliğine ilişkin alınan önlemlere ve etik ilkelere yer verilmiştir. Araştırmada NOTIMATH'in etkililiğini kanıtlamak yerine, farklı etkileşim koşullarında oluşan profesyonel fark etme yanıtlarının belirli bir durum içinde incelenmesi amaçlanmıştır.

3.1 Araştırma Deseni

Bu araştırma, nitel araştırma yaklaşımına uygun olarak iç içe geçmiş tek durum çalışması şeklinde desenlenmiştir. Durum çalışmaları, sınırları belirlenen bir durumun kendi bağlamı içinde ve birden fazla veri kaynağı kullanılarak ayrıntılı biçimde incelenmesini sağlamaktadır (Creswell and Poth, 2018). Bu araştırmada tek durum, beş matematik öğretmen adayının yapay zekâ destekli NOTIMATH kullanım sürecidir. Araştırmada bir eğitim ürününün nedensel etkisini belirlemek yerine, öğretmen adaylarının yazılı profesyonel fark etme yanıtları, seçilen revizyon süreçleri ve katılımcı görüşleri incelenmiştir.

Araştırmanın tek durum çalışması olarak ele alınmasının nedeni, NOTIMATH kullanım sürecinin kurum, zaman, katılımcılar, matematiksel içerik ve uygulamalar bakımından sınırlarının belirli olmasıdır. Aynı durum içindeki beş öğretmen adayı ayrı analiz birimleri olarak ele alındığı için araştırma iç içe geçmiş bir yapıya sahiptir. Birinci ve ikinci NOTIMATH uygulamaları iki ayrı durum değildir. Bunlar aynı durumun farklı zamanlarda ve farklı etkileşim özellikleriyle yürütülen iki aşamasıdır. Dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme de ayrı durumlar değil, profesyonel fark etmenin analiz boyutlarıdır.

Tablo 3.1: Araştırma deseninin temel bileşenleri

Bileşen	Araştırmadaki karşılığı
Tek durum	Beş matematik öğretmen adayının NOTIMATH kullanım sürecindeki profesyonel fark etme deneyimleri
Durumun sınırları	Batı Anadolu’da yer alan bir devlet üniversitesinde; etik kurul kararının bildirilmesinden sonra 2025-2026 eğitim-öğretim yılı beş son sınıf matematik öğretmen adayı, üslü ve köklü gösterimler bağlamında yedi senaryo; iki uygulama aşaması
İç içe geçmiş analiz birimleri	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4 ve Ö5 olarak kodlanan beş matematik öğretmen adayı
Zamansal aşamalar	Birinci NOTIMATH uygulaması ve yeniden düzenlenen NOTIMATH ile gerçekleştirilen ikinci uygulama
Kuramsal analiz becerileri	Öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme
Veri kaynakları	Senaryo yanıtları, NOTIMATH sohbet kayıtları, uygulama öncesi görüşmeler ve birinci uygulama sonrası görüşmeler

3.1.1 Durumun tanımlanması ve sınırları

Araştırmada incelenen durum; kurum, zaman, katılımcılar, matematiksel içerik ve uygulama süreci bakımından sınırlandırılmıştır. Araştırma, etik kurul kararının bildirilmesinden sonra 2025-2026 eğitim-öğretim yılı bahar dönemi Batı Anadolu’da yer alan bir devlet üniversitesinde yürütülmüştür. Matematiksel içeriği, 9. sınıf öğretim programının sayılar temasındaki üslü ve köklü gösterimler oluşturmaktadır. Öğretmen adayları, öğrenci düşüncelerini içeren yedi senaryoyu NOTIMATH aracılığıyla iki uygulamada incelemiştir.

3.1.2 İç içe geçmiş analiz birimleri

Araştırmanın iç içe geçmiş analiz birimlerini beş matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veriler katılımcı, senaryo, uygulama ve profesyonel fark etme becerilerine göre düzenlenmiştir. Katılımcılara ilişkin sonuçlar seçilen yanıtlar ve görüşme verileriyle incelendikten sonra, katılımcılar arasındaki ortaklık ve farklılıklar karşılaştırılmıştır.

3.2 Araştırma Bağlamı ve Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını Batı Anadolu’da yer alan bir devlet üniversitesinde 2025-2026 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde öğrenim gören beş son sınıf matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme, araştırma problemini derinlemesine incelemeye katkı sağlayabilecek katılımcıların araştırmanın amacı doğrultusunda

seçilmesine olanak vermektedir (Baltacı, 2019; Büyüköztürk vd., 2021; Creswell and Poth, 2018; Patton, 2015).

Katılımcıların seçiminde matematik öğretmen adayı olma ve son sınıfta öğrenim görme ölçütleri dikkate alınmıştır. Gönüllü katılım ise örnekleme ölçütünden çok araştırmanın etik katılım koşulu olarak ele alınmıştır. Son sınıf öğretmen adaylarının alan bilgisi, alan eğitimi ve meslek bilgisi derslerinin önemli bir bölümünü tamamlamış olmaları; öğretmenlik uygulaması kapsamında öğrencileri gözlemlene ve öğretim sürecine katılma fırsatı bulmaları, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini inceleyebilecek bir deneyim temeline sahip olduklarını düşündürmüştür.

Katılımcı sayısı istatistiksel genelleme yapmak amacıyla belirlenmemiştir. Her katılımcıdan yedi senaryo ve üç profesyonel fark etme becerisine ilişkin iki uygulama yanıtı ile sohbet kayıtları elde edilmiştir. Ayrıca uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmeler yapılmıştır. Bu nedenle katılımcı sayısından çok, her öğretmen adayından elde edilen verinin çeşitliliği ve ayrıntısı önemli görülmüştür. Katılımcıların kimliklerini korumak için Ö1, Ö2, Ö3, Ö4 ve Ö5 kodları kullanılmıştır.

3.3 Veri Kaynakları ve Veri Toplama Araçları

Araştırmada NOTIMATH doğrudan bir veri toplama aracı olarak değil, öğretmen adaylarının öğrenci düşüncelerini inceleyip yanıt verdikleri ve geri bildirim aldıkları uygulama ortamı olarak ele alınmıştır. Veri toplama araçlarını üslû ve köklü gösterimlere ilişkin senaryolar, profesyonel fark etmenin üç becerisine yönelik açık uçlu sorular ile uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşme formları oluşturmuştur. Senaryo yanıtları, NOTIMATH sohbet ve revizyon kayıtları ile görüşme transkriptleri araştırmanın veri kaynaklarıdır. Birden fazla veri kaynağının kullanılması, incelenen durumun farklı yönlerden ele alınmasını sağlamıştır.

Tablo 3.2: Veri kaynakları, amaçları ve elde edildikleri aşamalar

Veri kaynağı / araç	Zaman	Temel amaç	Analizdeki kullanımı
Uygulama öncesi görüşme formu	Birinci uygulamadan önce	Öğretmen adaylarının profesyonel fark etmeye ilişkin başlangıç görüşlerini ve öz değerlendirmelerini belirlemek	Birinci uygulama sonrası görüşlerle karşılaştırmalı yorumlama
Yedi senaryo ve üç açık uçlu soru	Birinci ve ikinci uygulama	Dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme yanıtlarını ortaya çıkarmak	Aşamaya özgü kanıt kategorilerinin betimlenmesi ve seçilmiş revizyon dizilerinin nitel incelenmesi
NOTIMATH sohbet kayıtları	Birinci ve ikinci uygulama	Yanıt, geri bildirim ve ikinci uygulamadaki revizyon zincirlerini kaydetmek	Oluşturulan son yanıtların düzey analizi ve revizyon sürecinin nitel incelenmesi
Birinci uygulama sonrası görüşme formu	Birinci uygulamanın tamamlanmasından sonra	Öğretmen adaylarının ilk uygulama, geri bildirimler ve profesyonel fark etme deneyimlerine ilişkin görüşlerini belirlemek	Uygulama öncesi görüşlerle karşılaştırma ve ilk uygulamanın bağlamsal yorumlanması

3.3.1 NOTIMATH uygulama ortamı

NOTIMATH, bu araştırma kapsamında araştırmacı tarafından geliştirilen ve Poe adlı yapay zekâ platformu üzerinde yapılandırılan yapay zekâ destekli bir sohbet botudur. Bot, matematik öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerine ilişkin profesyonel fark etme yanıtları oluşturmaları ve bu yanıtlar hakkında yapılandırılmış geri bildirim almaları amacıyla hazırlanmıştır. NOTIMATH öğretmen adaylarına öğrenci düşüncelerini içeren senaryolar sunmuş ve yanıtların güçlü, eksik ya da geliştirilebilecek yönlerine Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesine göre geri bildirim vermiştir. İkinci uygulamada öğretmen adaylarına bu geri bildirimlerden sonra yanıtlarını yeniden düzenleme imkânı sağlanmıştır.

3.3.1.1 NOTIMATH'in tasarlanması ve yapılandırılması

NOTIMATH'in hazırlanmasında kullanılan teknik uygulama ortamı Poe'dur. Poe, farklı sağlayıcılara ait üretken yapay zekâ modellerine tek bir arayüz üzerinden erişim sağlayan ve kullanıcıların bu modeller temelinde özelleştirilmiş sohbet botları oluşturmaya olanak veren bir yapay zekâ platformudur. NOTIMATH, Poe'nun özelleştirilmiş sohbet botu oluşturma özelliği kullanılarak araştırmacı tarafından hazırlanmış ve yapılandırılmıştır. Botun adı, amacı, senaryoları, sistem rolü, yanıt verme ilkeleri, bilgi içeriği ve geri bildirim ölçütleri araştırmacı tarafından belirlenmiştir. Yapılandırılan NOTIMATH sohbet botu,

uygulama sürecinde Poe platformunda sunulan GPT-5.2 modeliyle uygulanmıştır. Poe platformu, botun rolü ile yanıt verme ilkelerinin istemlerle belirlenebilmesi ve araştırma için hazırlanan bilgilerin sisteme yüklenebilmesi nedeniyle tercih edilmiştir. NOTIMATH yapılandırılırken Jacobs, Lamb ve Philipp'in (2010) profesyonel fark etme çerçevesi, 2024 Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı'nın ilgili öğrenme çıktıları ve süreç bileşenleri (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024), araştırmacı tarafından uyarlanan kodlama çerçevesi ve üslû ve köklü gösterimlere ilişkin senaryolar kullanılmıştır.

İstemlerin hazırlanmasında Millî Eğitim Bakanlığı (2025) tarafından yayımlanan yapay zekâ ve istem mühendisliği rehberindeki rol, davranış ve uzmanlık atama ilkelerinden yararlanılmıştır. NOTIMATH, yeni bir yapay zekâ modeli eğitilerek veya bağımsız bir yazılım kodlanarak oluşturulmamış; Poe üzerinde erişilen mevcut büyük dil modeli, araştırmanın amacı doğrultusunda istemler ve bilgi içeriği aracılığıyla yapılandırılmıştır. Tezde kullanılan ‘‘geliştirildi’’ ifadesi, araştırmaya özgü sohbet botunun pedagojik amacının, senaryolarının, istemlerinin, bilgi içeriğinin ve geri bildirim yapısının araştırmacı tarafından tasarlanmasını ifade etmektedir. Bu nedenle model için ‘‘eğitildi’’ ifadesi yerine ‘‘yapılandırıldı’’ ve ‘‘özeleştirildi’’ ifadeleri kullanılmıştır.

İstemler birden fazla deneme yapılarak geliştirilmiştir. Araştırmacı sağlam, sınırlı ve yetersiz kanıt özellikleri taşıyan örnek öğretmen adayı yanıtları hazırlamış; NOTIMATH'in geri bildirimlerini açıklık, kuramsal çerçeveye uygunluk ve tutarlılık açısından test etmiştir. Araştırmanın amacıyla uyuşmayan, fazla yönlendirici, eksik veya tutarsız geri bildirimler görüldüğünde istemler yeniden düzenlenmiştir. Sohbet botunun teknik işleyişi araştırmacı tarafından kontrol edilmiş, matematik eğitimi ve bilişim alanlarından uzman görüşü alınmıştır. Yapay zekânın ürettiği geri bildirim ve sınıflandırmalar insan incelemesi olmadan araştırma sonucu olarak kabul edilmemiştir.

Araştırmada kullanılan kodlama çerçevesi, Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) tarafından belirlenen profesyonel fark etme becerileri temel alınarak araştırmacı tarafından uyarlanmış ve uzman görüşüyle son hâline getirilmiştir. Çerçevenin dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerileri korunmuştur. Bu araştırmada üç beceriye ait yanıtları karşılaştırmak için yetersiz, sınırlı ve sağlam kanıt olmak üzere üç düzey kullanılmıştır. Bu nedenle araç, özgün çerçevenin doğrudan kopyası değil, araştırma bağlamına uyarlanmış bir kodlama çerçevesidir. Kodlama çerçevesi Ek A'da verilmiştir.

3.3.1.2 NOTIMATH'in yapısı ve işleyişi

NOTIMATH'in arayüzünde öğretmen adaylarına uygulamanın amacı, sistemin işleyişi ve kendilerinden beklenenler bir karşılama mesajıyla açıklanmıştır. Öğretmen adayı hazır olduğunu belirttikten sonra öğrenci düşüncesini içeren senaryo ve üç açık uçlu soru sunulmuştur. İlk soru öğrencinin çözümündeki önemli matematiksel ayrıntıları dikkate almaya, ikinci soru öğrencinin neyi anlayıp neyi anlamadığını yorumlamaya, üçüncü soru ise öğrencinin düşünmesini ilerletecek öğretimsel soru, etkinlik ve diğer kararlara yöneliktir. Sorular Ek C'de sunulmuştur.

Birinci uygulamada öğretmen adayları her senaryodaki üç soruya bir kez yanıt vermiş ve her yanıtın ardından NOTIMATH'ten bir geri bildirim almıştır. İkinci uygulamada aynı sorulara birden fazla yanıt verebilmiş ve her yeni yanıtın ardından aldıkları geri bildirimle cevaplarını yeniden düzenlemiştir. Süreç, öğretmen adayının “son yanıttım budur” ifadesiyle tamamlanmıştır. Kanıt düzeyleri karşılaştırılırken birinci uygulamadaki tek yanıt ve ikinci uygulamadaki son yanıt kullanılmıştır. İkinci uygulamadaki ara yanıtlar ve geri bildirimler ise yanıtın nasıl yeniden düzenlendiğini incelemek için süreç verisi olarak ele alınmıştır. Örnek geri bildirim Ek D'de verilmiştir.

3.3.2 Senaryolar ve açık uçlu sorular

Öğretmen adaylarının profesyonel fark etme süreçlerini ortaya çıkarmak amacıyla 9. sınıf matematik öğretim programının sayılar temasında yer alan üslü ve köklü gösterimler bağlamında senaryolar hazırlanmıştır. Senaryolarda öğrencilerin çözüm stratejileri, kısmi doğruları, hataları, hatalı genellemeleri ve öğrenme zorluklarını görünür kılan durumlara yer verilmiştir. Böylece öğretmen adaylarının yalnızca sonucun doğru veya yanlış olmasına değil, öğrencinin matematiksel düşünme sürecine odaklanmaları amaçlanmıştır.

Senaryo taslakları hazırlanırken ChatGPT ve Gemini araçlarından destek alınmıştır. Bu araçlara Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesi, ortaöğretim matematik dersi öğretim programının ilgili bölümleri, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, üslü ve köklü gösterimlere ilişkin öğrenme zorluklarına ve literatürdeki öğrenci çözüm örnekleri verilmiştir. Yapay zekâ tarafından oluşturulan taslaklar doğrudan kullanılmamıştır. Taslaklar araştırmacı tarafından matematiksel doğruluk, dil, öğrenci düşüncesini ortaya çıkarma ve araştırmanın amacı açısından incelenerek düzenlenmiştir. Uzman görüşü sonucunda araştırmanın amacını en iyi yansıtan yedi senaryo seçilmiştir. Senaryolar Ek E'de sunulmuştur.

Her senaryoya eşlik eden üç açık uçlu soru, profesyonel fark etmenin dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerilerine yönelik veri üretmek üzere hazırlanmıştır. Soruların ifadeleri bütün senaryolarda aynı işlevi korumuştur.

3.3.3 Uygulama öncesi görüşme formu

Uygulama öncesi yarı yapılandırılmış görüşme formu, öğretmen adaylarının NOTIMATH'i kullanmadan önce öğrencilerin matematiksel düşüncelerini profesyonel biçimde fark etmeye ilişkin görüşlerini ve öz değerlendirmelerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, önceden belirlenmiş soruların sistematik biçimde yöneltilmesine ve gerekli durumlarda sonda sorularıyla katılımcı görüşlerinin ayrıntılandırılmasına olanak sağladığı için tercih edilmiştir (Dömbekci ve Erişen, 2022).

Form hazırlanırken Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesi ve ilgili araştırmalardaki görüşme soruları incelenmiştir (Yaman, 2024; Özsongür, 2024; Karakuş, 2025). Hazırlanan taslak form kapsam ve görünüş açısından bir alan uzmanının görüşüne sunulmuş; uzman görüşü doğrultusunda ifadeler düzenlenerek altı açık uçlu sorudan oluşan son form elde edilmiştir. Sorular; öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesini gözleme ve analiz etme yeterliklerine ilişkin öz değerlendirmelerini, öğrenci yanıtlarını değerlendirirken önceliklendirdikleri unsurları, öğrenme zorluklarını nasıl belirlediklerini ve öğrenci düşüncesine göre bir sonraki öğretimsel adıma nasıl karar verdiklerini kapsamaktadır. Form Ek F'de sunulmuştur.

3.3.4 Birinci uygulama sonrası görüşme formu

İkinci görüşme formu bütün veri toplama sürecinin sonunda değil, birinci NOTIMATH uygulamasından sonra uygulanmıştır. Bu nedenle tezde “birinci uygulama sonrası görüşme” olarak adlandırılmıştır. Görüşmenin amacı, öğretmen adaylarının birinci uygulamadaki senaryolar, NOTIMATH geri bildirimleri, profesyonel fark etme süreçleri ve uygulamanın geliştirilebilecek yönleri hakkındaki görüşlerini belirlemektir.

Görüşme formu araştırmanın amacı, NOTIMATH kullanım süreci ve Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesi dikkate alınarak hazırlanmış ve bir alan uzmanının görüşüne sunulmuştur. Uzman görüşünden sonra dört açık uçlu sorudan oluşan forma son şekli verilmiştir. Sorular; öğretmen adaylarının geri bildirimlere, öğrenci düşüncelerini inceleme yollarına, kendi güçlü ve geliştirilebilecek yönlerine ve uygulamada değiştirilmesini

istedikleri özelliklere ilişkin görüşlerini kapsamaktadır. Form Ek G'de sunulmuştur. Görüşmeler ikinci uygulamadan önce yapıldığı için ikinci uygulamaya ilişkin katılımcı görüşü olarak değerlendirilmemiştir.

3.4 Veri Toplama Süreci

3.4.1 Etik izin, hazırlık süreci ve uygulama öncesi görüşmeler

Etik kurul uygunluk kararının 10.03.2026 tarihli yazıyla bildirilmesinden sonra katılımcılara araştırmanın amacı, uygulama aşamaları, görüşmelerin ses kaydına alınması, verilerin gizliliği ve istedikleri zaman araştırmadan ayrılacakları açıklanmıştır. Gönüllü katılım onamı alındıktan sonra uygulama öncesi görüşmeler her öğretmen adayıyla bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara görüşme sorularının tek bir doğru cevabı bulunmadığı ve kendi görüşlerini samimi biçimde ifade etmelerinin beklendiği belirtilmiştir.

Uygulama öncesi görüşmelerin tamamlanmasından yaklaşık bir hafta sonra birinci NOTIMATH uygulamasına geçilmiştir. Uygulama öncesinde öğretmen adaylarına sisteme nasıl erişecekleri, senaryo ve sorulara nasıl yanıt verecekleri ve teknik bir sorun yaşadıklarında nasıl destek alabilecekleri açıklanmıştır. Katılımcılardan senaryoları bireysel olarak incelemeleri ve yanıtlarını başka bir kaynaktan yardım almadan oluşturmaları istenmiştir. Uygulamalar üniversitenin matematik sınıfında, araştırmacının teknik sorunlara müdahale edebileceği ancak katılımcı yanıtlarının içeriğine yönlendirme yapmayacağı bir ortamda yürütülmüştür.

3.4.2 Birinci NOTIMATH uygulaması

Birinci uygulama üç hafta sürmüştür. Öğretmen adaylarına birinci hafta iki, ikinci hafta iki ve üçüncü hafta üç olmak üzere toplam yedi senaryo sunulmuştur. Her senaryoda profesyonel fark etmenin üç becerisine yönelik sorular ayrı ayrı yanıtlanmıştır. Öğretmen adayları yanıtlarını gönderdikten sonra NOTIMATH'ten bir kez geri bildirim almış; bu aşamada aynı soruya yeniden yanıt verme olanağı tanınmamıştır. Öğretmen adaylarının senaryo yanıtları ve NOTIMATH ile gerçekleştirdikleri bütün sohbetler sistem tarafından otomatik olarak kaydedilmiştir.

Birinci uygulamanın tamamlanmasından yaklaşık bir hafta sonra her katılımcıyla birinci uygulama sonrası görüşme gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde öğretmen adaylarının

birinci uygulamaya, aldıkları geri bildirimlere, profesyonel fark etme süreçlerine ve uygulama ortamının geliştirilebilecek yönlerine ilişkin görüşleri alınmıştır.

3.4.3 NOTIMATH uygulama ortamının yeniden düzenlenmesi

Uygulama öncesi görüşmeler, birinci uygulamadaki sohbet kayıtları ve birinci uygulama sonrası görüşmeler incelendikten sonra, öğretmen adaylarının geri bildirim üzerinde yeniden düşüncelerine ve yanıtlarını geliştirmelerine olanak sağlamak amacıyla NOTIMATH'in etkileşim yapısı düzenlenmiştir. Matematik eğitimi uzmanının görüşü doğrultusunda istemlerde değişiklik yapılmış ve ikinci uygulamada çoklu yanıt-çoklu geri bildirim yapısına geçilmiştir.

Yeniden düzenlenen yapıda öğretmen adayı bir yanıt verdikten sonra NOTIMATH'ten geri bildirim almış; gerekli gördüğünde önceki yanıtını ayrıntılandırabilmiş, değiştirebilmiş veya yeni bir yanıt oluşturabilmiştir. Her yeni yanıtın ardından yeni geri bildirim üretilmiş ve süreç öğretmen adayının “son yanıtlım budur” ifadesiyle tamamlanmıştır. Bu düzenleme, araştırma desenini tasarım tabanlı araştırmaya dönüştüren ayrı bir tasarım döngüsü olarak değil, aynı durumun ikinci uygulama aşamasındaki bağlamsal ve etkileşimsel değişiklik olarak ele alınmıştır.

3.4.4 İkinci NOTIMATH uygulaması

İkinci uygulama, NOTIMATH'in yeniden düzenlenmesinden yaklaşık bir ay sonra aynı beş öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Birinci ve ikinci uygulamadaki yanıtların aynı matematiksel durumlar üzerinde karşılaştırılabilmesi amacıyla aynı yedi senaryo kullanılmıştır. Senaryolar yine üç haftaya dağıtılarak birinci hafta iki, ikinci hafta iki ve üçüncü hafta üç senaryo biçiminde uygulanmıştır.

İkinci uygulamada öğretmen adaylarından her soruya en az iki kez yanıt vermeleri ve NOTIMATH'in geri bildirimlerini dikkate alarak yanıtlarını yeniden değerlendirmeleri istenmiştir. Katılımcılar verdikleri her yanıtın ardından geri bildirim almış ve yeterli gördükleri noktada süreci sonlandırmıştır. Bütün ara yanıtlar, geri bildirimler ve son yanıtlar sistem tarafından otomatik olarak kaydedilmiştir. İkinci uygulama tamamlandıktan sonra ayrıca bir görüşme yapılmamış ve veri toplama süreci sona ermiştir.

3.5 Verilerin Analizi

Araştırmada iki veri grubu analiz edilmiştir. Birinci veri grubunu iki NOTIMATH uygulamasındaki senaryo yanıtları ve sohbet kayıtları, ikinci veri grubunu uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmeler oluşturmuştur. Her iki veri grubunda Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesindeki dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerileri temel alınmıştır. Veri türleri farklı olduğu için uygulama ve görüşme verilerinde ayrı analiz adımları izlenmiştir.

3.5.1 Analiz birimi ve analiz aşamaları

NOTIMATH verilerinde temel kodlama birimi, her öğretmen adayının bir senaryoda profesyonel fark etmenin bir becerisine verdiği son yanıttır. Beş öğretmen adayı, yedi senaryo, üç beceri ve iki uygulama dikkate alındığında toplam 210 son yanıt birimi bulunmaktadır. Birinci uygulamadaki tek yanıt ile ikinci uygulamadaki yanıt dizisinin son yanıtı, eşdeğer başlangıç ve sonuç ölçümleri olarak değil, iki uygulamadaki yanıtları betimlemek amacıyla incelenmiştir. İkinci uygulamadaki ilk yanıt, NOTIMATH geri bildirimi ve yeniden düzenlenen yanıtlar ise seçilen örneklerde yanıtın nasıl değiştirildiğini açıklamak için süreç verisi olarak kullanılmıştır.

Analiz dört aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak veriler katılımcı, senaryo, uygulama ve profesyonel fark etme becerilerine göre düzenlenmiştir. İkinci aşamada oluşturulan son yanıtlar uyarlanmış kodlama çerçevesine göre kodlanmıştır. Üçüncü aşamada iki uygulamadaki kategori sonuçları ile ikinci uygulamadan seçilen ilk yanıt-geri bildirim son yanıt dizileri incelenmiştir. Son aşamada katılımcıların yanıtları arasındaki ortaklık ve farklılıklar belirlenmiş, görüşme bulguları uygulama verileriyle birlikte yorumlanmıştır.

3.5.2 NOTIMATH uygulama verilerinin analizi

Senaryo yanıtları, araştırmacı tarafından Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesi temel alınarak uyarlanan kodlama aracına göre yetersiz kanıt (0), sınırlı kanıt (1) ve sağlam kanıt (2) düzeylerinde kodlanmıştır. Yetersiz kanıt, yanıtın ilgili profesyonel fark etme becerisine ilişkin yeterli ve öğrenci düşüncesine dayalı açıklama içermediğini; sınırlı kanıt, ilgili beceriye yönelik bir girişim bulunmakla birlikte açıklamanın genel, yüzeysel veya yetersiz gerekçelendirilmiş olduğunu; sağlam kanıt ise yanıtın öğrenci düşüncesindeki matematiksel ayrıntılara dayalı, açık ve gerekçeli olduğunu ifade etmektedir. Her beceriye özgü ölçütler Ek A'daki kodlama çerçevesinde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Son olarak kodlama kararları araştırmacı tarafından verilmiştir. NOTIMATH'in yanıtlar için oluşturduğu kanıt sınıflandırmaları, sistemin geri bildirimleri ile insan kodlamasının benzer ve farklı yönlerini görmek amacıyla yardımcı kaydolara kullanılmıştır. Bu sınıflandırmalar araştırmanın temel analiz sonucu olarak kabul edilmemiştir. Böylece geri bildirim veren sistemin aynı zamanda tek değerlendirici olmasından kaynaklanabilecek döngüsel doğrulama riski azaltılmaya çalışılmıştır.

Kodlama sonuçları Microsoft Excel ortamında katılımcı, senaryo, uygulama ve beceri bilgileriyle düzenlenmiştir. Kanıt düzeyleri sıralı kategoriler olduğu için bulgular yetersiz, sınırlı ve sağlam kanıt kategorilerine göre betimlenmiştir. Çıkarımsal istatistiksel test veya uygulamalar arasında sayısal değişim puanı kullanılmamıştır. Kategori sonuçları, öğretmen adaylarının doğrudan yanıtları ve ikinci uygulamadan seçilen revizyon örnekleriyle birlikte değerlendirilmiştir.

3.5.3 Görüşme verilerinin analizi

Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmeler katılımcıların onayıyla ses kaydına alınmış ve kelimesi kelimesine yazıya aktarılmıştır. Transkriptler ses kayıtlarıyla karşılaştırılarak kontrol edilmiş; katılımcı adları Ö1, Ö2, Ö3, Ö4 ve Ö5 kodlarıyla değiştirilmiştir. Görüşme verileri, profesyonel fark etmenin üç ana becerinin önceden belirlenmiş üst kategoriler olarak kullanıldığı kuramsal çerçeveye dayalı içerik analiziyle incelenmiştir. Bu üst kategoriler altında yer alan alt kod ve kategoriler ise katılımcı ifadelerinden hareketle oluşturulmuştur.

Kodlama sürecinde benzer anlam taşıyan ifadeler bir araya getirilmiş ve kategoriler oluşturulmuştur. Bir ifadenin birden fazla profesyonel fark etme becerisiyle ilişkili olabildiği durumlarda, ifadenin bağlamı ve araştırma sorusuna katkısı dikkate alınarak en belirgin biçimde yansıttığı kategoriye yerleştirilmiştir. Yapay zekâ destekli araçlardan yalnızca olası kod ve kategori önerileri almak amacıyla yararlanılmış; öneriler araştırmacı tarafından özgün transkriptlerle karşılaştırılmadan kabul edilmemiştir. Son olarak kod ve kategori yapısı alan uzmanının incelemesiyle gözden geçirilmiştir. Bulgular katılımcıların doğrudan ifadeleriyle desteklenmiştir.

Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşme verileri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma öğretmen adaylarının becerilerindeki nesnel değişimi doğrudan ölçen bir

sonuç olarak ele alınmamıştır. Görüşmeler, öğretmen adaylarının profesyonel fark etmeye ve ilk NOTIMATH deneyimine ilişkin görüşlerinin ve öz değerlendirmelerinin nasıl farklılaştığını gösteren tamamlayıcı veri olarak yorumlanmıştır.

3.5.4 Katılımcı temelli ve birimler arası analiz

Katılımcı temelli analizde öğretmen adayı, senaryo, uygulama ve profesyonel fark etme becerilerinin bilgileri korunmuştur. Her katılımcının yanıtlarında sağlam, sınırlı veya yetersiz biçimde ortaya çıkan sonuçları ile ikinci uygulamadan seçilen revizyon örnekleri incelenmiştir. Tezde doğrudan gösterilen yanıt ve görüşme verileriyle desteklenen sonuçlar raporlanmıştır.

Birimler arası analizde beş öğretmen adayında ortaklaşan ve farklılaşan sonuçlar belirlenmiştir. Profesyonel fark etme becerilerinde görülen güçlükler, katılımcı ve görev farklılıkları ile görüşme temaları birlikte değerlendirilmiştir. İkinci uygulamanın etkileşim koşulları farklı olduğu için bu analiz NOTIMATH'in nedensel etkisini göstermek amacıyla değil, iki uygulamada ortaya çıkan yanıtları açıklamak amacıyla kullanılmıştır.

3.5.5 Kodlama güvenilirliği

Araştırmacının aynı zamanda NOTIMATH'i yapılandıran kişi ve birincil kodlayıcı olması nedeniyle, kodlama kararlarının tutarlılığını incelemek amacıyla ikinci bir kodlayıcının değerlendirmesine başvurulmuştur. İkinci kodlayıcı, matematik eğitimi alanında çalışan ve profesyonel fark etme çerçevesi hakkında bilgi sahibi bir araştırmacıdır. NOTIMATH uygulamalarından elde edilen toplam 210 yanıt biriminin 60'ı (%28,6) ikinci kodlayıcı tarafından değerlendirilmiştir. Kodlanacak yanıtların seçiminde beş öğretmen adayının, birinci ve ikinci uygulamaların ve profesyonel fark etmenin üç becerinin dengeli biçimde temsil edilmesine dikkat edilmiştir. Bu doğrultuda her katılımcının her bir beceriye ilişkin birinci ve ikinci uygulamalarından ikişer yanıt birimi seçilmiştir.

İkinci kodlayıcı, seçilen 60 yanıt birimini araştırmacının kodlarını görmeden, Ek A'daki uyarlanmış kodlama çerçevesini kullanarak bağımsız biçimde yetersiz kanıt (0), sınırlı kanıt (1) ve sağlam kanıt (2) düzeylerinde kodlamıştır. Kanıt düzeyleri sıralı kategorilerden oluştuğu için kodlayıcılar arası uyum ağırlıklı Cohen kappa katsayısı ile incelenmiştir. Hesaplama sonucunda ağırlıklı Cohen kappa katsayısı $\kappa_w = .87$ olarak bulunmuştur. Bu

değer, araştırmacı ile ikinci kodlayıcı arasında yüksek düzeyde uyum bulunduğu işaret etmektedir.

Farklı kodlanan yanıt birimleri; yanıtların matematiksel içeriği, öğrenci düşüncesine dayalı kanıtlar ve kodlama çerçevesindeki düzey açıklamaları dikkate alınarak yeniden incelenmiştir. Kodlayıcılar değerlendirme gerekçelerini karşılaştırmış ve görüş ayrılıklarını uzlaşma yoluyla gidermiştir. Bulgular bölümünde uzlaşma sonrasında oluşturulan kodlar kullanılmıştır. NOTIMATH tarafından üretilen sınıflandırmalar bu güvenilirlik hesabına dâhil edilmemiş, yalnızca yardımcı uygulama kaydı olarak ele alınmıştır.

3.6 Araştırmanın İnandırıcılığı, Aktarılabilirliği, Tutarlılığı ve Doğrulanabilirliği

Nitel araştırmalarda araştırmanın niteliği, geçerlik ve güvenilirlik kavramlarının doğrudan nicel araştırmalardaki anlamlarıyla değil; inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlılık ve doğrulanabilirlik ölçütleri çerçevesinde ele alınmaktadır (Lincoln and Guba, 1985). Bu araştırmada söz konusu ölçütleri karşılamak amacıyla aşağıdaki önlemler alınmıştır.

İnandırıcılık: Senaryo yanıtları, sohbet kayıtları ve görüşmeler olmak üzere birden fazla veri kaynağından yararlanılmış; farklı kaynaklardan elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır. Görüşmeler ses kaydına alınmış, transkriptler kayıtlarla karşılaştırılmış ve bulgular doğrudan katılımcı alıntılarıyla desteklenmiştir. Senaryolar, görüşme formları, kodlama çerçevesi ve NOTIMATH istemleri uzman görüşleri doğrultusunda incelenmiştir. Yapay zekâ tarafından üretilen geri bildirim ve sınıflandırmalar insan değerlendirmesinden geçirilmeden kabul edilmemiştir.

Aktarılabilirlik: Araştırmanın kurumu, zamanı, katılımcıları, içerik bağlamı, uygulama aşamaları, veri toplama araçları ve analiz süreci ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Amaç istatistiksel genelleme yapmak değil, okuyucunun araştırma bağlamı ile kendi bağlamı arasındaki benzerlikleri değerlendirerek sonuçların aktarılabilirliğine karar vermesini sağlamaktır. Katılımcı yanıtları ve temsilî süreç örnekleri, bulguların bağlam içinde değerlendirilebilmesi amacıyla sunulmuştur.

Tutarlılık: Birinci ve ikinci uygulamalar için uygulama takvimi, senaryo sırası ve açık uçlu soru yapısı sistematik biçimde yürütülmüştür. Veriler katılımcı, senaryo, uygulama ve profesyonel fark etme becerisine göre düzenlenmiş; kodlama kararları uyarlanmış

çerçeveye dayandırılmıştır. İkinci kodlayıcı incelemesi ve uzman değerlendirmeleri, yorumların araştırmacının tekil kararlarına bağlı kalmasını azaltmak amacıyla kullanılmıştır.

Doğrulanabilirlik: NOTIMATH sohbet kayıtları, öğretmen adayı yanıtları, görüşme ses kayıtları, transkriptler, kodlama tabloları ve analiz dosyaları saklanmıştır. Birinci ve ikinci uygulama arasındaki sistem değişiklikleri, istem düzenlemeleri ve veri analiz kararları açıklanarak araştırma sürecinin izlenebilirliği sağlanmıştır. Araştırmacının uygulama ortamını yapılandıran ve verileri analiz eden kişi olması açıkça belirtilmiş; bu rolün oluşturabileceği yanlılık riski veri çeşitliliği, ikinci kodlayıcı ve uzman incelemeleriyle sınırlandırılmaya çalışılmıştır.

3.7 Etik İlkeler ve Yapay Zekâ Kullanımına İlişkin Önlemler

Araştırmanın uygulama sürecinden önce Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulundan izin alınmıştır. Araştırma, Etik Kurulun 30.01.2026 tarihli ve 2026/1 sayılı toplantısında değerlendirilerek etik açıdan uygun bulunmuştur. Başvuru numarası FEN202512172644 olup etik kurul kararı 10.03.2026 tarihli ve E-19928322-050.04-648466 sayılı yazıyla bildirilmiştir. Etik kurul onay belgesi tezin sonunda “Etik Kurul İzin Belgesi” başlığı altında sunulmuştur.

Katılımcılara araştırmanın amacı ve aşamaları açıklanmış, gönüllü katılım onamları alınmış ve istedikleri zaman herhangi bir gerekçe göstermeden araştırmadan ayrılacakları bildirilmiştir. Görüşmelerin ses kaydına alınacağı önceden açıklanmış; raporlamada gerçek isimler yerine Ö1-Ö5 kodları kullanılmıştır. Elde edilen veriler yalnızca araştırma amacıyla kullanılmış ve araştırmacı tarafından saklanmıştır.

Yapay zekâ araştırmada üç işlevde kullanılmıştır: senaryo taslaklarının oluşturulmasına destek olma, NOTIMATH aracılığıyla öğretmen adaylarına geri bildirim üretme ve görüşme kodları için ön öneriler sunma. Her üç kullanımda da yapay zekâ çıktıları taslak veya yardımcı veri olarak ele alınmış; matematiksel doğruluk, pedagojik uygunluk ve araştırma amacı bakımından araştırmacı ve ilgili uzmanlar tarafından kontrol edilmiştir. NOTIMATH'in ürettiği sınıflandırmalar insan kodlamasının yerine geçirilmemiştir.

Yapay zekâ sistemleri aynı girdiye farklı zamanlarda farklı yanıtlar verebilmekte ve doğru görünen hatalı içerikler üretebilmektedir. Bu nedenle kullanılan platform, arayüzde görülen model etiketi, istem geliştirme ilkeleri ve uygulama aşamaları yöntem bölümünde açıklanmıştır. Katılımcı kimliklerinin gizlenmesi, yapay zekâ çıktılarının insan denetiminden geçirilmesi ve ham sohbet kayıtlarının saklanması etik ve yöntemsel önlemler olarak uygulanmıştır. Ancak tam sistem istemi, sürüm tarihçesi ve platforma yüklenen bilgi dosyaları tez ekinde bulunmadığı için uygulama birebir yeniden üretilmeyebilir.

4. BULGULAR

Bu bölümde beş matematik öğretmen adayının birinci ve ikinci NOTIMATH uygulamalarındaki yanıtları ile uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmelerden elde edilen bulgular sunulmuştur. Bulgular araştırma sorularına paralel olarak yapılandırılmıştır. Öncelikle dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme yanıtlarının kanıt düzeyleri ve nitelikleri ele alınmış; ardından ikinci uygulamadaki seçili ilk yanıt-geri bildirim- son yanıtlarda görülen yeniden yapılandırma örüntüleri incelenmiştir. Görüşme bulgularında profesyonel fark etme becerileri ile NOTIMATH kullanım deneyimi ayrı olarak sunulmuş; bölümün sonunda katılımcı profilleri ile analiz birimleri arasındaki ortaklık ve farklılıklar değerlendirilmiştir.

4.1 NOTIMATH Uygulama Yanıtlarına İlişkin Bulgular

Bu başlık altında öğretmen adaylarının birinci uygulamadaki tek yanıtları ile ikinci uygulamadaki son yanıtları incelenmiştir. Yanıtlar dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerilerine göre ele alınmıştır. İki uygulama aynı ölçüm koşullarına sahip olmadığı için eşdeğer kabul edilmemiştir.

Kategori sonuçları, ikinci uygulamadaki son yanıtların genel olarak daha ayrıntılı ve gerekçeli olduğunu göstermektedir. Dikkate alma becerisinde iki uygulamada da yetersiz kanıt düzeyinde yanıt bulunmamıştır. Yorumlama becerisinde birinci uygulamada sağlam kanıt görülmezken ikinci uygulamada sağlam kanıt düzeyinde yanıtlar ortaya çıkmıştır. Öğretimsel karar verme becerisinde ise ikinci uygulamada yetersiz kanıt düzeyinde yanıt bulunmamıştır. Bu sonuçlar sayısal bir gelişim puanı veya nedensel etki olarak değerlendirilmemiş, doğrudan yanıtlar ve seçilen revizyon örnekleriyle birlikte yorumlanmıştır.

Kanıt düzeylerinin uygulamalardaki genel görünümü aşağıda Tablo 4.1’de özetlenmiştir. Tablo, düzeylerin veri kümesinde görülüp görülmediğini ve yanıtların öne çıkan niteliklerini göstermektedir.

Tablo 4.1: Profesyonel fark etme becerilerinin iki uygulamadaki genel görünümü

Beceri	Birinci uygulamada görülen düzeyler	İkinci uygulamada görülen düzeyler	Öne çıkan nitel görünüm
Dikkate alma	Sağlam ve sınırlı kanıt; yetersiz kanıt görülmemiştir.	Sağlam ve sınırlı kanıt; yetersiz kanıt görülmemiştir.	Bütün yanıtlar öğrenci çözümündeki en az bir matematiksel ayrıntıya yönelmiştir. İkinci uygulamadaki seçili son yanıtlar daha ayrıntılı matematiksel kanıt ve gerekçe içermiştir.
Yorumlama	Sınırlı ve yetersiz kanıt; sağlam kanıt görülmemiştir.	Sağlam ve sınırlı kanıt; yetersiz kanıt görülmemiştir.	İkinci uygulamadaki oluşturulan bazı son yanıtlar, öğrenci çözümündeki kanıtlarla öğrencinin anlayışı ve hatalı genellenmenin olası kaynağı arasında daha açık ilişkiler kurmuştur.
Öğretimsel karar verme	Sağlam, sınırlı ve yetersiz kanıt görülmüştür.	Sağlam ve sınırlı kanıt; yetersiz kanıt görülmemiştir.	İkinci uygulamadaki seçili son yanıtlar daha somut soru, örnek ve temsil içermiştir. Bununla birlikte öğretimsel hamlelerin sırasını, hedefini ve gerekçesini açıklama güçlüğü sürmüştür.

Tablo 4.1’deki görünüm frekans ya da yüzde karşılaştırması değildir. Birinci uygulamadaki tek yanıtlar ile ikinci uygulamada geri bildirimler sonrasında oluşturulan son yanıtlar eşdeğer ölçüm koşullarında üretilmediği için tablo, yalnızca uygulamalara özgü nitel profili özetlemektedir.

4.1.1 Dikkate alma becerisine ilişkin bulgular

Bu alt bölümde, öğretmen adaylarının öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate alma becerisindeki yanıtlarının birinci ve ikinci uygulama aşamalarındaki görünümü incelenmiştir.

Öğretmen adaylarının senaryolara verdikleri yanıtlar arasından sağlam, sınırlı ve yetersiz kanıt düzeylerini temsil eden örnekler seçilmiştir. Her örneğin neden bu düzeyde değerlendirildiği açıklanmıştır. İkinci uygulamada birden fazla yanıt verildiğinde değerlendirmede oluşturulan son yanıt kullanılmıştır.

Dikkate alma becerisindeki sağlam ve sınırlı kanıt örneklerinin çoğu 6. senaryodan seçilmiştir. Bu senaryoda her iki kanıt düzeyinde yanıt bulunduğu için aynı matematiksel içerikteki farklılıkların karşılaştırılması mümkün olmuştur.

Birinci uygulamada dikkate alma becerisine dair sağlam kanıt örneği

Birinci uygulamada dikkate alma becerisinde sağlam kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 6'ya ait seçilmiş tek yanıt örneği:

Öncelikle öğrenci karekök almayı toplamının üzerine dağılabilen bir şey olduğunu düşünmüş. Karekökün sayının karesini yok ettiğini düşünüyor. 9 ve 16 kök dışına 3 ve 4 şeklinde çıkar ve toplarız 7 olur bu kısımda doğru düşünmüş. Ama önce toplayınca sayının büyüyeceğinden korkuyor büyük sayıyı kök dışına çıkarmanın zor olduğunu savunmuş. Ayrıca karekök içinde parantez olmasına rağmen işlem önceliğini dikkate almamayı savunuyor ve her zaman bunu yapabileceğine dair genelleme yapmış. Maarif modelindeki muhakeme etme ve iletişim bu durumda sınırlıdır çünkü yanlış bir genelleme var.

Birinci uygulamada dikkate alma becerisine ilişkin sağlam kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayı yanıtında öğrencinin çözüm sürecinde kullandığı karekök işlemini toplama üzerine dağılabilen bir işlem olduğunu düşünmesi ve karekökün sayının karesini yok ettiğini ayrıntılı bir biçimde açıklaması yanıtının ilk güçlü yanıdır. Öğretmen adayının $\sqrt{9}$ ve $\sqrt{16}$ işlemlerini doğru bir biçimde gerçekleştirdiğini ancak işlem önceliğini dikkate almadığını ve bunu her zaman yapabileceğine dair yanlış bir genellemede bulunduğunu ifade etmesi ve bu ifadeyi öğrencinin matematiksel muhakeme etmesiyle gerekçelendirmesi yanıtın sağlam kanıt olarak sınıflandırılmasını sağlamıştır. Son olarak öğretmen adayı öğrenci yanıtının maarif modeliyle olan ilişkisine de değinmiştir.

NOTIMATH tarafından üretilen geri bildirim, etkileşim sürecini görünür kılan yardımcı bir veri kaydı olarak aşağıda özetlenmiştir. Son olarak kodlama kararı araştırmacının kodlama çerçevesine dayalı değerlendirmesine göre verilmiştir.

NOTIMATH sohbet botu değerlendirmesinde öncelikle dikkate alma becerisinin ne olduğunu açıklamış ardından öğretmen adayının yanıtının neden sağlam kanıt içeren yanıt olduğunun değerlendirmesini yapmıştır.

NOTIMATH değerlendirmesinde öğretmen adayının, öğrencinin karekök işlemini toplama üzerine dağılan bir işlem gibi düşündüğünü belirlediği görülmektedir. Öğretmen adayının, öğrencinin karekök ile kareyi geçerlilik koşullarını dikkate almadan birbirini yok eden

işlemler olarak gördüğünü fark etmesi ve her zaman yapılabilir genellemesine dikkat çekmesi yanıtın güçlü yönleridir. Matematiksel doğruluk açısından ise reel sayılarda $\sqrt{(x^2)} = |x|$ eşitliğinin geçerli olduğu ve karekök işleminin toplama üzerine dağılmadığı özellikle belirtilmiştir.

NOTIMATH öğretmen adayının öğrenci düşüncesindeki hatalı genellemeyi fark ettiğini belirtmiş ancak yanıtın daha derinlemesine açıklama içermesi adına bu hatalı genellenmenin $\sqrt{(a^2)} = a$ ortaya çıktığını daha açık bir şekilde belirtmediğini bir sınırlılık olarak görmüştür. NOTIMATH yanıtın bu sınırlılığını dikkate alma becerisinin sağlam kanıt sınıflandırmasına etkilemediğini fakat daha gelişmiş yanıt sunabileceğini de ifade etmiştir.

İkinci uygulamada dikkate alma becerisine dair sağlam kanıt örneği

İkinci uygulamadaki sağlam kanıt örneği, bu düzeyin özelliklerini daha açık gösterdiği için farklı bir öğretmen adayının yanıtından seçilmiştir. İki örneği aynı matematiksel içerikte karşılaştırmak amacıyla yine 6. senaryo kullanılmıştır. Öğretmen adayı üç yanıt vermiştir. İlk yanıt sınırlı, ikinci ve üçüncü yanıtlar sağlam kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

İlk yanıtta öğrencinin karekök işlemini toplama üzerine dağıtması ve karekökü, sayının karesini ortadan kaldıran bir işlem olarak görmesi yeterince açıklanmamıştır. Bu nedenle yanıt sınırlı kanıt olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adayı geri bildirimden sonra yanıtını yeniden düzenlemiş, ikinci yanıtta sağlam kanıt düzeyine ulaşmış ve üçüncü yanıtta açıklamalarını daha da ayrıntılandırmıştır.

İkinci uygulamada dikkate alma becerisinde sağlam kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 6'ya ait seçilmiş çoklu yanıt örneği:

Öğrenci ilk olarak $\sqrt{(9 + 16)}$ ifadesini kökün toplama üzerine dağılabileceğini söyleyerek $\sqrt{9} + \sqrt{16}$ şeklinde yazmış. 9 ve 16'yı ayrı ayrı kökten çıkarıp 3+4 olarak düşünmüş ve sonucu 7 bulmuştur. Buradaki bilgiye çarpmanın toplama üzerine dağılmasından yola çıkarak sezgisel olarak düşünmüş olabilir. $\sqrt{(a^2 + b^2)} = a + b$ şeklinde bir genelleme yapmış burada işlemlerin cebirsel özelliklerinin farklılığını göz ardı etmiş ve hatalı bir kural üretmiş. Karekök aslında sayının karesini yok eden bir işlemdir diyerek işlemi ters işlem yöntemi olarak düşünmüştür. Ayrıca önce toplarsak sayı büyür ve kökten çıkarmak

zorlaşır ifadesiyle işlem kolaylığını benimsemiş gözüküyor. Matematiksel düşünme biçimi olarak işlem kolaylığını benimsediği ve genellemesinin doğruluğunu test etmediği için işlemsel düzeydedir. Karekökü işlem olarak düşünmüş. Uyguladığı yöntemin doğruluğunu başka değerlerde kontrol etmemiş örneğin $\sqrt{36} + \sqrt{25}$ sonucunu kontrol etmemek gibi bu da matematiksel muhakeme yönünden işlem özelliklerini ezbere dayalı kullandığını gösteriyor. Öğrenci yaptığı genellemeyi $\sqrt{(x^2)} = x$ bilgisini sembolik yüzey benzerliği yönünden toplama işlemine taşımış olabilir. Öğrencinin ifadelerinden (örneğin “en mantıklı yol budur”) hareketle, matematiği doğruluk temelli kullanmış.

Aşağıdaki değerlendirme, öğretmen adayının ikinci uygulamadaki son yanıtının kodlama çerçevesindeki yerini açıklamaktadır.

İkinci uygulamada dikkate alma becerisine ilişkin sağlam kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayı, öğrencinin $\sqrt{(9 + 16)} = \sqrt{9} + \sqrt{16}$ biçimindeki hatalı dağılım düşüncesini ve $\sqrt{(a^2 + b^2)} = a + b$ genellemesini açıklamıştır. Yanıtta öğrencinin 9 ve 16'yı ayrı ayrı kök dışına çıkarma eğilimi görünür kılınmış; bununla birlikte doğru matematiksel ilişki olarak reel sayılarda $\sqrt{(x^2)} = |x|$ olduğu ve karekök işleminin toplama üzerine dağılmadığı dikkate alınmıştır.

NOTIMATH'in bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH değerlendirmesinde, öğretmen adayının öğrenci düşüncesini cebirsel özelliklerle ilişkilendirmesi, işlemsel ve kavramsal bilgi arasında ayırım yapması, yanlış genellemenin örneklerle sınanabileceğini belirtmesi ve öğrencinin sembolik benzerlikten etkilenmiş olabileceğini açıklaması güçlü yönler olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca öğrencinin kullandığı matematiksel stratejinin kapsamlı biçimde açıklandığı belirtilmiştir. Yanıtın daha da geliştirilebilmesi için öğrencinin karekökü yalnızca bir işlem olarak ele almasının ilerleyen öğrenmelerine olası yansımalarının ve genellemeyi doğrulama gereğinin daha açık ifade edilebileceği önerilmiştir.

Birinci ve ikinci uygulamada dikkate alma becerisine ilişkin sağlam kanıt olarak sınıflandırılan yanıtların karşılaştırılması

İkinci uygulamadaki sağlam kanıt örneğinde öğrencinin matematiksel düşünme süreci daha ayrıntılı açıklanmıştır. Hatalı genelleme matematiksel bir ifadeyle gösterilmiş; öğrencinin işlem kolaylığına yönelmesi, genellemesini kontrol etmemesi ve sembolik benzerlikten etkilenmiş olabileceği açıklanmıştır. Ancak iki örnek farklı öğretmen adaylarına aittir. Bu nedenle karşılaştırma bireysel gelişimi göstermek için değil, iki uygulamadaki sağlam kanıt yanıtlarının özelliklerini göstermek amacıyla yapılmıştır.

İki örnek karşılaştırıldığında ikinci uygulamada daha ayrıntılı ve kanıta dayalı bir yanıtın oluşturulduğu görülmektedir. Ancak yanıtların farklı katılımcılara ait olması, aynı senaryoların yeniden kullanılması ve ikinci uygulamada çoklu geri bildirim verilmesi nedeniyle bu farklılık yalnızca NOTIMATH'in etkisi olarak yorumlanmamıştır.

Birinci uygulamada dikkate alma becerisine dair sınırlı kanıt örneği

Birinci uygulamada dikkate alma becerisinde sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 6'ya ait seçilmiş tek yanıt örneği:

Öğrencinin soruya başlama noktası hatalı karekökte toplama işleminde bilgisi hatalı karekökten sayı çıkarma işlemleri doğru ve ifadelerini incelediğinde kök içinde sayıyı büyütmeekten çekindiğini görüyorum bu da öğrenci için bir kısıtlamadır ve bu tarz hatalara ve bu hataları görememesine yol açar.

Birinci uygulamada dikkate alma becerisine ilişkin sınırlı kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayı öğrencinin karekök işleminin toplama işlemi üzerine dağıldığını genel ve yüzeysel bir biçimde ifade etmiştir. Karekökün sayının karesini yok ettiği gibi açıklamalara ve bu açıklamaların nedenlerini hiç ifade etmemiştir. Öğrencinin çözümünde izlediği matematiksel düşünceyi neredeyse hiç açıklamamıştır. Çözümün bazı kısımlarının doğruluğunu ve yanlışlığını ifade etmiş nedenlerine değinmemiştir. Öğrencinin kök içinde sayının büyümesinden korktuğunu ve bunun başka hatalara neden olabileceğini ifade etmiştir ama bu hataların neler olabileceğini açmamıştır. Öğrencinin yaptığı genellemeye dair bir açıklamada bulunmamıştır. Öğretmen adayının bu nedenlerden dolayı yanıtı sınırlı kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

NOTIMATH'in bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH değerlendirmesinde ilk olarak öğretmen adayının karekök işleminin toplama üzerine dağıldığını fark etmesinin öğrenci düşüncesine yönelik önemli bir adım olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adayının öğrencinin sayıların büyümesinden çekindiğini dile getirmesinin sadece öğrencinin çözümüne değil düşünsel motivasyonuna da dikkat ettiğini ifade etmiştir.

Ancak öğretmen adayının kodlama çerçevesine göre tam olarak yanıtı ayrıntılı ve açıklayıcı ortaya koymadığını ifade etmiştir. Öğrencinin çözümündeki matematiksel düşüncesinde izlediği yola, $(\sqrt{a^2 + b^2}) = a + b$ genellemesini nasıl oluşturduğuna, genellemeyi oluştururken nasıl bir sembolik dil kullandığına ayrıntılı bir şekilde açıklamadığını vurgulamıştır. Öğretmen adayının öğrenci çözümüne dair doğru ve hata olarak yargılayıcı ve üstü kapalı ifadeler kullanması öğrencinin matematiksel düşüncesini ortaya çıkarmasına engel olduğunu belirtmiştir. Bu nedenlerle öğretmen adayının yanıtının sınırlı kanıt olarak sınıflandırmıştır.

İkinci uygulamada dikkate alma becerisine dair sınırlı kanıt örneği

İkinci uygulamada dikkate alma becerisinde sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 6'ya ait seçilmiş çoklu yanıt örneği:

Öğrenci kök içinde olan tam kare ifadeleri farklı köklere ayırmış ayrı ayrı çıkarmış ve o şekilde toplamıştır. $(\sqrt{a^2 + b^2}) = a + b$ sonucuna ulaşmıştır. “Karekök işlemi toplama işleminin üzerine dağılır.” ifadesi ile ayırılabilirliğini düşünmüştür. Kök içinde toplananın sonucu büyüdüğünü ve büyük sayıların kök dışına çıkmasının zor olduğunu düşünmektedir. “Önce toplarsak sayı büyür, kök dışına çıkarmak zorlaşır” ifadesi soruya planlı başladığını sezgisel olarak yorumladığını görüyoruz. Karekökü kareyi yok eden bir işlem olarak görüyor o yüzden kare sayıları ayırma yolunu tercih ediyor.

Karşılaştırılabilirliği artırmak amacıyla ikinci uygulamadaki sınırlı kanıt örneği de 6. senaryodan seçilmiştir. Öğretmen adayı iki kez yanıt vermiş ve her iki yanıtı da sınırlı kanıt

düzeyinde sınıflandırılmıştır. İkinci yanıt, ilk yanıtla göre daha ayrıntılı olmakla birlikte kodlama çerçevesindeki sağlam kanıt ölçütlerini bütünüyle karşılamamıştır.

İkinci uygulamada dikkate alma becerisine ilişkin sınırlı kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayı yanıtında, öğrencinin karekök işlemi toplama işlemi üzerine dağılabilir ifadesini ($\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$) ifadesiyle ilişkilendirmiş ve öğrencinin tam kare ifadeleri farklı köklere ayırdığını ve ayrı ayrı topladığını ifade ettiğini belirtmiştir. Öğretmen adayı burada öğrencinin matematiksel düşüncesini açıklama girişimindedir fakat öğrenci çözümündeki sayısal ifadeleri kanıt sunmamaktadır. Ayrıca ($\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$) ifadesine dair yaptığı açıklama çok genel ve yüzeysel kalmıştır. Öğretmen adayının yanıtında öğrencinin oluşturduğu genellemeye dair herhangi açıklamada bulunmamıştır. Öğretmen adayı öğrencinin önce sayıları toplayıp sonra kök dışına çıkarmanın zor olduğu ile ilgili düşüncesini öğrencinin soruya başlarken neden farklı köklere ayırdığı ve ayrı ayrı topladığı ile açık bir şekilde ilişkilendirmiştir. Öğretmen adayı öğrencinin karekökü kareyi yok eden bir işlem olarak görmesi ile kare sayıları ayırdığını gerekçelendirmiştir fakat yine bu gerekçesini sayısal ifadelerle veya $\sqrt{a^2} = a$ formülü ile spesifik olarak kanıtla dayandırmamıştır. Öğretmen adayı çözümün doğruluğu veya yanlışlığına dair ayrıntılı açıklamalarda bulunmamıştır. Bu nedenle de sınırlı kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

NOTIMATH'ın bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH değerlendirmesinde öğretmen adayının ikinci yanıtında birinci yanıtla göre öğrencinin matematiksel düşüncesini daha açık ifade ettiğini ve öğrencinin çözümüne direkt olarak referanslarda bulunduğunu belirtmiştir. Öğretmen adayının öğrencinin önce toptasaydık sayı büyüyecekti ifadesini doğrudan referans alarak iyi bir şekilde analiz ettiğini, öğrencinin matematiksel düşüncesinin planlı olduğunu ve sezgisel yorumunu belirttiğini ve karekökün kareyi yok eden işlem olarak doğrudan referans alarak ifade ettiğini açıklamıştır. Ancak ($\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$) genellemesini ayrıntılı açıklamadığını, öğrencinin matematiksel hatasının neden kaynakladığını sistematik olarak belirtmediğini ve matematiksel düşüncenin doğruluğunu gerekçelere dayandırmaması sebebiyle sınırlı kanıt olarak sınıflandırmıştır. NOTIMATH son olarak öğretmen adayının yanıtını da ilk

yanıtına göre gelişme olduğunu fakat öğrenci düşüncesini tam ayrıntılı bir şekilde açıklamadığını ve kanıta dayandırmadığı için hala sınırlı kanıt olarak değerlendirildiğini açıklamıştır. Bu sınırlı kanıtın gelişmiş bir sınırlı kanıt olduğunu belirtmiştir.

Birinci ve ikinci uygulamada dikkate alma becerisine ilişkin sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan yanıtların karşılaştırılması

Birinci uygulamadaki sınırlı kanıt örneğinde öğrenci düşüncesi genel ifadelerle ele alınmış ve yeterli matematiksel kanıt kullanılmamıştır. İkinci uygulamadaki örnekte öğrencinin karekök işlemini toplama üzerine dağıtması, işlem kolaylığını tercih etmesi ve karekökü kareyi ortadan kaldıran bir işlem olarak görmesi daha açık biçimde belirtilmiştir. Buna rağmen hatalı genellemenin kaynağı ve sayısal kanıtlar yeterince açıklanmadığı için yanıt sınırlı kanıt düzeyinde kalmıştır. Geri bildirimden sonra yanıtın ayrıntılandığı görülse de bu sonuç tek başına nedensel bir etki göstermemektedir.

Birinci ve ikinci uygulamada dikkate alma becerisinde iki uygulamada da yetersiz kanıt olarak sınıflandırılan yanıt bulunmamıştır. Buna göre bütün yanıtlar öğrencinin çözümündeki en az bir matematiksel ayrıntıya yönelmiştir. Ancak bu ayrıntıların açıklanması ve gerekçelendirilmesi sağlam ve sınırlı kanıt düzeyleri arasında farklılık göstermiştir.

4.1.2 Yorumlama becerisine ilişkin bulgular

Bu alt bölümde, öğretmen adaylarının öğrencinin matematiksel düşüncesini yorumlama becerisindeki yanıtlarının birinci ve ikinci uygulama aşamalarındaki görünümü incelenmiştir.

Bölümde sağlam, sınırlı ve yetersiz kanıt düzeylerini temsil eden yanıt örnekleri sunulmuş ve kodlama gerekçeleri açıklanmıştır. Örneklerin karşılaştırılmasında mümkün olduğunda aynı senaryoya ait yanıtlar kullanılmıştır.

Yorumlama yanıtlarının dikkate alma ve öğretimsel karar verme yanıtlarından ayrılan yönlerini görünür kılmak için öncelikle 6. senaryodaki örneklerden yararlanılmış; ilgili kanıt düzeyinin bu senaryoda bulunmadığı durumlarda, kategoriye daha açık yansıtan başka bir senaryoya ait örnek seçilmiştir.

Birinci uygulamada yorumlama becerisine dair sağlam kanıt

Birinci uygulamada yorumlama becerinde sağlam kanıt olarak sınıflandırılan bir yanıt bulunmamaktadır. Bu durum, incelenen birinci uygulama yanıtlarının öğrencinin neyi bilip bilmediğini matematiksel kanıtlara dayalı ve ayrıntılı biçimde açıklama ölçütlerini bütünüyle karşılamadığını göstermektedir.

İkinci uygulamada yorumlama becerisine dair sağlam kanıt örneği

Öğretmen adayı ikinci uygulamada iki kez yanıt vermiş; ilk yanıt sınırlı, son yanıt ise sağlam kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

İlk yanıtta öğrencinin ezbere işlem yaptığı ve sezgisel davrandığı belirtilmiş, ancak bu değerlendirmelerin öğrenci çözümündeki hangi kanıtlara dayandığı yeterince açıklanmamıştır. İşlemsel ve kavramsal bilgi ayrımı ile öğrencinin hatalı genellemesinin kaynağı da açık biçimde ilişkilendirilmediği için yanıt sınırlı kanıt düzeyinde değerlendirilmiştir.

İkinci uygulamada yorumlama becerisinde sağlam kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 6'ya ait seçilmiş çoklu yanıt örneği:

Matematiksel olarak öğrenci işlem hatası yapmasa da ikinci ifade için, birinci ifadede hiç işlem yapmadığı için yanlış sonuca varmıştır bu onun ezbere işlem yaptığını göstermektedir. Ezbere olmaktan da ziyade öğrenci sezgisel olarak yorum yapmaktadır. Bu yorum öğrencinin yanlış genelleme yapmasına neden olmuştur. Köklü ifadelerde kökün içerisindeki işlemler ile kökün dışında yapılan işlemler arasındaki farkı ayırt edememiştir. Kareköklü ifadenin sayının karesini yok etmesini bilmesine rağmen sadece bu bilgiye dayanarak soruyu çözmeye çalışmıştır. Ama bu yetersiz bilgiyle yanlış sonuçlara varılmıştır. Ayrıca sayının büyümesi karekök dışına çıkması için bir engel olmamasına rağmen öğrenci bunu zorluk olarak görmektedir. Bundan dolayı öğrenci birinci ifadedeki işlemi yapmayarak sezgisel olarak kendine mantıklı gelen yolu seçerek yanlış genellemeye varmıştır. Öğrencide işlemsel bilgiler olmasına rağmen yeterli muhakeme becerisi olmadığı için sunduğu kanıtı doğrulamasını sezgisel ve yanlış yapılandırılmış bir kavramsal şemadan dolayı Bunun sonucunda işlemlerin özelliklerini yanlış yapılandırılmıştır denenebilir.

İkinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin sağlam kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayı yanıtıyla öğrencinin matematiksel düşüncesinin ayrıntılarını farklı yönleriyle ele almış bu ayrıntıları öğrencinin matematiksel düşüncesiyle ilişkilendirmiştir. Öğretmen adayının yanıtı öğrencinin neyi bilip bilmediğini iyi bir şekilde analiz edebildiğine ve bu analizleri direkt olarak öğrenci düşüncesinin ayrıntılarıyla yorumladığını gösterir. Örneğin öğretmen adayının öğrencinin ikinci ifade için işlem hatası yapmadığını, birinci ifadeyi de çözümlemediği için genellemesinin yanlış olduğunu belirtmesi ve köklü ifadelerde kökün içerisindeki işlem ile kökün dışına çıkan işlem arasındaki farkı ayırt edemediği, bunun gerekçesi olarak da karekökün sayının karesini yok ettiğine dayandırması, bu dayandırma sonucu yanlış sonuca ulaştığını kanıtlarla ortaya koyması açıkça gösterir.

Öğretmen adayı ayrıca doğru çözdüğü kısım için ezbere gittiğini ve sezgisel davrandığını açıkça belirtmesi, öğrencinin sayının büyümesini karekök dışına çıkarırken zorluk olarak görmesi, zorluktan dolayı yanlış genelleme yaptığını belirtmesi öğrencinin anlayışını farklı açılardan ele aldığını gösterir. Öğretmen adayı öğrencinin işlemsel bilgisinin var olmasına rağmen genellemesini yanlış yapılandırıldığını muhakeme bilgisinin eksikliğiyle ilişkilendirmesinde de öğrencinin anlayışını farklı bir açıdan ele almıştır. Öğretmen adayının yanıtı bu nedenlerden dolayı sağlam kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

NOTIMATH'in bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH değerlendirmesinde öğretmen adayının genellemesini hatalı olduğunu kavramsal şemadan kaynakladığını açıkça belirtmesi, öğrencinin kavramsal bilgisine dair yanlış genellemeden kaynaklanan muhakeme eksikliği olarak belirtmesi, öğretmen adayının işlemsel ve kavramsal bilgi ayrımı için yorumlar yapması ve genellemeyi öğrencinin sezgisel olarak düşündüğüyle ilişkilendirdiğini belirtmesinin önemli noktalar olduğunu açıklamıştır.

NOTIMATH öğretmen adayının öğrencinin doğru ve yanlış gerçekleştirdiği ifadelerin tutarlı ve öğrenci düşüncesine dayandırılarak verilmesinin yorumlama becerisini derinlikli

bir şekilde ortaya koyduğunu belirtmiş ve bu sebeple de yanıt sağlam kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

Birinci ve ikinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin sağlam kanıt olarak sınıflandırılan yanıtların karşılaştırılması

Birinci uygulamada yorumlama becerisinde sağlam kanıt düzeyinde yanıt bulunmazken, ikinci uygulamada bu düzeyde yanıtlar görülmüştür. Bu sonuç, ikinci uygulamadaki bazı yanıtların öğrencinin anlayışını daha ayrıntılı ve kanıtlara dayalı olarak yorumladığını göstermektedir. Farklılık çoklu geri bildirim ve yanıt yeniden düzenleme imkânıyla ilişkili olabilir. Ancak aynı senaryolarla yeniden karşılaşma ve birinci uygulamada kazanılan deneyim de dikkate alınmalıdır.

Uygulama öncesi görüşmelerde öğretmen adayları gerçek sınıfta farklı öğrenci düşünceleriyle karşılaşma deneyimlerinin sınırlı olduğunu belirtmiştir. Bu durum, birinci uygulamadaki bazı yorumların genel ve yüzeysel kalmasını açıklayan etkenlerden biri olabilir. Ancak mevcut veriler bu ilişkiyi neden-sonuç biçiminde kurmak için yeterli değildir.

Birinci uygulamada sağlam kanıt düzeyinde yanıt bulunmaması, öğretmen adaylarının o aşamada sınırlı sayıda senaryo ve geri bildirimle karşılaşmış olmalarıyla ilişkili olabilir. İkinci uygulamadaki daha ayrıntılı yanıtlar; önceki uygulama, alınan geri bildirimler, aynı görevlerin tekrar kullanılması ve çoklu yanıt imkânının birlikte etkili olduğu bir süreç içinde değerlendirilmiştir.

Birinci uygulamada yorumlama becerisine dair sınırlı kanıt örneği

Birinci uygulamada yorumlama becerisinde sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 6'ya ait seçilmiş tek yanıt örneği:

Matematiksel olarak sadece verilen işlemlere göre yorum yapmıştır. Muhakeme olarak zayıftır. Genelleme becerisini yanlış kullandığı için yanlış öğrenmelere sebebiyet vermiştir. Konuya hakimiyeti köklü gösterimlere ilişkin işlemsel becerilere kadar gelmiş fakat bu konuda yanlış söylemlerde bulunmuştur. Mesela köklü ifadelerin içindekilerin toplamı ayrı ayrı verilen köklü ifadelerin toplamına eşittir yazması yanlıştır.

Birinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin sınırlı kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğrencinin matematiksel düşüncesine ilişkin ifadeler yer almaktadır fakat bu ifadeler genel kalmıştır. Neden sadece işlemlere göre yaptığını açıklamamıştır. İşlemler ile ilgili ayrıntılara yer vermemiştir. Muhakeme yeteneği zayıf diyerek sonuç odaklı bir değerlendirme yaklaşım sergilemiştir.

NOTIMATH'in bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

Öğrencinin muhakemesinin zayıf, genelleme becerisini yanlış kullandığını bu yüzden yanlış öğrenme gerçekleştiğini $\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$ dayandırmaya çalışmıştır. Böylece öğrencinin işlemsel ve kavramsal anlamasına yönelik genel bir yorumda bulunmuştur.

Öğrenci düşüncesinde karekök ilişkisine dair sezgisel bilgisini ve ters işleme yönelik düşüncesini çözümlememiştir. Maarif modele göre öğrencinin neden bu genellemeyi oluşturduğuna yönelik detaylı açıklamalarda bulunmamıştır.

İkinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin sınırlı kanıt örneği

İkinci uygulamada yorumlama becerisinde sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 6'ya ait seçilmiş çoklu yanıt örneği:

Kökten çıkarma işlemi gerçekleştirebiliyor ve belki de belirli bir örnek üzerinden bu bakımın sağlandığını görerek bu kadar iletmiş olabilir ve tamsayılarda hesaplama işlemi üzerine dağılma ile ilgili hareketler için hareket da bunu genellemeye çalışırken öğrenci işlemsel olarak tek bir sayıda elde ettiği sonucu aslında genelliyor ve çarpmanın toplama üzerinde dağılabilme özelliğini de aynı şekilde ama karekök de bu işlemlerim geçerli olmadığını kavrayamamış daha küçük sayılar üzerinden işlem yapıp doğru sonuca ulaşmanın daha basit olduğunu düşündüğü için sayıları parçalayarak artık sayıların hareketini alıyor ve buradan doğrusunda ulaşıyor yani burada bir işlem yanılgısı var

İkinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin sınırlı kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğrencinin yaptığı genellemeyi fark etmesi olumlu bir adımdır. Öğrencinin kökten çıkarma işlemini gerçekleştirebildiğini belirtmiş ancak bunu nasıl yaptığını açıklamamıştır. Öğrencinin hatasını belirtmiş ancak gerekçelerini belirtmemiştir.

NOTIMATH'ın bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH değerlendirmesinde öğrencinin işlemsel yeterliliğinin olduğunu belirtmesi, dağılma işlemine yönelik genelleme yaptığı, bir örnekten yola çıkarak kural oluşturduğu görülmektedir. Öğretmen adayının bu yanıtları öğrenci düşüncesine yönelik yorumlarda bulunabildiğini göstermektedir. Öğrenci işlemsel geçerlilik dikkate alıyor yapının ana fikrini kaçırıyor. Öğretmen adayı öğrenci düşüncesini yorumlamaya yönelik ifadeler de bulunabildiğini ancak bunu gerekçelendirmediği yanıtında görülmektedir.

Birinci ve ikinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan yanıtların karşılaştırılması

Her iki uygulamadaki sınırlı kanıt örneklerinde öğretmen adayları öğrencinin matematiksel düşüncesine ilişkin yorum yapmaya yönelmiş, ancak yorumlarını yeterli matematiksel kanıt ve gerekçelerle ilişkilendirmekte zorlanmıştır.

İkinci uygulamadaki örnek, öğrenci düşüncesine ilişkin daha fazla ayrıntı içermesine karşın hatalı genellemenin kaynağını ve öğrencinin anlayışını sistematik biçimde açıklamadığı için sınırlı kanıt düzeyinde kalmıştır.

Birinci uygulamada yorumlama becerisine dair yetersiz kanıt örneği

Birinci uygulamada 2. senaryoya verilen yanıt, yorumlama becerisindeki yetersiz kanıt özelliklerini açık biçimde yansıttığı için örnek olarak seçilmiştir.

Birinci uygulamada yorumlama becerisinde yetersiz kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 2'ye ait seçilmiş tek yanıt örneği:

Benzer tabanlar olmasına dikkat etmediği için anlayış düzeyinin düşük olduğunu düşünüyorum.

Birinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin yetersiz kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayının yanıtında öğrencinin anlayışına dair yorum neredeyse hiç yok diyebiliriz. Öğrencinin anlayışına dair tabanları olmasına dikkat etmediği için anlayış düzeyinin düşük olduğunu belirtmiş ancak bunun neden kaynakladığına dair bir açıklamada bulunmamıştır. Öğrencinin matematiksel düşüncesine dair herhangi bir kanıt yoktur. Öğretmen adayı öğrencinin 10^7 'nin 10^2 'ye bölünmesiyle 10^5 bulmasına dair işlemsel anlamasına dair veya somut bir kavram için çok abartılı sonuç 10^3 'ü geçmedi durumlarda bilimsel gösterimde kullanılabilir ifadesiyle kavramsal anlamasına dair düşüncelerine yer vermemiştir. Öğrenci neyi bilip neyi bilmediğini açıklamamıştır.

NOTIMATH değerlendirmesinde ilk olarak kodlama çerçevesindeki eksiklere değinmiştir ardından öğretmen adayının öğrencinin anlayışını düşük düzey olarak belirttiğini ama bunu açmadığını ifade etmiştir. Ayrıca öğrencinin benzer tabanlar olmasına dikkat etmediğini ifade etmiş ancak öğrenci benzer tabanlar da üs alma işlemini doğru gerçekleştirdiğine dair bir açıklamada bulunmadığını belirtmiştir. Öğretmen adayı işlemsel ve kavram bilgi hakkında yorumlamada bulunmamıştır.

NOTIMATH'in bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

Öğrencinin abartılı sonuç olarak ifade ettiği bilimsel gösterimin kavramsal anlamını açıklamadığını, öğrencinin çözümünü gerçek yaşam ile ilişkilendirmeye çalıştığını hiç açmadığını açıklamıştır. Öğrencini genellemesinin neden yanlış olduğu hakkında bir ifadeye yer vermediğini ve öğrencinin bilimsel gösterime dair düşüncesi hiç sorgulamadığını ifade etmiştir. NOTIMATH öğrencinin abartılı bir sonuç ve bilimsel gösterim, sadece üssün 10^3 'ü geçmediği durumlarda kullanışlıdır ifadesinin Maarif model içerisinde önemli bir kavram yanılgısı olduğunu, öğretmen adayının ise bu kavram yanılgısına yönelik herhangi bir açıklamada ve yorumda bulunmaması önemli bir eksiklik olduğunu belirtmiştir. NOTIMATH öğretmen adayının yanıtında derinlemesine analizlerde bulunmadığını yanıtının çok genel ve yüzeysel kaldığını vurgulamıştır. Bu nedenlerden

dolayı öğretmen adayının yanıtı yorumlama becerinde yetersi kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

İkinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin yetersiz kanıt

İkinci uygulamada yorumlama becerisinde yetersiz kanıt olarak sınıflandırılan bir yanıt bulunmamaktadır.

Birinci ve ikinci uygulamada yorumlama becerisine ilişkin yetersiz kanıt olarak sınıflandırılan yanıtların karşılaştırılması

Birinci uygulamada yorumlama becerisinde yetersiz kanıt düzeyinde yanıt bulunmuş, ikinci uygulamada ise bu düzeyde yanıt görülmemiştir. Buna göre ikinci uygulamadaki oluşturulan son yanıtların tamamı en az sınırlı kanıt ölçütlerini karşılamıştır. Bu farklılık geri bildirim ve çoklu yanıt imkânıyla ilişkili olabilir. Ancak tek başına NOTIMATH'in etkili olduğunu kanıtlayan bir sonuç olarak değerlendirilmemiştir.

4.1.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin bulgular

Bu alt bölümde, öğretmen adaylarının öğretimsel karar verme becerisindeki yanıtlarının birinci ve ikinci uygulama aşamalarındaki görünümü incelenmiştir.

Bölümde sağlam, sınırlı ve yetersiz kanıt düzeylerini temsil eden öğretimsel karar verme örnekleri sunulmuş; önerilen öğretimsel hamlelerin öğrenci düşüncesine dayanma ve gerekçelendirilme düzeyleri açıklanmıştır.

Öğretimsel karar verme yanıtlarının diğer iki beceriden ayrılan yönlerini görünür kılmak amacıyla öncelikle 6. senaryodaki yanıtlar incelenmiş; ilgili kanıt düzeyinin bu senaryoda bulunmadığı durumlarda kategoriye daha açık yansıtan başka bir senaryoya ait örnek seçilmiştir.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine dair sağlam kanıt örneği

Öğretmen adaylarının ilk uygulamada yedinci senaryodaki sağlam kanıt örneğinin seçilmesinde sağlam kanıtı içeren en iyi örnek olduğu düşünüldüğü için sunulmuştur.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisinde sağlam kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 7'ye ait seçilmiş tek yanıt örneği:

Öğrenciye köklü ifadenin onun için ne ifade ettiğini sorarak kavramsal bilgisini ölçerim öncelikle. Sonrasında köklü ifadede öğrendiği kuralları ifade etmesini ve örnek vermesini isterim eğer az önce karıştırdığı çarpma ve toplama kuralını doğru ifade ederse az önce neden böyle düşündün şeklinde sorardım ama eğer yine yanlış ifade eder veya karıştırırsa önce benzer örnekler sonrasında ters örnekler yazarak kuralların tam tersi olduğunu fark ettirmeye çalışırdım gerekirse yönlendirilmiş keşif soruları içeren çalışma kâğıdı ile desteklerdim

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sağlam kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayı ilk olarak karekök kavramının öğrenci için ne ifade ettiğini anlamaya çalışmaktadır. Sonrasında yine öğrencinin köklü gösterimlerin kurallarını ifade etmesini istemesi ve örnek vermesini istemesi öğretmen adayının hala öğrencinin anlayışını anlamaya yönelik hamlelerdir. Öğretmen adayı yanıtında öğrenci odaklı ilerlemektedir. Öğretmen adayı eğer öğrenci köklü gösterimlerin kurallarına dair doğru ifadelerle bulunursa çözümünde neden böyle düşündüğünü sorgulaması ve öğrenciye sorgulatması yine öğrencinin anlayışını her zaman mı böyle olduğunu anlamaya yöneliktir. Öğrenci karekök kurallarında yanlış yapıyorsa öğretmen adayı önce öğrencinin matematiksel düşüncesini yönlendirmek için benzer örnekler vermeyi uygun görmüş sonrasında da ters örnekler verip sorunun farklı şekillerde çözülebileceğini öğrenciye keşfettirmeye çalışmak ve öğrenci düşüncesini genişletmeye çalışmıştır. Öğretmen adayının öğrenciye keşif soruları içeren çalışma kâğıdı hazırlaması hem ek bir strateji kullanıp öğretimsel bir hamle gerçekleştirmesiyle ilişkilendirilebilir hem de öğrencinin çözümünden farklı bir şekilde keşfetmesine yardımcı olacaktır.

NOTIMATH'in bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH değerlendirmesinde öğretmen adayının yanıtının maarif modeliyle uyumuna dikkat çekmiştir. Öğretmen adayının öğrenci kareköklü ifadelerle ilgili özellikleri belirttikten sonra öğrencinin yaptığı genellemeyi benzer ve ters örnekler vererek anlatmaya çalıştığını belirtmiştir. Öğrencinin kareköklü ifadeleri ifade etmesini istemesinin bir sonraki adımının öğrenci düşüncesine dayandırdığıyla dile getirmiştir. Öğretmen adayı doğrudan bir anlatım planlamamış bunun yerine öğrenci düşüncesini ortaya çıkarmaya

çalıştığının altını çizmiştir. NOTIMATH öğretmen adayının bu kararlarını öğrencinin aktif konuma getirildiğini bu sebeple maarif modeli ile uyumlu olduğunu açıklamıştır. Öğrenciye sorular yöneltilmesi ve öğrenciye göre adımlar planlamasıyla matematiksel iletişim ve muhakeme becerisine önem verilmiş ve bu da maarif modelinin beceri temelli yapısı ile uyumlu olduğu ifade edilmiştir.

Ters örnek örneği, keşfetme çalışma kâğıdı hazırlanması ve hatalı genellemesine yönelik sorgulama yapılması öğretmen adayının yanıtında öğretimsel hamleler olarak belirlenmiş bu sebeplerden dolayı öğretmen adayını yanıtı sağlam kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

İkinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sağlam kanıt örneği

İkinci uygulamadaki sağlam kanıt örneği, bu düzeyin özelliklerini açık biçimde yansıttığı için 1. senaryoya verilen yanıtlardan seçilmiştir.

Öğretmen adayı iki kez yanıt vermiş ve her iki yanıtı da sağlam kanıt düzeyinde sınıflandırılmıştır.

İlk sağlam kanıt yanıtından sonra verilen geri bildirimde, 0 ile 1 arasındaki tabanlarda üs arttıkça değerin değişimine ilişkin örneklerin kullanılması, “negatif üs büyütür” biçimindeki genellenin farklı durumlarla sorgulanması ve öğrenciden gerekçe istenmesi önerilmiştir.

İkinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisinde sağlam kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 1'e ait seçilmiş son yanıt örneği:

Öğrenciye öncelikle bana bahsettiği kuralla (tabanı tam sayı olan üslü ifadelerde üssü küçük olan küçüktür) ilgili bir örnek vermesini isterdim. Daha sonra verdiği örnekte üslerden önce birini sonra ikisini de negatif hale getirmesini ve büyüklüklerini karşılaştırmasını isterim. Buradan bir genellemeye ulaşır. Negatif üslerin sonucu büyüttüğünü hatta negatif üslerde üs küçüldükçe sonucun daha da küçüldüğünü fark eder. Ardından tabanları rasyonel iki örnek vermesini üslerinin önce pozitif sonra birinin negatif sonra da ikisinin de negatif olmasını isterim ve tekrar karşılaştırma yapmasını beklerim. Bu durumda da pozitif üsler durumu en küçük sonuçları verirken negatif üsler daha büyük sonuçlar verir. İki üs de negatif olduğunda ise üssü küçük olan ifade daha büyüktür genellemesine vararak en başta senaryoda hesaplayarak çözdüğü örneği tekrar gündeme

getirir ve "sence bu durumlardan hangisine girmektedir bu örnek" şeklinde bir soru yönelterek aslında en başta yaptığı hesaplama yerine kullanabileceği güvenilir genellemeler de olduğunu fark etmesini sağladım. Ayrıca bu sorularla beraber öğrenci farklı durum ve örnekleri karşılaştırarak muhakeme yapma, farklı örnekleri inceleyerek analiz etme, daha sonra bu örnek ve durumları yorumlama, yeni örnekler ve farklı durumlar için genelleme yapabilme gibi becerileri de kullanmaktadır. Öğrenciye denetlenen örnekleri ardışık vermek yerine farklı sıra ve sayılar üzerinden yapabilirim. Ayrıca her durumda neden böyle olduğunu nasıl böyle düşündüğünü sorabilirim hatta belki bir grafik üzerinden fonksiyonu ele alması her birinde aralıkları göstermesini isteyerek görsel olarak da ilerlemesini sağlayabilirim.

İkinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sağlam kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayının temelinde öğrenci odaklı anlayış hakimdir. Öğretmen adayı yönelttiği tüm soruları öğrencinin keşfetmesini sağlamayı amaçlamıştır. Öğrenciye genellemesi ile ilgili yönelttiği sorular örneğin önce kendi düşüncesi ile durumu yansıtan ardından genellemesindeki yanlış gerekçeye dayalı ifadeler hep öğrencinin düşüncesine dayandırılarak oluşturulmuştur. Öğretmen adayının verdiği yanıtlarda bir kolaydan zora doğru aşamalılık vardır. Önce tam sayı tabanı, ardından rasyonel sayı tabanı örneği istemektedir. Böylece öğrencinin matematiksel anlayışını genişletmeye çalışmaktadır. Öğretmen adayı öğrenciye her aşama da planladığı aşamayı sorgulatacağını vurgulamıştır. Ayrıca öğretmen adayı farklı temsil biçimlerden yararlanabileceğini yani durumun farklı çözüm yollarını göster adına işlem yapabileceğini belirtmiştir. Bunun içinde grafik aracılığıyla öğrencinin fonksiyon üzerinden öğrencinin fark edebilmesi bir sonraki adımı planlayabileceğini ifade etmiştir.

NOTIMATH'in bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH değerlendirmesinde ilk olarak öğretmen adayının kodlama çerçevesine dair uygunluğu ifade edilmiştir. Öğretmen adayının öğrenciye grafiksel temsil sunduğuna, bu grafiksel temsil yardımıyla görsel ve kavram anlamayı bir araya getirdiğini belirtmiştir. Böylece işlemsel anlamadan kavramsal anlamaya doğru bir geçiş sağlanmıştır. Öğretmen adayının öğrenciye yönelttiği örnekleri neden böyle? sorusuyla karşı karşıya bırakmasının

önemli olduğunu vurgulamıştır. Yöneltilen örneklerin bir düzen ve sistem içinde olduğu ifade edilmiştir. Bu nedenlerle öğretimsel karar verme becerisine dair sağlam kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

Birinci ve ikinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sağlam kanıt olarak sınıflandırılan yanıtların karşılaştırılması

Her iki uygulamadaki sağlam kanıt örneklerinde öğrenci düşüncesi merkeze alınmıştır. İkinci uygulamadaki örnekte soruların sırası, farklı taban ve üslerin karşılaştırılması ve grafiksel temsil daha ayrıntılı açıklanmıştır. Ancak örnekler farklı senaryo ve katılımcılara aittir. Bu nedenle karşılaştırma bireysel gelişimi kanıtlamak için değil, sağlam kanıt düzeyindeki yanıtların farklı özelliklerini göstermek amacıyla kullanılmıştır.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine dair sınırlı kanıt örneği

Birinci uygulamadaki sınırlı kanıt örneği, aynı senaryodaki sağlam ve yetersiz kanıt örnekleriyle karşılaştırmaya imkân verdiği için 1. senaryodan seçilmiştir.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisinde sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 1'e ait seçilmiş tek yanıt örneği:

Tabanın negatif veya pozitif tam sayı olması durumunda neler olacak ve devamında üssü negatif veya pozitif olması ne gibi bir sonuca vardtacaktır? Diye soru sorarak farklı durumları neler olabileceğini sorarım. Yapamazsa ona birkaç üslü ifade verip nasıl yapabileceği hakkında yorum yaptırırım. Bilişsel çelişki yaşatarak olası kavram yanlışlığı ve hataları düzelmeye çalışırım.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sınırlı kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayı yanıtında öğrencilere sorular sorarak durumu sorgulatmayı hedeflemiştir ancak öğretmen adayı yönelttiği soruları neye dayandığını niçin bu soruları öğrencilere yönelttiğini dile getirmemiştir. Öğrenciye sorgulatmayı amaçlasa da öğrencinin yapamadığı durumda direkt öğrenciye üslü gösterim örneklerini kendisi vermeyi düşünmüştür. Bilişsel çelişki yaratarak kavram yanlışlıklarını ve hataları yok edeceğini ifade etmiş ancak bu kavram yanlışlıklarına, hatalarına değinmediği gibi bilişsel çatışmayı nasıl gerçekleştireceğini açmamıştır. Öğretmen adayının yanıtı genel kalmıştır.

NOTIMATH'in bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH değerlendirmesinde öncelikle öğretmen adayını öğretimsel karar verme becerisine ilişkin başarılı olduğu yönleri ifade etmiş ardından eksikliklerini açıklamıştır. NOTIMATH öğretmen adayının kavram yanılgısı için bilişsel çelişki yaratmasını, örnekler vererek öğrenciyi düşündürmeye sevk etmeye çalışmasını ve farklı üs taban örnekleri üzerinden sorgulama yapmaya çalışmasını başarılı bulmuştur. Öğretmen adayının bu davranışlarının öğrenciye odaklandığını ve Maarif modeli ile uygun olduğunu belirtmiştir. NOTIMATH öğretmen adayının öğrencilere yönelttiği örnekleri neden tercih ettiğini, öğrencinin oluşturduğu genellemeyi öğrenciye nasıl fark ettirebileceğini belirtmemesini eksik bulmuştur. Öğrencinin her zaman hesaplaması gerekir düşüncesini nasıl yıkacağını belirtmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğretmen adayının yanıtının verdiği örnekleri öğrencinin hangi düşüncesine yönelik ifade ettiğini belirtmemesi yanıtın genel kalmasına neden olmuştur. Bu nedenlerden dolayı yanıt sınırlı kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

İkinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sınırlı kanıt örneği

Öğretmen adayı öğrenci çözümü için NOTIMATH uygulamasından aldığı geri bildirimler sonucunda iki kez yanıt vermiştir. İlk yanıt yetersiz kanıt iken ikinci yanıt sınırlı kanıt olarak sınıflandırılmıştır. Senaryo birden sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan yanıtın seçilmesinin sebebi birinci uygulamadaki sınırlı kanıt örneği ile daha iyi karşılaştırabilmesi adına tercih edilmiştir.

İkinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisinde sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 1'e ait seçilmiş son yanıt örneği:

$\left(\frac{1}{120}\right)^{-5}$ ve $\left(\frac{1}{8}\right)^5$ peki bu ifadelerde sayısal değer hesaplayıp karşılaştırması zor olmaz mı? onun yerine daha yapısal düşünsen örneğin bu soruda üsleri karşılaştırsak doğru sonuca ulaşabilir miyiz sence? sorusunu öğrenciye yöneltirdim. Öğrenci bu soruyu düşündükten sonra $\left(\frac{1}{2}\right)^4$ ve $\left(\frac{1}{2}\right)^7$ ifadelerini karşılaştırınız. Sorusunu yani aynı taban için farklı üsleri tablo şeklinde inceleyebileceği bir soru yöneltirdim.

İkinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sınırlı kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayları rasyonel tabanlarda ve üs kısmında büyük sayılar vererek öğrencinin her zaman hesaplama sayısal değerleri hesaplarını genellemesini yıkmaya çalışmaktadır. Değerleri hesapların karşılaştırması zor olmaz mı diye öğrenciye sorgulatmıştır. Öğretmen adayına farklı bir öğretimsel hamle sunarak matematiksel anlayışını genişletmeye çalışması olumlu bir hamledir. Öğretmen adayları burada büyük sayılar üzerine verdiği örneği ve aynı tabanlara ait örneği öğrencinin hangi düşüncesine dayandığını daha fazla açıklayabilirdi.

NOTIMATH'ın bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH öğretmen adayının öncelikle olumlu ifadelerini ardından eksiklerini açıklamıştır. NOTIMATH öğretmen adayının öğrencinin sorgulaması için büyük sayılar içeren örneklerle işlemsel düşüncesini kırmayı hedeflemesini, daha yapısal düşünsen şeklinde öğrenciyi yönlendirmesini ve aynı tabanlı ifadeleri tablo şeklinde sunmayı farklı bir strateji ile ele almasını sağlamayı olumlu bulmuştur. NOTIMATH bu adımların öğrencinin kavramsal gelişimini ve monotonluk kavramına dair gelişimini hedefleyen bir adım olarak görmüştür.

NOTIMATH öğretmen adayının bu önerdiği örnekleri nasıl uygulayacağını, sırasını ve kavramsal gelişimini nasıl sağlayacağını ve sistemli bir biçimde ifade etmediğini belirtmiştir. Öğrencinin rasyonel sayılara ilişkin yanlış genellemesini nasıl dönüştüreceğini betimlememiştir. Öğrencinin matematiksel düşüncesini nasıl gerekçelendirmesi gerektiğini açmamıştır. Öğretmen adayının yanıtı güçlü hedef içeren hamleler barındırsa da tam anlamıyla bu hedeflerin neye dayandığı açıklanmadığı için öğretimsel karar verme becerisine dair sınırlı kanıt olarak sınıflandırılmıştır.

Birinci ve ikinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sınırlı kanıt olarak sınıflandırılan yanıtların karşılaştırılması

Birinci uygulamadaki sınırlı kanıt örneğinde sorulacak soru türleri belirtilmiş, ancak örneklerin içeriği ve hedeflenen öğrenci düşüncesi yeterince açıklanmamıştır. İkinci uygulamadaki örnekte kullanılacak sayısal ifadeler ve tablo stratejisi daha somut olarak

verilmiştir. Buna rağmen önerilerin sırası ve öğrencinin hatalı genellemesini nasıl değiştireceği açıklanmadığı için yanıt sınırlı kanıt düzeyinde kalmıştır.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine dair yetersiz kanıt örneği

Birinci uygulamadaki yetersiz kanıt örneği, öğrenci düşüncesine dayalı somut bir öğretimsel hamle içermemesi bakımından kategoriye açık biçimde yansıttığı için seçilmiştir.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisinde yetersiz kanıt olarak sınıflandırılan Senaryo 1'e ait seçilmiş tek yanıt örneği:

Üçüncü soruda öğrencinin aslında ezberci bakış açısını kırmak için daha çok kurallaştırma yapabilirim. Yöntem yanlış olmasa da daha net açıklanabilir.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin yetersiz kanıt örneğinin değerlendirilmesi

Öğretmen adayı öğrencinin matematiksel düşüncesinden farklı olarak herhangi bir problem ya da öğretimsel hamle önermemiştir. Kurallaştırma yapılması ve yöntemin yanlış olduğunun açıklanması öğretmen odaklı bir yaklaşım benimsendiğini gösterir. Bu öğretimsel karar verme becerisinde yetersiz kanıt içeren yanıtların çoğunun ortak özelliğidir. Öğrencini keşfetmesine yönelik herhangi bir hamle içermemektedir. Öğrenci çözümündeki geçirilen sayısal ifadelerle hiç değinmemiştir. İşlemsel özelliklerden bahsedilmemiştir. Öğretmen adayı öğrencinin ezberci bakış açısından bahsetmiştir ancak bu ezberci bakış açısını ne olduğu neyden kaynakladığını belirtmemiştir. Yöntemin doğru olduğu ifade edilmiş ama yaptığı genellemedeki hataya hiç değinilmemiştir. Yöntemin daha net açıklanması benzer ifadeyi tekrar vermeye yöneliktir ki bu öğretimsel karar verme becerisi için istenen bir şey değildir.

NOTIMATH'ın bu yanıtla ilişkin geri bildirimi, etkileşim kaydının bir parçası olarak aşağıda özetlenmiştir.

NOTIMATH öğretmen adayının ezberci bakış açısının kırılması gerekliliğini ifade etmesini, daha fazla kurallaştırma yapılabileceğini belirtmesini ve yöntemin daha net açıklanmasının yapılması gerektiği ifadelerini genel bulmuştur. NOTIMATH öğretmen

adayının yanıtının öğrencinin merkezde olduğu, keşfetmeye ve muhakemeye dayalı olmaması sebebiyle maarif modelindeki düşünceleri yansıtmadığını ifade etmiştir. Adayın yanıtındaki ifadeler yapılandırmamış ve öğrenci düşüncesini içermemektedir.

NOTIMATH önemli bir eksiklik olarak da önerilen adımların somut öğretimsel hamleler içermemesidir. Soruların içeriklerine, farklı kullanılabilecek stratejilere örneğin grafik, tablo vb. değinilmemesidir. Öğrencinin düşüncesini bir sonraki adıma taşıyacak hamleler içermemektedir. Bu sebeplerden dolayı yanıt öğretimsel karar verme becerisinde yetersiz olarak sınıflandırılmıştır.

İkinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin yetersiz kanıt

İkinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisinde yetersiz kanıt olarak sınıflandırılan bir yanıt bulunmamaktadır.

Birinci ve ikinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisine ilişkin yetersiz kanıt olarak sınıflandırılan yanıtların karşılaştırılması

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisinde yetersiz kanıt düzeyinde yanıt bulunmuş, ikinci uygulamada ise bu düzeyde yanıt görülmemiştir. İkinci uygulamadaki oluşturulan son yanıtların tamamı en az sınırlı kanıt ölçütlerini karşılamıştır. Bu sonuç çoklu geri bildirim ve yanıtı yeniden düzenleme imkânıyla ilişkili olabilir. Ancak birinci uygulama deneyimi ve aynı senaryoların tekrar kullanılması da dikkate alınmıştır.

4.1.4 NOTIMATH Geri bildirimleri sonrasında yanıtların yeniden yapılandırılması

Bu alt bölümde ikinci uygulamadan seçilen ilk yanıt, NOTIMATH geri bildirimi ve son yanıt birlikte incelenmiştir. Amaç, geri bildirim sonrasında yanıtların hangi yönlerden yeniden düzenlendiğini görünür kılmaktır. Seçilen diziler bütün katılımcıların ve bütün senaryoların aynı biçimde değiştiğini göstermek için değil, veri içinde gözlenen farklı yeniden yapılandırma biçimlerini örneklendirmek için kullanılmıştır.

Seçili dizilerde gözlenen yeniden yapılandırma örüntüleri Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2: Seçili ilk yanıt, geri bildirim ve son yanıt süreçlerindeki yeniden yapılandırma örüntüleri

Beceri	İlk yanıtta temel görünüm	Geri bildirim sonrasında yapılan düzenleme	Son yanıtın niteliği
Dikkate alma	Öğrencinin hatası ve kullandığı işlem genel biçimde belirtilmiş; hatalı genelleme ve matematiksel dayanaklar sınırlı açıklanmıştır.	Öğrencinin karekök işlemini toplama üzerine dağıtması, işlem kolaylığına yönelmesi, sembolik benzerlikten etkilenmesi ve genellemesini sınamaması ayrıntılandırılmıştır.	Seçili örnekte yanıt sınırlı kanıttan sağlam kanıta geçmiş; öğrenci düşüncesindeki matematiksel ayrıntılar daha açık hâle gelmiştir.
Yorumlama	Öğrencinin ezbere veya sezgisel davrandığı ifade edilmiş; bu yorumların çözümdeki hangi kanıtlara dayandığı yeterince gösterilmemiştir.	İşlemsel ve kavramsal bilgi ayrımı, yanlış genellemenin olası kaynağı ve öğrencinin neyi bilip bilmediği çözümdeki kanıtlarla ilişkilendirilmiştir.	Seçili örnekte yanıt sınırlı kanıttan sağlam kanıta geçmiş; öğrenci anlayışına ilişkin çıkarımlar daha gerekçeli hâle gelmiştir.
Öğretimsel karar verme	Öneri genel kalmış veya öğrenci düşüncesine dayalı somut bir öğretimsel hamle içermemiştir.	Büyük sayılar, aynı tabanlı ifadeler, tablo veya grafik gibi somut örnek ve temsiller; yönlendirici sorular ve karşıt örnekler eklenmiştir.	Seçili örnekte yanıt yetersiz kanıttan sınırlı kanıta geçmiş; buna rağmen hamlelerin sırası, hedefi ve öğrencinin düşüncesini nasıl dönüştüreceği tam açıklanmamıştır.

Seçili örnekler, NOTIMATH geri bildirimlerinin öğretmen adaylarını yanıtlarını ayrıntılandırmaya ve öğrenci düşüncesiyle daha açık ilişki kurmaya yöneltebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte bütün revizyonlar aynı düzeyde sonuçlanmamış; oluşturulan bazı son yanıtlar daha ayrıntılı hâle gelmesine rağmen sınırlı kanıt düzeyinde kalmıştır. Bu nedenle revizyon dizileri, aracın tek başına nedensel etkisinin kanıtı olarak değil, aynı senaryolarla yeniden karşılaşma, önceki uygulama deneyimi ve çoklu geri bildirim yapısıyla birlikte oluşan süreç verisi olarak yorumlanmıştır.

4.2 Uygulama Öncesi ve Birinci Uygulama Sonrası Görüşme Bulguları

Bu başlık altında uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmelerden elde edilen bulgular sunulmuştur. Bulgular, öğretmen adaylarının profesyonel fark etmeye ve NOTIMATH kullanım deneyimine ilişkin görüşlerini içermektedir.

Görüşme verileri dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerilerine göre düzenlenmiştir. Her alt bölümde önce uygulama öncesi, daha sonra birinci uygulama sonrası görüşmelerden elde edilen kodlara ve katılımcı ifadelerine yer verilmiştir.

4.2.1 Dikkate alma becerisine ilişkin görüşme bulguları

Bu alt bölümde, uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adaylarının öğrencinin matematiksel düşüncesini dikkate almaya ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bulgular Tablo 4.3'te; öğrenci düşüncesini ve öğrenme sürecini dikkate alma, analitik inceleme ve değerlendirme ve matematiksel çözümün doğruluğunu dikkate alma kategorileri altında sunulmuştur.

Öğrenci düşüncesini ve öğrenme sürecini dikkate alma kategorisi Tablo 4.3'te incelendiğinde öğretmen adayları çoğunlukla gözlem yaparak öğrenci düşüncesini açıklamışlardır. Öğretmen adayı Ö5 görünür davranışları gözlemleye ve davranışlardan kaynaklanan gözlem farklılığına önem vermektedir. Ö5 görünür davranışı gözlemleyebildiğini *“Öğrencinin işlemini rahatça gözlemleyebiliyorum.”* Şeklinde davranışlardan kaynaklı gözlem farklılığını *“Hiperaktif öğrenciyi daha iyi gözlemlerim.”*, *“İçe kapanık öğrenciyi daha az gözlemleyebilirim.”* şeklinde açıklamıştır. Öğretmen adayı Ö2 ise gözleme dayalı tespit yapmaya önem vermiştir. Ö2, *“Bir soru çözerken aslında göz kontağı da kuruyoruz orada zorlandığı kısımlara dikkat ediyorum.”* İfadesinde bulunarak gözleme dayalı tespit yaptığını belirtmiştir.

Uygulama öncesinde öğretmen adaylarından Ö3, öğrencinin matematiksel düşüncesindeki öğrenme zorluğunu fark ettiğini ve belirlediğini ifade etmiştir. Ö3, *“Bazı senaryolarda eee hatayı ya da işte yanlış ya da kısmi doğru mıydı kısmi doğru kısmi hata aynen onları en başta çok fark edemedim açıkçası.”* ve *“Hangi konularda zorlandığını öğrendim.”* açıklamalarına yer vermiştir. Birinci uygulama sonrasında ise geri bildirimler aracılığıyla öğrenme zorluklarının farkına varma, öğrenci düşüncesini dikkate alma bakımından öne çıkan konulardan biri olmuştur. Ö2 bu durumu, *“Benim sadece hata olarak gördüğümü aslında o öyle de olmayabilir şeklinde bana açıklamıştı.”* sözleriyle ifade etmiştir.

Uygulama öncesinde öğretmen adaylarından Ö3 ve Ö4 öğrenci ile iletişim kurarak öğrencinin düşüncesini belirlemeye odaklanmıştır. Ö4, *“Kavrayamadığım durumlarda bunları öğrenciyle görüşüm hani o şekilde bir netlik kazanırım diye düşünüyorum.”* açıklamasında bulunmuştur. Uygulama sonra da daha öğrenci odaklı ilerleyen öğretmen adaylarından Ö1, öğretmen ve öğrenci iletişiminin önemine dikkat çekmiş, Ö3 ise doğrudan öğrenci düşüncesine odaklandığını belirtmiştir. Ö3, *“Öğrencinin nasıl düşündüğüne ve önce öğrencinin ne yaptığına odaklandım.”* açıklamasında bulunmuştur.

Birinci uygulama sonrasında öğretmen adaylarından Ö1 ve Ö2 bireysel düşünce farklılıklarına ilişkin farkındalığı vurgulamıştır. Ö2, *“Her öğrencinin farklı düşündüğünü gördüm. Her öğrencinin aslında orada bir kavramdan bile aslında farklı şeyler anlattığını görmüş oldum.”* şeklinde görüşünü belirtmiştir.

Analitik inceleme ve değerlendirme kategorisi Tablo 4.3’te incelendiğinde, uygulama öncesinde öğretmen adaylarının öğrencinin matematiksel düşünmesini ele alırken farklı unsurlara odaklandıkları görülmektedir. Ö1 bütüncül bir ilk inceleme yaptığını, Ö3 verilenleri ve sonucun doğru ifade edilmesini dikkate aldığını, Ö5 ise sistematik yazıma önem verdiğini belirtmiştir. Ö2 de sonucun doğru ifade edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ö1, bütüncül inceleme yaklaşımını *“Öncelikle sanırım başta bir bütün yanıtı okuyorum analiz etmeden önce ne yaptı ne etti hani genel bir bakış yapıyorum.”* sözleriyle açıklamıştır. Ö5 ise sistematik yazıma verdiği önemi, *“Sistematik olmasına çok önem veriyorum. Başkası da okuduğunda anlayabilmeli.”* şeklinde ifade etmiştir.

Birinci uygulama sonrasında Ö1 derinlemesine düşünmenin önemini fark ettiğini belirtirken Ö2, Ö4 ve Ö5 yanıtları daha ayrıntılı analiz etmenin gerekliliğini vurgulamıştır. Ö2 bu durumu, *“Daha detaylandırmamı, daha fazla düşünmemi sağladı.”* şeklinde açıklamıştır.

Matematiksel çözümün doğruluğunu dikkate alma kategorisinde Tablo 4.3’te incelendiğinde Öğretmen adaylarından Ö3 için öğrencinin düşüncesindeki işlem hatasını kontrol etmek, Ö2 için ise bu hatayı direkt tespit etmeyi önemli görülmüştür. Bu kapsamda Ö2, *“Nerede hata yaptığını görmek isterim.”* İfadesine yer vermiştir. Uygulama öncesine benzer olarak öğretmen adaylarından Ö2 ve Ö3 öğrencinin matematiksel düşüncesine dair doğru yanlış tespiti yapmaya devam etmektedir. Ö2 doğru yanlış tespitini *“Öncelikle ben öğrencinin aslında ilk önce soruyu doğru çözmüş mü ona baktım.”* şeklinde dile getirmiştir.

Tablo 4.3’teki bulgular, uygulama öncesi görüşmelerde gözlem, hata belirleme ve öğrenme zorluğunu fark etme gibi daha genel açıklamaların öne çıktığını; birinci uygulama sonrası görüşmelerde ise öğrenci düşüncesine odaklanma, bireysel farklılıkların farkına varma ve yanıtları daha derinlemesine inceleme ifadelerinin belirginleştiğini göstermektedir. Doğru-yanlış tespiti ise her iki zaman noktasında da varlığını sürdürmüştür.

Tablo 4.3: Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası dikkate alma becerisine ilişkin kodlar

Beceri	Kategori	Uygulama Öncesi kodlar	Birinci Uygulama Sonrası Kodlar
Dikkate Alma	Öğrenci düşüncesini ve öğrenme sürecini dikkate alma	Görünür davranışları gözlemlene (Ö5) Davranışa dayalı gözlem farklılığı (Ö5) Gözleme dayalı tespit (Ö2) Öğrenme zorluğunu fark etme (Ö3) Öğrenme zorluğunu belirleme (Ö3) Öğrenci ile iletişim kurarak belirleme (Ö3, Ö4)	Bireysel düşünce farkındalığı (Ö1, Ö2) Geri bildirimler aracılığıyla öğrenme zorluğunun farkına varma (Ö1, Ö2, Ö4, Ö5) Öğrenci düşüncesine odaklanma (Ö3) Öğretmen ve öğrenci iletişiminin önemi (Ö1)
	Analitik inceleme ve değerlendirme	Bütüncül ilk inceleme (Ö1) Verilenleri belirleme (Ö3) Sistematiik Yazım (Ö5) Sonucun doğru ifade edilmesi (Ö2)	Derin düşünebilmeyi fark etme (Ö1) Derinlemesine analiz (Ö2, Ö4, Ö5)
	Matematiksel çözümün doğruluğunu dikkate alma	İşlem hatası kontrolü (Ö1) Hata tespiti (Ö2)	Doğru- yanlış tespiti (Ö2, Ö3)

4.2.2 Yorumlama becerisine ilişkin görüşme bulguları

Bu alt bölümde, uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adaylarının öğrencinin matematiksel düşüncesini yorumlamaya ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bulgular Tablo 4.4’te; mesleki öz farkındalık ve öz değerlendirme, öğrenci düşüncesini anlama ve yorumlama, hata ve öğrenme zorluklarını analiz etme ve öğretim sürecine ilişkin pedagojik değerlendirme kategorileri altında sunulmuştur.

Mesleki öz farkındalık ve öz değerlendirme kategorisi Tablo 4.4’te incelendiğinde, uygulama öncesinde öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesini yorumlarken kendi yeterliklerini daha çok genel mesleki gelişim algıları üzerinden ifade ettikleri görülmektedir. Öz değerlendirme düzeyi, mesleki gelişim farkındalığı ve deneyim temelli değerlendirme bu açıklamalarda öne çıkmıştır. Ö4, “*Tam olarak yeterli olduğumu düşünmüyorum.*” ifadesiyle kendi yeterliğini değerlendirmiştir. Ö1 ise deneyim temelli değerlendirme ve mesleki gelişim farkındalığını, “*Kendi geçmiş deneyimlerimden yola çıkarak yorum yapıyorum. Staj okuluna gittiğimden yola çıkarak...*” ve “*Kendimde geliştirmeye çalışıyorum.*” sözleriyle açıklamıştır.

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adaylarının öz değerlendirmelerini daha çok öğrenci çözümlerini inceleme süreci üzerinden yaptıkları görülmüştür. Ö1 pedagojik

açıdan eksik gördüğü yönlerinden söz ederken diğer adaylar uygulama sürecindeki yanıtlarını temel alarak kendilerini değerlendirmiştir. Ö5, “*Bir skalada düşünecek olursam orta seviyede olarak değerlendiririm. Benim daha gidecek çok yolum olduğunu düşünüyorum uygulamanın bana kazandırdığı fark etme olarak da evet yine mesela senaryoların 1. senaryoyla 7. senaryo arasında e bir fark vardı bende de çünkü daha çok gelişti yanıtları gördükçe aslında.*” şeklinde görüş bildirmiştir.

Öğretmen adaylarının birinci uygulama sonrasında kendi eksiklerini fark etmeleri ve yanıtlarını süreç üzerinden değerlendirmeleri, mesleki gelişime ve öz değerlendirmeye açık olduklarını gösteren katılımcı görüşleri olarak ele alınmıştır.

Öğrenci düşüncesini anlama ve yorumlama kategorisi Tablo 4.4’te incelendiğinde, uygulama öncesinde adayların öğrenci çözümlerini anlamaya yönelik genel sorular ve açıklamalar kullandıkları görülmektedir. Ö4 bu yaklaşımını, “*Sorunun çözümünde nasıl bir yol izledin? Hangi stratejiyi kullandın veya çözümü buldun eee ama işte hangi yoldan buldun?*” sözleriyle ifade etmiştir. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde ise öğrenci düşüncesini sorgulama, aktarma, analiz etme, öğrenme zorluğunu belirleme ve düşünceden çıkarım yapma daha belirgin hâle gelmiştir. Ö4, “*Öğrenci hatasında neyi nasıl yapmam gerektiğini hangi aşamalarla ilerlemem gerektiğinde bana söyledi.*” şeklinde görüş bildirmiştir. Adayların matematiksel muhakemeyi inceleme, işlemsel ve kavramsal bilgi arasında ayırım yapma ve genellemeleri sorgulama gereğine vurgu yapmaları, yorumlama sürecine ilişkin açıklamalarının ayrıntılandığını göstermektedir. Ö4 bu durumu, “*Daha çok genel ifadeler ve aslında yargı bildiren ifadeler kullandığımı söyledi. Bunu biraz değiştirmek isterdim çünkü genel ifade değil de daha çok böyle daha iyi analiz edilerek öğrenci cevabının düştüğü hatanın daha iyi eee analiz edip o şekilde eee öğrenciye yaklaşmak gerektiğini düşünüyorum.*” sözleriyle açıklamıştır.

Hata ve öğrenme zorluklarını analiz etme kategorisi Tablo 4.4’te incelendiğinde, uygulama öncesinde adayların daha çok hatayı ve öğrenme zorluğunu belirlemeye odaklandıkları; birinci uygulama sonrası görüşmelerde ise hatanın hangi düşünceden kaynaklanmış olabileceğini sorguladıkları görülmektedir. Uygulama öncesinde Ö2, “*Kavram yanılgısı yaratabilecek kısımları değerlendiriyorum.*” açıklamasında bulunmuştur. Birinci uygulama sonrasında Ö5 ise “*Hatayı yapıyor ve bunu nasıl genelliyor olabilir gibi soruları kendime*

sordum aslında. Bazen bir yanıtın içinde birçok düşünce hani farklı yanlış düşünce olarak nitelendireceğim şeyler olduğunu gördüm.” şeklinde görüş bildirmiştir.

Öğretim sürecine ilişkin pedagojik değerlendirme kategorisi Tablo 4.4’te incelendiğinde, uygulama öncesinde öğretmen adaylarının çözüm sürecini ve öğrenme zorluklarını önceden fark etmeye odaklandıkları görülmektedir. Ö5, *“Süreç analizinde de çok dikkat ediyorum yani orada mesela verdiği yanıtlar veya zorlandığı kısımlar olabiliyor.”* ve *“Biz hep sonuç olarak düşünüyoruz.”* açıklamalarında bulunmuştur. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde ise öğrenciyle iletişim ve Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli’ndeki becerilerle ilişkilendirme üzerinde durulmuştur. Ö3, *“Programa göre değerlendirdiğimde yorumlarımı zaten pedagojik ve bilişsel açıdan da değerlendirmiş oluyorum mesela iletişim ya da muhakeme yönünde maarif modelindeki bu becerilere göre değerlendirdiğimde zaten iletişim kısmında öğrenci eksik olduğu zaman eee pedagojik olarak da eksik olduğunu düşünüyorum ya da bilişsel açıdan eee ya da muhakeme etmede sıkıntı yaşıyorsa yine bu konularda eksik olduğunu düşünüyorum.”* şeklinde görüşünü belirtmiştir. Bu ifadeler, katılımcıların öğrenci düşüncesini yorumlarken programdaki iletişim ve muhakeme becerilerini de dikkate aldıklarını göstermektedir.

Tablo 4.4’teki bulgular, uygulama öncesi görüşmelerde öğretmen adaylarının genel mesleki yeterlik algıları, hata belirleme ve çözüm sürecine ilişkin açıklamalar yaptıklarını; birinci uygulama sonrası görüşmelerde ise öğrencinin akıl yürütmesini, hatanın olası kaynağını ve kendi eksiklerini daha eleştirel biçimde değerlendirdiklerini göstermektedir. Bu ifadeler katılımcıların öz değerlendirmelerini yansıtmaktadır; profesyonel fark etme becerisindeki değişimin tek başına ölçüsü olarak ele alınmamıştır.

Tablo 4.4: Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası yorumlama becerisine ilişkin kodlar

Beceri	Kategori	Uygulama Öncesi Kodlar	Birinci Uygulama Sonrası Kodlar
Yorumlama	Mesleki öz farkındalık ve öz değerlendirme	Öz değerlendirme düzeyi (Ö1, Ö2, Ö4) Mesleki gelişim farkındalığı (Ö1, Ö5) Deneyim temelli değerlendirme (Ö1, Ö4, Ö5) Matematiksel yeterlik düzeyi (Ö3) Bilgi eksikliği (Ö3) Duyuşsal farkındalık (Ö3, Ö5)	Kendi pedagojik eksikliğini fark etme (Ö1) Değerlendirme süreci üzerinden öz değerlendirme (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5)
	Öğrenci düşüncesini anlama ve yorumlama	Öğrenme zorluğunu inceleme (Ö1) Bireysel farklılık açıklaması (Ö1) Çözüm stratejisini sorgulama (Ö3, Ö4) Düşüncesini yazılı olarak ifade etmesini isteme (Ö2) Farklı sorular üzerinden düzey belirleme (Ö3) Sorular üzerinden temele inme (Ö3)	Öğrenci düşüncesini sorgulama (Ö4) Öğrencinin düşünme sürecini aktarma (Ö4) Öğrenci düşüncesini analiz etme (Ö1, Ö4, Ö5) Öğrenci düşüncesinden çıkarım yapma (Ö5) Empati kurarak anlama (Ö3, Ö5) Öğrenci düşüncesine göre öğrenim zorluğunu belirleme (Ö4) Yanıtları derinlemesine analiz etme gerekliliği (Ö4, Ö5) Çözüm sürecini analiz etme (Ö4) Matematiksel muhakemeyi inceleme (Ö4) İşlemsel ve kavramsal bilgi ayrımı (Ö2, Ö3, Ö4) Genellemeyi sorgulama (Ö3)
	Hata ve öğrenme zorluklarını analiz etme	Hata kaynağını belirleme güçlüğü (Ö4) Verilen ve istenene göre hata analizi (Ö1) Kavram yanlışlığı analizi (Ö2) Öğrenme zorluklarını belirleme (Ö1)	Oluşan hataları fark etme ve sorgulama (Ö5)
	Öğretim sürecine ilişkin pedagojik değerlendirme	Süreç karmaşıklığı algısı (Ö4) Süreç değerlendirme önemi (Ö2) Öğretim hayatında öğrenme zorluklarını önceden belirlemenin katkısı (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5)	Öğretmen ve öğrenci iletişiminden yararlanma (Ö3) Maarif modeli temelli pedagojik ve bilişsel değerlendirme (Ö2, Ö3) Maarif modeli dayalı değerlendirme (Ö3, Ö5)

4.2.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin görüşme bulguları

Bu alt bölümde, uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adaylarının öğretimsel karar vermeye ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bulgular Tablo 4.5'te tanılamaya dayalı öğretimsel karar verme, öğretimsel müdahale ve öğretimi yeniden yapılandırma, öğrenciyi düşünmeye yönlendirme, öğretimin farklılaştırılması, öğretim strateji ve yöntemlerinden yararlanma, geri bildirim ve değerlendirme temelli öğretimsel karar verme ve destekleyici öğretim kaynakları ile mesleki gelişim kategorileri altında sunulmuştur.

Tanılamaya dayalı öğretimsel karar verme kategorisi Tablo 4.5'te incelendiğinde, öğretmen adaylarının hem uygulama öncesinde hem de birinci uygulama sonrasında çoğunlukla öğrenciyi temel alarak bir sonraki adıma karar verdikleri görülmektedir. Uygulama öncesinde öğrenme zorluklarına yönelik planlama ve tanılamaya dayalı müdahale öne çıkarken, birinci uygulama sonrasında öğrenme zorluğuna nasıl karşılık verileceğine ilişkin açıklamalar belirginleşmiştir. Ö2, *“Nerede zorlanabileceğini görüyorsunuz nerede hata yapabileceğini görüyorsunuz bir sonraki ders ilerlemesi şekli olarak ben mesela ben hani eğer çok kavram yanlışına düşen bir öğrenci ise mesela daha fazla örnek çözüyorum daha fazla onun görmesini sağlıyorum o yüzden daha yavaş ilerliyorum.”* şeklinde görüş bildirmiştir. Ö4 ise birinci uygulama sonrasında, *“Öğrencinin düştüğü kavram yanlışını bulmaya çalıştım sonra bu kavram yanlışını nasıl düzeltmem gerektiği konusunda değerlendirme yaptım.”* açıklamasında bulunmuştur. Öğrenci yanıtlarının öğretimsel kararlar açısından önemli görüldüğü de belirlenmiştir. Ö3, *“Öğrencinin bana sorduğu sorulara göre karar veririm ya da değerlendiririm.”* derken Ö4, *“Senaryoda öğrenci görüşüne göre eee kavram yanlışını ve hatasını belirliyor. İlerde ben böyle yapacağımı düşünüyorum.”* şeklinde ifade etmiştir. Ö2 ise öğrenci çıktısına dayalı planlamayı, *“Ben eğer bir ona görev veriyorsam eğer onu nasıl yerine getiriyor onu değerlendiririm önce. Ondan nasıl bir çıktı aldık eee mesela anlamış mı anlamamış mı... aslında öğrencinin bana verdiği çıktılarına dayanarak ben ders adımını ilerletiyorum.”* sözleriyle açıklamıştır.

Öğretimsel müdahale ve öğretimi yeniden yapılandırma kategorisi Tablo 4.5'te incelendiğinde, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve birinci uygulama sonrasında çeşitli müdahale önerileri sundukları görülmektedir. Uygulama öncesinde yeniden yapılandırılmış öğretim, alternatif öğretim yolları ve eksik öğrenmelere göre tekrar planlama öne çıkmıştır. Ö1, *“Geçmişteki konularına bir bakarım önceki öğrenmelerini öğrenme çıktılarına ona göre aslında bir yol çizer tekrardan o konuyu yapılandırıp onun*

bir daha sunarım.” şeklinde görüş bildirmiştir. Ö3, “Eğer öğrenci hâlâ anlamamışsa o zaman farklı bir yöntem kullanıyorum mesela grafik kullan ya da ne bileyim farklı bir yöntemle çöz o zaman tercih ediyorum farklı yöntemi böyle düşünüyorum.” derken Ö1 eksik öğrenmelere göre yeniden yapılandırmayı, “Anlamadıysa bir daha konunun üstünden geçiririm... geri bildirimim tam sağlamadıysa o konunun üzerinden bir daha geçip ona göre ilerlerim.” sözleriyle açıklamıştır.

Uygulama öncesinde farklı örnekler çözdürme ve önceki konuya ilişkin kısa tekrar yapma önerileri de dile getirilmiştir. Ö2, *“Farklı bir örnek yaparım bunu çöz derim.”* şeklinde görüş bildirmiştir. Ö5 ise kısa tekrar planını, *“Bir sonraki derste hani biraz daha tekrar amaçlı olabilir ya da hani tam olarak bir ders saatini tamamını tekrara ayırmak değil ama en azından bir 10 dakika ya da soru çözümlerini içerisinde yine planlanabilir bence. Bir sonraki ders planı adımı için yani yine böyle ufak tekrarlar.”* sözleriyle açıklamıştır.

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde adaylar, öğretimsel planlamaya ilişkin geri bildirimlerin kendilerine yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Ö3, *“Öğrenciye nasıl tepki vermem gerektiğini anladım. Ne yapmam gerekir ya da ne yapmamam gerekir mesela benim yazdığım şeylerin bazıları yanlışdır en başta işte onu yapmamam gerektiğini ya da şunu yaparsan daha iyi olur gibi bana olumlu katkısı olduğunu düşünüyorum.”* şeklinde görüş bildirmiştir. Uygulama öncesine benzer biçimde alternatif öğretim yaklaşımları da dile getirilmiştir. Ö3, *“Nüfus yoğunluğu ile ilgili bir soru vardı eee o senaryoda mesela grafik kullanmak benim aklıma hiç gelmemişti öğrencinin yanlış olduğu yerde grafikte göstererek şey yapmak aklıma gelmemişti onu önerdi, özdeşlikleri önermişti.”* açıklamasında bulunmuştur. Ö1 ise yalnızca sonuca değil, sürece ve önceki bilgilere dayalı planlama gereğini, *“Öğrenciye sadece sonuç odaklı değil de yani hani geçmiş bilgileri ve oluşturabileceğim bilgileri kendi arasında da nasıl kullanabileceğime dair bir plan oluşturdu kafamda.”* şeklinde ifade etmiştir.

Öğrenciyi düşünmeye yönlendirme kategorisi Tablo 4.5’te incelendiğinde, öğretmen adaylarının her iki görüşme zamanında da öğrenciyi merkeze alan ve öğrencinin kendi matematiksel düşüncesini sorgulamasını amaçlayan öneriler sundukları görülmektedir. Uygulama öncesinde pekiştirme, soru-cevap, yönlendirme ve bilişsel çatışma gibi öneriler dile getirilmiş; birinci uygulama sonrasında ise öğrencinin hatasını doğrudan söylemek

yerine yönlendirici sorular ve karşıt örneklerle kendisinin fark etmesine daha açık biçimde vurgu yapılmıştır.

Uygulama öncesinde öğretmen adayları öğrenciyi düşünmeye yönlendirmeye ilişkin çeşitli öneriler sunmuştur. Ö4, *“Kendisinin keşfetmesini sağlıyorum.”* diyerek keşfederek öğrenmeyi vurgulamıştır. Ö2, *“Sürekli soruyorum... o günkü konu neyse ona yönelik sorular soruyorum hani bugün ne öğrendik bugün ne kazandık onları bana özetleyebilir misin diye sorular soruyorum.”* şeklinde görüş bildirmiştir. Ö1, *“Hatalarda da zaten ona hatasını belli edip onu gösterip bir daha yapabilir mi diye düşünüp aslında ona göre bir daha soru sorup pekiştirebilirim diye düşünüyorum. Yani genelde bu yolu seçiyorum.”* açıklamasında bulunmuştur. Ö4, *“Doğru cevabı direkt söylemiyorum.”* derken Ö5, *“Soru cevapla da ilerlenebilir.”* ifadesini kullanmıştır. Ö4 ayrıca *“Kavram yanlışlarını gidermek için belli yöntemler var işte bilişsel çatışma yöntemine başvururum.”* şeklinde görüş bildirmiştir.

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde hatayı öğrenciye keşfettirme düşüncesi daha ayrıntılı biçimde ifade edilmiştir. Ö4, *“Öğrenciye direkt hani sen burada yanlış yapmışsın hata yapmışsın değil de öğrenciye hatasını hatasının kendisinin fark etmesi gerektiğini fark ettim. Mesela öğrenci hata yapmış soruda sonrasında ben eee hata yaptığının zıttı bir örnek veriyorum öğrenci hatayı hatasını kendisine fark etmesini sağlıyorum yani direkt burada hata yapmışsın demiyorum.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Ö3 ise yönlendirilmiş keşif sorularından yararlandığını, *“Yönlendirmiş keşif sorusu falan o tarz sorular sordum ki olması gereken de o zaten ama en başta öyle yapmamıştım sadece durumu yorumlamıştım.”* sözleriyle belirtmiştir.

Öğretimin farklılaştırılması kategorisi Tablo 4.5’te incelendiğinde, uygulama öncesinde öğretmen adaylarından bazıları öğrencilerin bireysel farklılıklarına önem gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Uygulama öncesinde bireysel müdahalede bulunduğunu Ö4, *“Gelişimini desteklemek amacıyla daha çok bireysel ilgilenmek isterim.”* şeklinde dile getirirken, bireysel hıza göre planlama yaptığını Ö2 *“Kendi bireysel çalışmasına göre de ayarlarım... bireysel hıza da birazcık dikkat ediyorum.”* şeklinde açıklamıştır. Ö5 ise bir sonraki adıma karar verme farklılaştırma stratejisi gerçekleştirdiğini *“Hani üstün olarak adlandırdığımız hani üstün yetenekli öğrencilerde de yine daha ileri bir ders adımı planlanabilir bence örneğin bilişimsel olarak bir etkinlik yapılabilir matematikle ilgili.”* açıklamıştır.

Öğretimsel karar verme becerisine dair ne kadar bireysellikten bahsedilse de bazı öğretmen adayları farklılaştırmanın aksine ortalama öğrenci düzeyine göre dersi ilerlettiklerini ifade etmişlerdir. Ö1 bu durumu “*Genel olarak bütün öğrencilerin ortalamalı olabilecek düşünme düzeyine ele alarak eee ona göre aslında dersimi ilerletirim hani orta düzey bir öğrenciye göre aslında ben bunu yaparım.*” şeklinde görüşünü ifade etmiştir. Öğretmen adayları hazır bulunuşluğa göre plan yapmayı da etkili bulmuşlardır. Ö1 bu kapsamda “*Bazıları da sarmal şekilde ilerlediği için konular genelde sınıf düzeylerine göre hani önceki konuları anlatıp ona göre ya da hazır bulunuşluklarını test edip ona göre ilerlerim.*” şeklinde ifade etmiştir. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğrenci merkezli öğretim yaklaşımı daha açık biçimde vurgulanmıştır. Ö4, “*Öğrenciyi merkeze alarak daha çok hareket ederdim.*” açıklamasında bulunmuştur.

Öğretim strateji ve yöntemlerinden yararlanma kategorisi Tablo 4.5’te incelendiğinde, öğretmen adaylarının sadece uygulama öncesinde yapılan görüşmelerde öğretim strateji ve yöntemlerine dair görüş belirttikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının bir sonraki adımda karar verirken kullandığı stratejiler öğrenci düşüncesi için önemli stratejilerdir. Bir sonraki adımı planlarken öğretmen adayları günlük hayatla ilişkilendirmeye önem vermişlerdir. Bu kapsamda Ö4, “*Günlük hayattan bir problem durumu o problem durumuna göre işte bunu nasıl...*” açıklamasında bulunmuştur. Sonraki adıma karar verme diğer önemli görülen stratejiler ön bilgilerle yeni öğrenmeleri ilişkilendirme ve farklı strateji kullanımıdır. Ön bilgilerle yeni öğrenmeleri ilişkilendirdiğine dair Ö2, “*Önceki öğrendiklerini mesela hatırlatmaya çalışıyorum yani diyorum ki bak biz bunu bu şekilde öğrenmiştik bu konuya nasıl entegre edeceğim hani aslında birazcık analiz etmesini istiyorum e birazcık akıl yürütmesini istiyorum yani direkt soruya giriş yapmaktansa aslında önceki öğrendikleriyle de birleştirmek istiyorum bu şekilde görünür kılıyorum.*” açıklamasına yer verirken farklı stratejilerden yararlandığını Ö5 de “*Görünür kılmak için teknik yöntem olarak da hani yine buluş yoluyla öğrenme stratejisi kullanabilirim.*” ifadesine yer vermiştir. Bir sonraki adıma karar verme de ele alınan bir diğer yöntem çoklu temsilden yararlanmaya ilişkin görüştür. Ö1, “*Problem çözme stratejilerin de de öğrencilere farklı temsil biçimlerinde falan göstererek ona göre de şekillendirebilirim yani öğrencide farklı şekillerde kurgulatmaya çalışırım kafalarında*” diyerek görüşünü belirtmiştir.

Geri bildirim ve değerlendirme temelli öğretimsel karar verme kategorisi Tablo 4.5'te incelendiğinde, öğretmen adaylarının hem uygulama öncesinde hem de birinci uygulama sonrasında bu kategoriye ilişkin görüş belirttikleri görülmektedir. Uygulama öncesinde Ö4, yönlendirici ve düzeltici geri bildirim aracılığıyla ileriki öğrenmelere karar vereceğini, *“Kendisinin oluşturduğu bilgiyi oluşturduğu bilginin doğru mu yanlış mı olduğunun geri bildirimini sadece ben sağlarım yine bu şekilde kısmi doğrularını düzeltirim diye düşünüyorum.”* sözleriyle ifade etmiştir. Bu açıklama, geri bildirimin öğretmen tarafından verilmesine dayalı bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Ö5 ise benzer soruların belirli aralıklarla uygulanabileceğini, *“Benzer olup da çözülecek soruları 2 kere arka arkaya ya da belirli aralıklarla hani öğrenciye uygulayıp hani öğrenci bunun hakkında ne düşünüyor.”* şeklinde belirtmiş; ayrıca *“Değerlendirme formları olabilir.”* diyerek ölçme ve değerlendirme araçlarından yararlanılabileceğini ifade etmiştir.

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde geri bildirimlerin öğretimsel kararları gözden geçirmede kullanılabileceği ifade edilmiştir. Ö3, *“Hataları anladığım zaman da yine geri bildirimler verdiğinde eee böyle bir hatayla ya da yanlışla karşılaştığımda işte ne yapmam gerekir ya da ne yapmamam gerekir mesela benim yazdığım şeylerin bazıları yanlıştı en başta işte onu yapmamam gerektiğini ya da şunu yaparsan daha iyi olur gibi.”* şeklinde görüş bildirmiştir. Ö2 ise önerilerini daha ayrıntılı açıklamak istediğini, *“Tekrardan ben bu süreci deneyimleseydim aslında öğrenci senaryolarına vereceğim cevapları ayrıntılı bir şekilde vermek isterdim. Hani oraya verdiğim önerileri daha çok açmak isterdim. Mesela diyorum karşıt örnekler verilir diyorum mesela o örnekleri yazabilirdim soru olarak yazabilirdim veya eee öğrenciye soracağım sorular yönergeleri bunları daha fazla açmak isterdim eee bu şekilde farklılaştırırdım.”* sözleriyle ifade etmiştir.

Destekleyici öğretim kaynakları ve mesleki gelişim kategorisi Tablo 4.5'te incelendiğinde, uygulama öncesinde öğretmen adayları karar verirken meslektaşları ile iş birliğinden yararlanmayı önemsemişlerdir. Bu kapsamda Ö4, *“Diğer öğretmenlerle iş birliği yaparak eee çocuğun gelişiminde desteklemek için ne yapabilirim hakkında fikir edinirim onun dışında rehberlik hizmetlerinden yardım alabilirim”* açıklamasında bulunmuştur. Uygulama öncesinde yine Ö4, bir sonraki adımda teknolojiden yararlanabileceğini *“Teknoloji kullanımı gibi eee o yöntemlere başvururum”* şeklinde ifade etmiştir.

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adayları, NOTIMATH kullanım deneyiminin gelecekteki mesleki yaşamlarına aktarılabilmesine ilişkin olumlu görüşler belirtmiştir. Ö2, *“Öğretim kariyerine dediğim gibi aslında direkt olarak kullanılabilir transfer edilebilir yani şey konuşulabilir aslında yani normal sohbet edilerek takıldığımız noktalarda eee bu uygulamayı kullanabiliriz.”* sözleriyle uygulamadan destek alabileceğini ifade etmiştir.

Görüşme bulgularına göre öğretmen adayları hem uygulama öncesinde hem de birinci uygulama sonrasında öğrenci düşüncesini merkeze alan öğretimsel öneriler sunmuştur. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde bazı adaylar öğrencinin hatasını doğrudan söylemek yerine karşıt örnek ve yönlendirici sorularla fark ettirme, önerileri daha ayrıntılı açıklama ve geri bildirimlerden yararlanma üzerinde durmuştur. Ancak uygulama yanıtlarında öğretimsel karar verme becerisi diğer iki beceriye göre düşük kalmıştır. Bu durum, görüşmelerde ifade edilen genel öneriler ile senaryo yanıtlarında oluşturulan somut öğretimsel hamlelerin farklı olduğunu göstermektedir.

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adayları, geri bildirimden sonra öğretimsel kararlarını daha ayrıntılı açıklamaları gerektiğini fark ettiklerini belirtmiştir. İkinci uygulamadaki çoklu yanıt kayıtlarında da bazı öğretimsel karar verme yanıtlarının daha somut ve gerekçeli olduğu görülmüştür. Ancak görüşmeler ikinci uygulamadan önce yapıldığı için iki veri kaynağı aynı zamana ait değildir ve yalnızca birbirini tamamlayan bulgular olarak yorumlanmıştır.

Tablo 4.5: Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası öğretimsel karar verme becerisine ilişkin kodlar

Beceri	Kategori	Uygulama öncesi kodlar	Birinci Uygulama Sonrası Kodlar
Öğretimsel karar verme	Tanılamaya dayalı öğretimsel karar verme	Öğrenci yanıtlarına dayalı değerlendirme (Ö3) Öğrenci çıktısına dayalı planlama (Ö1, Ö2) Öğrenme zorluğuna yönelik planlama (Ö2) Öğrenme zorluğunu tanılamaya dayalı müdahale (Ö5)	Öğrenci düşüncesine yönelik öğretimsel karar verme (Ö4) Düşünce analizi için öğrenciyle iletişim kurma (Ö2, Ö3) Öğrenme zorluğunu düzeltme (Ö1, Ö4)
	Öğretimsel müdahale ve öğretimi yeniden yapılandırma	Yeniden yapılandırılmış öğretim (Ö1, Ö3, Ö4) Alternatif yapılandırılmış öğretim (Ö3) Eksik öğrenmelere göre yeniden öğretim (Ö1, Ö2) Farklı örnek çözme (Ö2) Önceki konuyu kısaca tekrar etme (Ö5)	Öğretimsel müdahaleyi planlamaya yardımcı olma (Ö3) Alternatif öğretim yaklaşımı önerme (Ö1, Ö3) Sonuç ve süreç odaklı plan (Ö1)
	Öğrenciyi düşünmeye yönlendirme	Keşfederek öğrenmeye yönlendirme (Ö4) Keşfetmeye yönelik sorular sorma (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4) Öğrenme zorluğuna göre soru yöneltme ve pekiştirme (Ö1) Yönlendirme (Ö4) Soru-cevap (Ö5) Bilişsel çatışma (Ö4)	Öğrenciye hatasını keşfettirme (Ö4) Yönlendirici keşif sorusu (Ö3)
	Öğretimin farklılaştırılması	Hazır bulunuşluğa göre planlama (Ö1, Ö3, Ö5) Bireysel müdahale (Ö4) Bireysel hıza göre planlama (Ö2, Ö4) Farklılaştırma (Ö5) Ortalama öğrenci düzeyine göre dersi ilerletme (Ö1, Ö2)	Öğrenci merkezli öğretim (Ö2, Ö4)
	Öğretim strateji ve yöntemlerinden yararlanma	Çoklu temsilden yararlanma (Ö1) Günlük hayatla ilişkilendirme (Ö1, Ö3, Ö4) Farklı strateji kullanımı (Ö4, Ö5) Ön bilgilerle yeni öğrenmeleri ilişkilendirme (Ö2, Ö3)	-
	Geri bildirim ve değerlendirme temelli öğretimsel karar verme	Yönlendirici geri bildirim (Ö4) Düzeltilici geri bildirim sağlama (Ö4) Ön test-son test uygulaması (Ö5) Ölçme değerlendirme araçlarından yararlanma (Ö5)	Geri bildirimle hatayı fark edip planlama (Ö3) Yanıtlarındaki önerileri daha derinlemesine sunma isteği (Ö2)
	Destekleyici öğretim kaynakları ve mesleki gelişim	İşbirliğinden yararlanma (Ö3, Ö4) Teknoloji desteği (Ö4)	Öğretmenlik kariyerine transfer edilebilirlik (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5)

4.2.4 Birinci uygulamadaki NOTIMATH kullanım deneyimine ilişkin bulgular

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adayları NOTIMATH kullanım deneyimini, yanıtlarını yeniden düşünme, eksiklerini fark etme, öğrenci düşüncesini daha ayrıntılı inceleme ve öğretimsel önerilerini somutlaştırma açısından değerlendirmiştir. Bu bulgular katılımcıların birinci uygulamaya ilişkin algılarını yansıtmaktadır; ikinci uygulamadan sonra görüşme yapılmadığı için ikinci uygulamadaki kullanıcı deneyimi hakkında sonuç üretilmemiştir.

Tablo 4.6: Birinci uygulama sonrası NOTIMATH kullanım deneyiminde öne çıkan temalar

Tema	Görüşmelerdeki görünüm	Katılımcı kanıtları	Araştırmadaki yorumu
Yanıtı yeniden düşünme ve ayrıntılandırma	Öğretmen adayları daha ayrıntılı analiz yapma ve yanıtlarını geliştirme gereğini ifade etmiştir.	Ö1 derinlemesine düşünmeye; Ö2, Ö4 ve Ö5 daha ayrıntılı analize vurgu yapmıştır.	NOTIMATH geri bildirimleri, katılımcıların kendi yanıtlarını eleştirel biçimde gözden geçirmelerine ilişkin bir deneyim sunmuştur.
Hatanın kaynağını ve öğrenci düşüncesini sorgulama	Yalnızca doğru-yanlış belirlemek yerine hatanın hangi düşünceden kaynaklandığını inceleme gereği belirtilmiştir.	Ö2 farklı öğrenci düşüncelerini; Ö4 genel yargılar yerine ayrıntılı analizi, Ö5 hatalı genellenmenin kaynağını sorgulamayı vurgulamıştır.	Katılımcı açıklamaları, profesyonel fark etmenin dikkate alma ve yorumlama becerisine ilişkin farkındalığın ayrıntılandığını göstermektedir.
Öğretimsel öneriyi somutlaştırma	Karşıt örnek, yönlendirici soru, grafik ve farklı temsil gibi somut hamlelerin gerekliliği ifade edilmiştir.	Ö1 süreç ve önceki bilgilere dayalı planlamayı; Ö2 önerileri ve soruları açmayı; Ö3 ne yapılması veya yapılmaması gerektiğini; Ö4 karşıt örnek ile hatayı fark ettirmeyi belirtmiştir.	Görüşler öğretimsel karar verme konusunda bir farkındalık göstermiş ancak uygulama yanıtlarında somut ve gerekçeli hamle oluşturma güçlüğü tamamen ortadan kalkmamıştır.
Mesleki kullanım ve destek aracı olarak görme	NOTIMATH benzeri bir aracın öğretmenlik sürecinde gerektiğinde destek amacıyla kullanılabileceği ifade edilmiştir.	Ö2 aracın öğretmenlik kariyerine aktarılabilirliğini ve takılan noktalarda kullanılabileceğini belirtmiştir.	Bu bulgu algılanan kullanışlılığa ilişkin katılımcı görüşüdür; bağımsız bir etkililik veya genellenebilir kullanılabilirlik kanıtı değildir.

Görüşmelerde NOTIMATH'ın geri bildirimlerinin olumlu yönleri öne çıkmakla birlikte, bu ifadeler öz değerlendirmeye dayanmaktadır. Dolayısıyla kullanıcı görüşleri uygulama yanıtlarını açıklayan tamamlayıcı veriler olarak değerlendirilmiş, profesyonel fark etmedeki değişimin veya NOTIMATH'ın etkililiğinin tek başına kanıtı olarak kullanılmamıştır.

4.3 Katılımcı Temelli Bulgular ve Analiz Birimleri Arasındaki Örüntüler

Bu bölümde beş öğretmen adayı iç içe geçmiş analiz birimleri olarak ele alınmıştır. Katılımcı profilleri öncelikle görüşme verilerinde açık biçimde belirtilen katılımcı kodları üzerinden oluşturulmuş; uygulama yanıtlarındaki seçili revizyon örnekleri ise genel örüntüleri açıklamak amacıyla kullanılmıştır.

4.3.1 Katılımcıların profesyonel fark etme profilleri

Katılımcıların uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmelerinde öne çıkan odaklar Tablo 4.7’de özetlenmiştir. Profiller, katılımcıların kendi açıklamalarına dayalı betimleyici örüntülerdir.

Tablo 4.7: Görüşme verilerine göre katılımcıların profesyonel fark etme profilleri

Katılımcı	Uygulama öncesinde öne çıkan odak	Birinci uygulama sonrasında öne çıkan odak	Betimleyici profil
Ö1	Yanıtı bütüncül inceleme; geçmiş deneyimlere dayanma; önceki öğrenmeler ve ortalama öğrenci düzeyine göre planlama; farklı temsiller kullanma.	Öğretmen-öğrenci iletişimi, bireysel düşünce farklılıkları, derinlemesine düşünme, pedagojik eksikleri fark etme ve süreç/ön bilgi temelli planlama.	Genel ve bütüncül değerlendirmeden, öğrenci düşüncesini ve öğretim sürecini daha ayrıntılı ilişkilendiren bir açıklamaya yönelmiştir.
Ö2	Gözleme dayalı tespit, doğru-yanlış ve hata belirleme, kavram yanlışlığını fark etme, bireysel hız ve önceki öğrenmelere göre planlama.	Farklı öğrenci düşüncelerini fark etme, yanıtları ayrıntılandırma, önerileri somut soru ve örneklerle açıklama ve NOTIMATH’i mesleki destek olarak görme. Öğrencinin nasıl düşündüğüne odaklanma, yönlendirilmiş keşif soruları, grafik gibi alternatif temsiller ve geri bildirim doğrultusunda ne yapılması veya yapılmaması gerektiğini değerlendirme.	Sonuç ve hata tespitinden, farklı düşünme biçimlerini ve öğretimsel önerilerin ayrıntısını daha fazla dikkate alan bir açıklamaya yönelmiştir.
Ö3	Öğrenme zorluğunu ve hatayı belirleme, öğrenciyle iletişim kurma, doğru sonuca ve farklı öğretim yöntemlerine odaklanma.	Öğrencinin nasıl düşündüğüne odaklanma, yönlendirilmiş keşif soruları, grafik gibi alternatif temsiller ve geri bildirim doğrultusunda ne yapılması veya yapılmaması gerektiğini değerlendirme.	Öğrenci durumunu betimlemenin ötesinde, düşünceyi ortaya çıkaran ve somut öğretimsel alternatifler geliştiren bir yaklaşıma yönelmiştir.
Ö4	Öğrenciyle iletişim, stratejiyi sorgulama, keşfederek öğrenme, bilişsel çatışma, bireysel müdahale, iş birliği ve teknoloji desteği.	Genel yargılar yerine ayrıntılı analiz, kavram yanlışlığının kaynağını belirleme, karşıt örneklerle hatayı öğrenciye fark ettirme ve öğrenci merkezli hareket etme.	Başlangıçta öğrenci merkezli eğilimler göstermekle birlikte, uygulama sonrasında bu eğilimleri daha somut ve gerekçeli öğretimsel hamlelerle açıklamıştır.
Ö5	Görünür davranışları gözlemlenme, sistematik yazım, Süreç analizi, kısa tekrar, farklılaştırma, farklı stratejiler ve değerlendirme araçları.	Kendisini orta düzeyde değerlendirme, senaryolar boyunca değişim fark etme, hatalı genellemenin olası kaynağını sorgulama ve daha ayrıntılı analiz yapma.	Sistematik ve süreç odaklı başlangıç yaklaşımını, kendi Eksiklerini ve öğrenci hatasının kaynağını daha eleştirel değerlendiren bir öz değerlendirmeyle genişletmiştir.

Tablo 4.7, katılımcıların görüşmelerinde öne çıkan yönelimleri karşılaştırmaktadır. Tablodaki ifadeler, bütün katılımcıların doğrusal ve aynı ölçüde geliştiği anlamına gelmemektedir. Özellikle doğru-yanlış tespiti ve genel öğretim önerileri bazı katılımcıların birinci uygulama sonrası açıklamalarında da varlığını sürdürmüştür.

4.3.2 Analiz birimleri arasındaki ortaklıklar ve farklılıklar

Beş öğretmen adayının yanıtları birlikte incelendiğinde ikinci uygulamadaki son yanıtların genel olarak daha ayrıntılı, daha fazla matematiksel kanıt içeren ve öğrenci düşüncesine daha açık biçimde dayanan yanıtlar olduğu görülmüştür. Ancak bu sonuç bütün yanıtların aynı düzeye ulaştığını göstermemektedir. İki uygulamada da sınırlı kanıt düzeyinde yanıtların bulunması, profesyonel fark etme yanıtlarının katılımcı ve göreve göre farklılaştığını göstermektedir

Beceriler birlikte değerlendirildiğinde dikkate alma yanıtlarında iki uygulamada da yetersiz kanıt bulunmamıştır. Yorumlama becerisinde sağlam kanıt düzeyindeki yanıtlar yalnızca ikinci uygulamada görülmüştür. Öğretimsel karar verme becerisinde ise birinci uygulamada yetersiz kanıt bulunurken ikinci uygulamada bu düzeyde kanıt bulunmamıştır. Buna rağmen öğretimsel kararların sırasını, hedefini ve gerekçesini açıklama güçlüğü devam etmiştir.

Görüşme bulguları öğretmen adayları arasındaki başlangıç farklılıklarını da göstermiştir. Bazı öğretmen adayları uygulama öncesinde davranışlara, hata belirlemeye ve sonucun doğruluğuna odaklanmışlardır. Bazıları ise öğrenciyle iletişim kurma, bireysel farklılıklar ve farklı öğretim stratejileri üzerinde durmuşlardır. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde birden fazla katılımcı öğrenci düşüncesini daha ayrıntılı inceleme, hatanın kaynağını sorgulama ve öğretimsel önerileri somutlaştırma gereksinimini ifade etmiştir.

Katılımcı profilleri, görüşme verilerinde açık biçimde kodlanan bireysel açıklamalar üzerinden oluşturulmuştur. Uygulama yanıtlarının tamamını katılımcı, senaryo, beceri ve uygulama düzeyinde tez metninde yer almadığı için, bu profiller bireysel ve kalıcı bir gelişimin kanıtı olarak değil, mevcut veri kaynaklarında görünür olan betimleyici örüntüler olarak yorumlanmıştır.

5. TARTIŞMA

5.1 NOTIMATH Uygulama Yanıtlarına İlişkin Tartışma

İkinci uygulamadaki son yanıtların daha ayrıntılı olması ve daha güçlü kanıt örneklerinin görülmesi, yapılandırılmış inceleme ve geri bildirim süreçlerinin profesyonel fark etmeyi destekleyebildiğini belirten çalışmalarla genel olarak uyumludur (van Es and Sherin, 2008; Sherin and van Es, 2009; Jacobs et al., 2010; Sitrava vd., 2024; Güçyetmez, 2025). Ancak bu araştırmada aynı senaryolar yeniden kullanılmış, öğretmen adayları birinci uygulamadan deneyim kazanmış ve ikinci uygulamada çoklu geri bildirim almıştır.

Yorumlama becerisinde birinci uygulamada sağlam kanıt bulunmazken ikinci uygulamada bu düzeyde yanıtlar görülmüştür. Bu sonuç, bazı öğretmen adaylarının fark ettikleri matematiksel ayrıntılar ile öğrencinin anlayışı arasında daha açık ilişkiler kurabildiklerini göstermektedir. Literatürde de dikkate alma ve yorumlama becerilerinin görev ve destek koşullarına göre farklılaşabildiği belirtilmektedir (Dışbudak Kuru vd., 2022; Sitrava vd., 2024; Güçyetmez, 2025; Keleş, 2025).

Dikkate alma ve yorumlama, öğrencinin çözümündeki ayrıntıları seçme ile bu ayrıntılardan öğrencinin anlayışına ilişkin çıkarım yapma arasında kurulan bağlantı nedeniyle ilişkili becerilerdir (Jacobs et al., 2010). Bununla birlikte sıralı kategori görünümündeki benzerlik, bu becerilerin gerçek sınıf ortamında aynı anda veya aynı yeterlikte gerçekleştiğini tek başına göstermez.

Öğretimsel karar verme yanıtlarında genel bir öneriden öğrenci düşüncesine dayalı, uygulanabilir ve gerekçeli bir öğretimsel hamleye geçmenin zor olduğu görülmüştür. Literatürde de bu becerinin dikkate alma ve yorumlamaya göre daha düşük düzeylerde kalabildiği belirtilmektedir (Dışbudak Kuru vd., 2022). Bunun nedeni, öğretimsel karar vermenin yalnızca hatayı belirlemeyi değil, öğrencinin mevcut anlayışına uygun bir sonraki adımı planlamayı da gerektirmesi olabilir.

Yapay zekâ destekli sohbet botlarının yanıtı göre geri bildirim vermesi ve yanıtın yeniden düzenlenmesine imkân sağlaması, öğretmen adaylarına cevapları üzerinde tekrar düşünme fırsatı sunabilir (Bastian et al., 2025; Lee vd., 2025). NOTIMATH'in ikinci

uygulamasındaki çoklu etkileşim bu açıdan önemlidir. Ancak yapay zekâ geri bildirimlerinin doğruluğu ve pedagojik uygunluğu insan denetimi gerektirdiği için NOTIMATH'in değerlendirmeleri bağımsız bir güvenilirlik kanıtı olarak kullanılmamıştır.

5.1.1 Dikkate alma becerisine ilişkin tartışma

İkinci uygulamadaki sağlam ve sınırlı kanıt örneklerinin öğrenci düşüncesine ilişkin daha fazla ayrıntı içermesi, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının yapılandırılmış inceleme süreçlerinde öğrenci düşüncesine daha fazla odaklanabildiğini gösteren çalışmalarla örtüşmektedir (van Es and Sherin, 2002; Jacobs et al., 2010). Bu araştırmada geri bildirim sonrasında bazı yanıtların daha açık ve kanıta dayalı hâle gelmesi, çoklu etkileşimin dikkate alma yanıtlarını ayrıntılandırmayı destekleyebileceğine işaret etmektedir.

Dikkate alma becerisinde her iki uygulamada da yetersiz kanıt bulunmaması, öğretmen adaylarının sürecin başından itibaren öğrenci çözümündeki bazı matematiksel ayrıntıları belirlemeye çalıştıklarını göstermektedir. Bununla birlikte sınırlı ve sağlam kanıt düzeyleri arasındaki farklılıklar, ayrıntıların yalnızca belirtilmesi ile matematiksel olarak gerekçelendirilmesi arasında önemli bir ayrım bulunduğunu ortaya koymaktadır.

5.1.2 Yorumlama becerisine ilişkin tartışma

Yorumlama becerisinde birinci uygulamada sağlam kanıt bulunmamasına karşın ikinci uygulamada bu düzeyde yanıtların görülmesi, bazı öğretmen adaylarının öğrencinin neyi bilip bilmediğini ve hatalı genellemenin olası kaynağını daha ayrıntılı açıklayabildiğini göstermektedir. Jacobs, Lamb ve Philipp (2010), yorumlamanın öğrenci çözümündeki kanıtlardan hareketle öğrencinin matematiksel anlayışına ilişkin gerekçeli çıkarımlar oluşturmayı gerektirdiğini vurgulamaktadır.

İkinci uygulamadaki farklılığın nedenlerinden biri, geri bildirimlerin öğretmen adaylarını genel yargılar yerine öğrenci çözümündeki matematiksel kanıtlara ve gerekçelere yöneltmesi olabilir. Bununla birlikte birinci uygulamada kazanılan deneyim, aynı senaryolarla yeniden karşılaşma ve yanıt birden fazla kez düzenleme fırsatı da bu sonuçta etkili olmuş olabilir.

Uygulama öncesi görüşmelerde öğretmen adayları farklı öğrenci düşünceleriyle karşılaşma deneyimlerinin sınırlı olduğunu belirtmiştir. Bu durum birinci uygulamadaki genel ve

yüzeysel yorumları açıklayan etkenlerden biri olabilir. Çoklu yanıt ve geri bildirim, adaylara yorumlarını yeniden düşünme fırsatı sunmuştur. Ancak bu çalışma yapay zekâ destekli ortamın gerçek sınıf deneyiminin yerini aldığını göstermemektedir. NOTIMATH, öğretmenlik uygulamalarını tamamlayan bir destek ortamı olarak değerlendirilebilir.

İkinci uygulamada yetersiz kanıt düzeyinde yorumlama yanıtı bulunmaması, bütün son yanıtların en azından öğrencinin anlayışına ilişkin bir yorum içerdiğini göstermektedir. Bu bulgu, profesyonel fark etmenin sistemli ve tekrarlı inceleme ortamlarında desteklenebileceğini belirten van Es ve Sherin'in (2002) çalışmasıyla genel olarak uyumludur. Araştırmadaki iki uygulama, aynı durumun farklı zamanlarda yürütülen ve etkileşim yapıları birbirinden ayrılan iki aşaması olarak değerlendirilmiştir.

5.1.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin tartışma

İkinci uygulamadaki bazı öğretimsel karar verme yanıtlarının daha ayrıntılı ve öğrenci odaklı olması, öğretmen adaylarının önerdikleri öğretimsel hamleleri öğrencinin mevcut düşüncesiyle daha açık biçimde ilişkilendirebildiklerine işaret etmektedir. Jacobs, Lamb ve Philipp (2010), öğretimsel karar vermenin öğrencinin mevcut anlayışını temel alan ve düşünmesini ilerletmeyi amaçlayan öğretimsel hamleler oluşturmayı gerektirdiğini belirtmektedir.

Birinci uygulamadaki sınırlı kanıt örneklerinde öğretimsel öneriler sunulmuş, ancak bu önerilerin nasıl uygulanacağı ve hangi öğrenci düşüncesini hedeflediği yeterince açıklanmamıştır. İkinci uygulamadaki bazı yanıtlarda örneklerin, soruların ve temsil biçimlerinin daha somut hâle gelmesi, geri bildirim sonrasında öğretimsel hamlelerin ayrıntılandırılabilirdiğini göstermektedir.

Birinci uygulamada öğretimsel karar verme becerisinde yetersiz kanıt düzeyinde yanıt bulunmuş, ikinci uygulamada ise bu düzeyde yanıt görülmemiştir. Böylece ikinci uygulamadaki son yanıtların tamamı en az sınırlı kanıt ölçütlerini karşılamıştır. Bu sonuç, yapay zekâ destekli geri bildirimin öğretimsel önerileri yeniden düşünmeye yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Öğretimsel karar verme becerisinin diğer becerilere göre daha düşük olması, bu becerinin yalnızca yazılı geri bildirimle desteklenmesinin yeterli olmayabileceğini göstermektedir.

Gerçek sınıf uygulamaları, video temelli tartışmalar, ders planlama ve öğretimsel provalar bu becerinin geliştirilmesinde birlikte kullanılabilir.

5.2 Uygulama Öncesi ve Birinci Uygulama Sonrası Görüşme Bulgularının

Tartışılması

5.2.1 Dikkate alma becerisine ilişkin tartışma

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesine, bireysel farklılıklara ve derinlemesine incelemeye daha fazla vurgu yapmaları, Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) tarafından dikkate alma becerisinde öne çıkarılan matematiksel ayrıntıları belirleme ve açıklama ölçütleriyle uyumludur. Katılımcıların bireysel farklılıklara ilişkin ifadeleri, 2024 Matematik Dersi Öğretim Programı'ndaki destekleme ve farklılaştırma yaklaşımıyla da ilişkilendirilebilir.

Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmeler, dikkate alma becerisindeki uygulama yanıtlarını tamamlayan bulgular sunmuştur. Görüşmelerdeki daha ayrıntılı ve öğrenci odaklı ifadeler ile ikinci uygulamadaki daha kapsamlı yanıtlar aynı yöndedir. Ancak görüşmeler ikinci uygulamadan önce yapılmış ve katılımcıların öz değerlendirmelerine dayanmıştır. Bu nedenle görüşme bulguları NOTIMATH'in etkili olduğunun doğrudan kanıtı olarak değerlendirilmemiştir. Karabıyık (2024) matematik eğitiminde ChatGPT kullanımını görüşmeler üzerinden ele almış ve katılımcı görüşlerinin teknolojinin algılanan yarar ve sınırlılıklarını anlamada tamamlayıcı veri sağlayabileceğini göstermiştir.

Dikkate alma becerisinde hem birinci hem de ikinci uygulamada yetersiz kanıt bulunmaması, öğretmen adaylarının başlangıçtan itibaren öğrenci çözümündeki bazı matematiksel ayrıntılara yöneldiklerini göstermektedir. Görüşme bulgularında da öğrenci çözüm sürecini gözlemlene ve hata noktalarını belirleme ifadelerinin yer alması bu bulguyla uyumludur. İkinci uygulamadaki temsili yanıtların daha açıklayıcı ve gerekçeli olması, yanıtı geri bildirim sonrasında yeniden düzenleme fırsatının açıklamaları derinleştirebildiğine işaret etmektedir.

5.2.2 Yorumlama becerisine ilişkin tartışma

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adaylarının mesleki öz değerlendirmelerini daha eleştirel biçimde ifade etmeleri, süreçte kendi açıklamalarının

güçlü ve sınırlı yönlerini fark etmiş olabileceklerini göstermektedir. Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterliklerinde (MEB, 2017) öğretmenlerin mesleki gelişim amacıyla öz değerlendirme yapabilmeleri önemli bir yeterlik olarak ele alınmaktadır.

Öğrenci düşüncesini anlama ve yorumlama kategorisinde birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğrenciyi merkeze alan, öğrencinin akıl yürütmesini ve hatanın kaynağını sorgulayan ifadelerin belirginleşmesi, Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) çerçevesindeki kanıta dayalı yorumlama anlayışıyla örtüşmektedir.

Birinci uygulama sonrası görüşmelerde hatanın kaynağını sorgulama, öğrenciyle iletişim kurma ve çözüm sürecini değerlendirme ifadelerinin artması, MEB'in (2017) öğrenciye yaklaşım, iletişim ve iş birliği yeterlikleriyle ilişkilendirilebilir. Bu ifadeler, adayların yalnızca sonuca değil öğrencinin düşünme sürecine yönelmeye başladıklarını göstermektedir.

Uygulama öncesi görüşmelerde bazı öğretmen adayları çözüm sürecine ilişkin genel açıklamalar yapmıştır. Buna karşın birinci uygulamadaki yorumlama yanıtlarının düşük düzeylerde kalması, genel öğretim ilkelerini belirli bir öğrenci çözümüne uygulamanın daha zor olduğunu göstermektedir. İkinci uygulamadaki daha ayrıntılı örnekler, bu genel görüşlerin senaryo yanıtlarında daha somut kullanılabildiğine işaret etmektedir. Ancak bu farklılık yalnızca çoklu yanıt yapısına bağlanmamıştır.

5.2.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin tartışma

Uygulama öncesi ve birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adayları öğrenci odaklı, öğrenme zorluklarını dikkate alan ve bireysel farklılıklara duyarlı öğretimsel öneriler sunmuştur. Öğrencinin hatasını kendisinin fark etmesini sağlayan önerilere de yer verilmiştir. Ancak uygulama yanıtlarında öğretimsel karar verme becerisi iki uygulamada da diğer becerilerden daha düşük kalmıştır. Bu durum, genel öğretim ilkelerini ifade etmek ile belirli bir öğrenci düşüncesine uygun somut ve gerekçeli bir hamle oluşturmanın farklı olduğunu göstermektedir.

İkinci uygulamadaki bazı öğretimsel karar verme örneklerinde kullanılacak sorular ve öğretimsel öneriler daha somut açıklanmıştır. Buna göre öğretmen adayları görüşmelerde belirttikleri bazı genel ilkeleri senaryo yanıtlarında ayrıntılandırabilmiştir. Ancak

araştırmanın deseni bu farklılığın yalnızca NOTIMATH'ten kaynaklandığını göstermemektedir.

Öğretmen adayları NOTIMATH'in gelecekteki öğretmenlik uygulamalarında destek amacıyla kullanılabileceğini belirtmiştir. Bu sonuç katılımcıların kendi deneyimlerine dayalı görüşlerini göstermektedir. NOTIMATH'in mesleki gelişimde etkili olduğuna ilişkin bağımsız bir kanıt olarak değerlendirilmemiştir.

5.3 Analiz Birimleri Arasındaki Ortaklıklar ve Farklılıkların Tartışılması

Beş öğretmen adayının yanıtlarında ortak olarak ikinci uygulamadaki oluşturulan son yanıtların çoğunlukla daha ayrıntılı ve öğrenci düşüncesine daha açık biçimde dayandırıldığı görülmüştür. Ancak sağlam ve sınırlı kanıt düzeyleri iki uygulamada da bulunmaktadır. Bu durum aynı uygulama ortamının bütün katılımcılar ve senaryolar için aynı sonucu oluşturmadığını göstermektedir. Bulgular, profesyonel fark etmenin bağlama, matematiksel içeriğe ve mesleki deneyime göre farklılaştığını belirten literatürle uyumludur (Weyers et al., 2024).

Katılımcılar arasındaki farklılıklar görüşme verilerinde daha açık görülmüştür. Bazı öğretmen adayları başlangıçta davranışlara ve doğru-yanlış belirlemeye odaklanırken bazıları öğrenciyle iletişim, bireysel farklılıklar ve farklı öğretim stratejileri üzerinde durmuştur. Birinci uygulamadan sonra birden fazla katılımcı, daha ayrıntılı analiz yapma, hatanın kaynağını sorgulama ve önerileri somutlaştırma gereksinimini ifade etmiştir.

İç içe geçmiş tek durum çalışmasında genel sonuçlarla katılımcılar arasındaki farklılıkların birlikte ele alınması gerekmektedir. Bulgular bölümünde görüşme verilerine dayalı katılımcı profilleri sunulmuş ve ortak örüntüler uygulama yanıtlarıyla birlikte değerlendirilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 NOTIMATH Uygulama Yanıtlarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmada öğretmen adaylarının birinci ve ikinci NOTIMATH uygulamalarındaki profesyonel fark etme yanıtları incelenmiştir. Kategori sonuçları ve seçilen yanıt örnekleri, ikinci uygulamadaki son yanıtların dikkate alma, yorumlama ve öğretimsel karar verme becerilerinde genel olarak daha ayrıntılı ve gerekçeli olduğunu göstermiştir.

Birinci uygulamadaki tek yanıtlar ile ikinci uygulamada çoklu geri bildirimden sonra oluşturulan son yanıtlar farklı koşullarda üretilmiştir. Bu nedenle bulgular eşdeğer ön test-son test ölçümleri olarak yorumlanmamıştır. Kategori sonuçları, doğrudan yanıtlar ve seçilen revizyon süreçleriyle birlikte incelenmiştir. Öğretimsel karar verme becerisinde somut, sıralı ve gerekçeli hamle oluşturma güçlüğünün devam etmesi, bu beceri için daha uzun süreli ve uygulamaya dayalı desteğe ihtiyaç olabileceğini göstermektedir.

İkinci uygulamadaki daha ayrıntılı yanıtlar, çoklu geri bildirim ve yanıt yeniden düzenleme imkânının öğretmen adaylarına açıklamalarını gözden geçirmede yardımcı olabileceğini göstermektedir. Ancak aynı senaryoların tekrar kullanılması ve birinci uygulamada kazanılan deneyim de sürecin bir parçasıdır. Bu nedenle görülen farklılıklar yalnızca NOTIMATH'in etkisine bağlanmamıştır.

6.1.1 Dikkate alma becerisine ilişkin sonuçlar

Dikkate alma becerisinde birinci uygulamadaki tekli yanıtlar ile ikinci uygulamadaki son çoklu yanıtlar, sağlam, sınırlı ve yetersiz kanıt düzeylerine göre incelenmiştir.

İkinci uygulamadaki temsili yanıtlar, birinci uygulamadaki örneklere göre daha fazla matematiksel ayrıntı ve gerekçe içermektedir.

Sağlam kanıt düzeyindeki ikinci uygulama örneklerinde öğrencinin kullandığı işlem, hatalı genelleme, sembolik benzerlik ve muhakeme süreci daha açık biçimde ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte karşılaştırılan örneklerin farklı katılımcılara ait olması nedeniyle bu farklılık bireysel gelişimin doğrudan göstergesi olarak değerlendirilmemiştir.

Sınırlı kanıt düzeyindeki yanıtlar her iki uygulamada da görülmüştür. İkinci uygulamadaki örnekler daha fazla ayrıntı içerse de hatalı genellemenin kaynağını ve kullanılan matematiksel kanıtları bütünüyle açıklamadığı için sınırlı kanıt düzeyinde kalmıştır.

Dikkate alma becerisinde her iki uygulamada da yetersiz kanıt bulunmamıştır. Bu durum bütün yanıtların öğrenci çözümündeki en az bir matematiksel ayrıntıya yöneldiğini; ancak ayrıntıların açıklanma ve gerekçelendirilme düzeylerinin farklılaştığını göstermektedir.

Sonuç olarak ikinci uygulamadaki dikkate alma yanıtlarında daha ayrıntılı açıklamalar görülmüş; bu örüntünün geri bildirim, yanıtı yeniden düzenleme ve önceki uygulama deneyimiyle birlikte olduğu değerlendirilmiştir.

6.1.2 Yorumlama becerisine ilişkin sonuçlar

Birinci uygulamada yorumlama becerisinde sağlam kanıt düzeyinde yanıt bulunmazken ikinci uygulamada bu düzeyi karşılayan yanıtlar görülmüştür. İkinci uygulamadaki sağlam kanıt örneklerinde öğrencinin neyi bilip bilmediği, hatalı genellemenin olası kaynağı ve işlemsel-kavramsal bilgi ayrımı daha ayrıntılı biçimde açıklanmıştır.

Sınırlı kanıt düzeyindeki yorumlama yanıtları her iki uygulamada da bulunmuştur. İkinci uygulamadaki örnekler daha fazla öğrenci düşüncesi ayrıntısı içerse de çıkarımların yeterince gerekçelendirilmemesi nedeniyle sınırlı kanıt düzeyinde kalmıştır.

Birinci uygulamada yetersiz kanıt düzeyinde yorumlama yanıtı bulunmasına karşın ikinci uygulamada bu düzeyde yanıt bulunmamıştır. Böylece ikinci uygulamadaki bütün son yanıtlar öğrencinin matematiksel anlayışına ilişkin en azından sınırlı bir yorum içermiştir.

Bu bulgular, ikinci uygulamada yorumlama yanıtlarının daha yüksek kanıt düzeylerine yöneldiğini göstermektedir. Bununla birlikte bu değişim, araştırma deseninin sınırları nedeniyle NOTIMATH'in tek başına etkililiği olarak yorumlanmamıştır.

6.1.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sonuçlar

Sağlam kanıt düzeyindeki öğretimsel karar verme yanıtlarında her iki uygulamada da öğrenci düşüncesi merkeze alınmıştır. İkinci uygulamadaki örneklerde soru dizileri, karşıt

örnekler ve farklı temsil biçimleri daha ayrıntılı açıklanmış; öğretimsel hamlelerin hedefi daha açık hâle gelmiştir.

Sınırlı kanıt düzeyindeki birinci uygulama örneklerinde öneriler genel ve uygulama biçimi belirsizken, ikinci uygulamadaki örneklerde kullanılacak sorular ve sayısal örnekler daha somut biçimde belirtilmiştir. Buna rağmen önerilerin sırası ve öğrencinin düşüncesini nasıl dönüştüreceği yeterince açıklanmadığı için yanıtlar sınırlı kanıt düzeyinde kalmıştır.

Öğretimsel karar verme becerisinde birinci uygulamada yetersiz kanıt düzeyinde yanıt bulunmuş, ikinci uygulamada ise bu düzeyde bir yanıt görülmemiştir. Bu durum ikinci uygulamadaki bütün son yanıtların en azından öğrenci düşünmesine yönelik bir öğretimsel öneri içerdiğini göstermektedir.

6.2 Uygulama Öncesi ve Birinci Uygulama Sonrası Görüşmelere İlişkin Sonuçlar

6.2.1 Dikkate alma becerisine ilişkin sonuçlar

Uygulama öncesi görüşmelerde öğretmen adayları öğrencinin düşüncesini dikkate almaya ilişkin olarak gözlem, öğrenme zorluğunu fark etme ve hata belirleme gibi daha genel ifadeler kullanmıştır. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde ise öğrenci düşüncesine odaklanma, bireysel düşünce farklılıklarını fark etme ve geri bildirimlerden yararlanma ifadeleri daha belirgin hâle gelmiştir.

Analitik inceleme ve değerlendirme kategorisinde uygulama öncesi görüşmelerde bütüncül ilk inceleme, sistematik yazım ve sonucun doğruluğu öne çıkarken birinci uygulama sonrası görüşmelerde derinlemesine analiz ve daha fazla düşünme vurgulanmıştır.

Matematiksel çözümün doğruluğunu dikkate alma kategorisinde doğru-yanlış tespiti her iki görüşme zamanında da varlığını sürdürmüştür. Bu nedenle sonuç odaklı değerlendirmeden öğrenci düşüncesine yönelme bütün katılımcılar ve kategoriler için tam bir dönüşüm olarak yorumlanmamıştır.

6.2.2 Yorumlama becerisine ilişkin sonuçlar

Mesleki öz farkındalık ve öz değerlendirme kategorisinde uygulama öncesi görüşmelerde genel mesleki yeterlik algıları öne çıkarken, birinci uygulama sonrası görüşmelerde

öğretmen adayları kendi açıklamalarının eksik yönlerine ilişkin daha eleştirel değerlendirmeler yapmıştır.

Öğrenci düşüncesini anlama ve yorumlama kategorisinde her iki görüşme zamanında da öğrenci çözümüne ilişkin açıklamalar yer almıştır. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde bu açıklamalar daha fazla gerekçe, akıl yürütme ve öğrenci düşüncesine ilişkin çıkarım içermiştir.

Hata ve öğrenme zorluklarını analiz etme kategorisinde uygulama öncesinde hatayı belirleme ön plandayken, birinci uygulama sonrası görüşmelerde hatanın olası kaynağını sorgulama ifadeleri belirginleşmiştir.

Öğretim sürecine ilişkin pedagojik değerlendirme kategorisinde uygulama öncesinde çözüm sürecine yönelik açıklamalar yapılmış; birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğrenci-öğretmen iletişiminin yorumlama sürecindeki önemi daha açık biçimde dile getirilmiştir.

6.2.3 Öğretimsel karar verme becerisine ilişkin sonuçlar

Tanılamaya dayalı öğretimsel karar verme kategorisinde öğretmen adayları her iki görüşme zamanında da öğrenciyi merkeze alan öneriler sunmuştur. Uygulama öncesinde öğrenme zorluğunu belirleme ve tanılamaya dayalı müdahale öne çıkarken, birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğrenme zorluğuna nasıl karşılık verileceğine ilişkin ifadeler belirginleşmiştir.

Öğretimsel müdahale ve öğretimi yeniden yapılandırma kategorisinde uygulama öncesinde yeniden öğretim, alternatif örnekler ve önceki konuların tekrarı gibi çeşitli öneriler sunulmuştur. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde adaylar, geri bildirimlerin öğrencinin düşüncesine nasıl karşılık verileceğini yeniden değerlendirmelerine yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Bu sonuç katılımcı görüşünü yansıtmaktadır.

Öğrenciyi düşünmeye yönlendirme kategorisinde her iki görüşme zamanında yönlendirici ve keşfe dayalı sorular öne çıkmıştır. Uygulama öncesinde pekiştirme, soru-cevap ve bilişsel çatışma; birinci uygulama sonrasında ise öğrencinin hatasını karşıt örnekler ve yönlendirici sorularla kendisinin fark etmesi vurgulanmıştır.

Öğretimin farklılaştırılması kategorisinde uygulama öncesinde hazır bulunuşluğa, bireysel hıza ve öğrenci özelliklerine göre planlama önerileri sunulmuştur. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğrenci merkezli hareket etme vurgusu sürmüştür.

Öğretim stratejisi ve yöntemlerinden yararlanma kategorisindeki kodlar yalnızca uygulama öncesi görüşmelerde görülmüştür. Çoklu temsillerden yararlanma, günlük hayatla ilişkilendirme, farklı stratejiler kullanma ve ön bilgilerle yeni öğrenmeleri ilişkilendirme bu öneriler arasındadır.

Geri bildirim ve değerlendirme temelli öğretimsel karar verme kategorisinde uygulama öncesinde yönlendirici ve düzeltici geri bildirim ile ölçme-değerlendirme araçları üzerinde durulmuştur. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde ise geri bildirim aracılığıyla hatayı fark etme ve öğretimsel önerileri daha ayrıntılı açıklama gereksinimi ifade edilmiştir.

Destekleyici öğretim kaynakları ve mesleki gelişim kategorisinde uygulama öncesinde meslektaş iş birliği ve teknoloji desteği öne çıkmıştır. Birinci uygulama sonrası görüşmelerde öğretmen adayları NOTIMATH benzeri bir aracın gelecekteki öğretmenlik uygulamalarında destek amacıyla kullanılabileceğini belirtmiştir.

6.3 Bütüncül Sonuç

Araştırmanın genel sonuçlarına göre beş öğretmen adayının ikinci uygulamadaki son yanıtları daha ayrıntılıdır. Dikkate alma becerisinde bütün yanıtlar en az sınırlı kanıt düzeyindedir. Yorumlama becerisinde sağlam kanıt düzeyindeki yanıtlar ikinci uygulamada ortaya çıkmıştır. Öğretimsel karar verme becerisinde ikinci uygulamada yetersiz kanıt bulunmamasına rağmen somut ve gerekçeli öğretimsel hamle oluşturma gücü devam etmiştir. Bu sonuçlar yalnızca incelenen yazılı senaryo yanıtlarına ilişkindir. Gerçek sınıf performansı veya yeni görevlere aktarılan genel bir beceri artışı olarak yorumlanamaz.

Görüşmelerde öğretmen adayları birinci uygulamadan sonra öğrenci düşüncesini daha ayrıntılı incelemeleri, hataların kaynağını sorgulamaları ve öğretimsel önerilerini somutlaştırmaları gerektiğini belirtmiştir. Ancak görüşmeler ikinci uygulamadan önce yapılmıştır. Bu nedenle görüşme verileri ikinci uygulamaya ilişkin katılımcı değerlendirmeleri olarak kullanılmamıştır.

Sonuçlar, NOTIMATH'in bu araştırma bağlamında öğretmen adaylarının yanıtlarını yeniden düşünmelerine ve ayrınılandırmalarına destek olan bir ortam sunduğunu göstermektedir. Ancak araştırma beş katılımcıyla yürütülmüş, aynı senaryolar iki kez kullanılmış, kontrol grubuna yer verilmemiş ve uygulamaların geri bildirim yapıları farklı olmuştur. Bu nedenle sonuçlar istatistiksel olarak genellenemez ve görülen farklılıklar yalnızca NOTIMATH'in etkisiyle açıklanamaz.

6.4 Öneriler

Aşağıdaki öneriler, beş öğretmen adayının NOTIMATH kullanım sürecinden elde edilen sonuçlar ve araştırmanın sınırlılıkları dikkate alınarak hazırlanmıştır.

- Benzer çalışmalar daha fazla sayıda matematik öğretmen adayıyla, farklı öğretmenlik alanlarında ya da farklı deneyim düzeylerine sahip öğretmenlerle yürütülebilir. Farklı bağlamlardan elde edilen sonuçlar doğrudan genelleme amacıyla değil, bulguların hangi koşullarda benzerlik veya farklılık gösterdiğini incelemek amacıyla karşılaştırılabilir.
- Araştırmada aynı durumun iki uygulama aşaması incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda uygulama aşamalarının sayısı artırılabilir ve özellikle somut ve gerekçeli öğretimsel hamle oluşturma'nın güç olduğu öğretimsel karar verme becerisi, farklı görev ve öğretimsel prova türleriyle daha uzun süre izlenebilir.
- Daha uzun süreli boylamsal çalışmalarla profesyonel fark etme yanıtlarındaki değişimin kalıcılığı ve bu yanıtların öğretmen adaylarının gerçek sınıf uygulamalarına nasıl yansıdığı incelenebilir.
- Bu araştırmada iki uygulamada aynı yedi senaryo kullanılmıştır. Gelecek çalışmalarda tekrar etkisini azaltmak ve aktarımı incelemek amacıyla eş değer fakat farklı senaryo setleri kullanılabilir; senaryo sayısı araştırma amacına göre artırılabilir veya azaltılabilir.
- Araştırmada Jacobs, Lamb ve Philipp (2010) profesyonel fark etme çerçevesi temel alınmıştır. Gelecek araştırmalarda farklı fark etme çerçeveleri kullanılabilir veya aynı veriler farklı kuramsal bakış açılarıyla karşılaştırmalı biçimde incelenebilir.
- Profesyonel fark etme süreçleri bu araştırmada senaryo yanıtları, sohbet kayıtları ve görüşmeler aracılığıyla incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda sınıf gözlemleri, video kayıtları, ders planları, yansıtma günlükleri ve öğretimsel prova verileri gibi ek veri kaynaklarından yararlanılabilir.

- Poe platformu üzerinde yapılandırılan NOTIMATH, farklı yapay zekâ modelleri ve platformlarda yeniden yapılandırılarak dil kullanımı, geri bildirim doğruluğu, tutarlılığı ve pedagojik uygunluğu bakımından karşılaştırılabilir.
- NOTIMATH'e entegre edilen senaryolar 9. sınıf sayılar temasındaki üslû ve köklü gösterimler bağlamında hazırlanmıştır. Gelecek çalışmalarda farklı matematik konuları kullanılarak profesyonel fark etme yanıtlarının konu alanına göre nasıl değiştiği incelenebilir.
- Yazılı senaryolara ek olarak gerçek sınıf etkileşimlerini daha görünür kılan video kesitleri veya etkileşimli sanal öğrenci uygulamaları kullanılabilir. Böylece öğretmen adaylarının sözlü gerekçeler, sınıf içi etkileşim ve zaman içinde gelişen öğrenci düşüncesini fark etmeleri incelenebilir.
- NOTIMATH benzeri sohbet botları, öğretmen adaylarının farklı öğrenci düşünceleriyle karşılaşmalarını ve yanıtlarını geri bildirimden sonra yeniden değerlendirmelerini sağlayan tamamlayıcı etkinlikler olarak kullanılabilir. Bu etkinlikler öğretmenlik uygulaması ve alan eğitimi derslerinde denenebilir. Ancak sohbet botları gerçek sınıf deneyiminin yerine geçirilmemelidir. İnsan uzman denetimi, veri gizliliği ve yapay zekâ çıktılarının eleştirel olarak kontrol edilmesi temel alınmalıdır. Benzer uygulamalar hizmet içi eğitimlerde de bağlama uygun biçimde değerlendirilebilir.
- İç içe geçmiş tek durum çalışmasının yapısını daha açık göstermek için gelecek araştırmalarda her katılımcının bütün görevlerdeki kodlarını içeren tablo hazırlanabilir. Daha sonra katılımcılar arasındaki ortaklık ve farklılıklar sistematik olarak karşılaştırılabilir.
- İkinci uygulamadan sonra ayrıca görüşme yapılması, katılımcıların çoklu yanıt ve çoklu geri bildirim deneyimine ilişkin görüşlerinin doğrudan incelenmesini sağlayabilir. Böylece uygulama yanıtları ile katılımcı görüşleri aynı zaman noktasında karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, N. ve Şengül, L.** (2023). Sohbet robotları (Chatbots) ve yabancı dil eğitimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (58), 2988-2999.
- Altun, E. ve Seferoğlu, S. S.** (2024). Eğitimde yenilikçi bir yardımcı: sohbet robotlarının öğretimdeki yeri ve geleceğiyle ilgili bir inceleme. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 481-514.
- Arslan, K.** (2020). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.
- Aydoğdu, M.** (2020). Sekizinci sınıf öğrencilerinin üslû sayılar ile köklü sayılar konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(3), 240-257.
- Ball, D. L., Thames, M. H. and Phelps, G.** (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407.
- Ball, D. L.** (2011). Foreword, xx-xxiv, *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes*, M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), Routledge. New York, 280.
- Baltacı, A.** (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır? *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.
- Bastian, A., Buchholtz, N. and Kaiser, G.** (2025). *Using AI chatbots to facilitate mathematics preservice teachers' noticing skills. Frontiers in Education*, 10, Article 1605921.
- Bingölbalı, E. ve Özmantar, M. F.** (2014). İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri. Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, 384.
- Birgin, O. ve Eryılmaz, E.** (2022). Türkiye’de matematik eğitimi alanında öğretmenin fark etmesi konusunda yapılan çalışmaların sistematik incelenmesi. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 9(3), 184-203.
- Birgin, O. ve Uçar, E.** (2023). Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin üslû ifadelerle çarpma ve bölme işlemlerinde yaptıkları hata ve kavram yanlışlarının incelenmesi. *Eğitim Bilimlerinde Güncel Yaklaşımlar*, 213-236.
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Demirel, F., Karadeniz, Ş. ve Çakmak, E. K.** (2021). Bilimsel araştırma yöntemleri. Pegem Akademi, Ankara, 368.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Creswell, J. W., and Poth, C. N.** (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- Çambay, Ö.** (2026). Eğitimde Üretken Yapay Zekâ: Doğal Dil İşleme Tabanlı Akıllı Öğrenme Sistemleri. *Eğitim Alanında Uluslararası Çalışmalar*, 57.
- Çopur, N. S.** (2025). *Matematik öğretmen adaylarının cebirsel ifadelerle ilişkin kavram yanılgılarını fark etme becerilerinin incelenmesi*, Yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 117 (yayımlanmamış).
- Cukurova, M. ve Miao, F.** (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO Publishing, Paris, 52.
- Doğan, A. ve Soybaş, D.** (2026). Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ Kullanımına İlişkin Matematik Öğretmenleri ve Öğretmen Adaylarının Görüşleri: Sistematik Bir Derleme. *Türk Eğitim Değerlendirmeleri Dergisi*, 7(1), 99-124.
- Dışbudak Kuru, Ö., Ucuzoğlu, A. N., Işıksal Bostan, M., Yemen Karpuzcu, S., ve Tekin Sitirava, R.** (2022). Ortaokul matematik öğretmenlerinin mesleki fark etme becerileri: Dikdörtgenler prizmasının hacmine ilişkin problem durumu. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 154-174.
- Dömbekci, H. A. ve Erişen, M. A.** (2022). Nitel araştırmalarda görüşme tekniği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 141-160.
- Frederiksen, J. R., Sipusic, M., Sherin, M. G. and Wolfe, E. W.** (1998). Video portfolio assessment: Creating a framework for viewing the functions of teaching. *Educational Assessment*, 5(4), 225–297.
- Galiç, S., Urhan, S., Dost, Ş. and Lavicza, Z.** (2025). Examining mathematics teachers noticing the rationality: Scenario-based training with AI chatbot. *Science & Education*, 34(4), 2759-2790.
- Galiç, S., Tejera, M., Parodi, S., Hohenwarter, M., and Lavicza, Z.** (2026). Preservice mathematics teachers' noticing in AI-based simulations: Transitions among attending, interpreting, and shaping. *ZDM–Mathematics Education*. Advance online publication.
- Goodwin, C.** (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606–633.
- Güçyetmez, E. N. T.** (2025). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin fark etme becerilerinin matematik öğrenme fırsatları çerçevesiyle incelenmesi*, Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 238 (yayımlanmamış).

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Güner, P. ve Akyüz, D.** (2017). Ders imecesi mesleki gelişim modeli: öğretmen adaylarının fark etme becerilerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 16 (2), 428-452.
- Hacıoğlu Seven, E., ve Erümit, A. K.** (2025). Matematik eğitiminde üretken yapay zekâ araçlarının incelenmesi: Araç özellikleri, kullanım amaçları ve etkileri. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 136–162
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L. and Philipp, R. A.** (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for research in mathematics education*, 41(2), 169-202.
- Karabıyık, Ü.** (2024). Matematik eğitiminde yenilikçi bir yaklaşım: ChatGPT'nin rolü. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 26-46.
- Karakuş, F.** (2025). *Sınıf öğretmenlerinin yapay zekâ destekli ders planı tasarlama sürecine yönelik deneyimleri ve görüşleri*, Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 103 (yayımlanmamış).
- Kavruk, Y., Erdoğan, E., Şahin, Y. L. ve Uçar, H.** (2024). Sohbet robotlarının açık ve uzaktan öğrenme destek hizmetlerinde kullanımı: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Sistemi örneği. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 30-54.
- Keleş, E.** (2025). *Çevrim içi video kulüplerde ortaokul matematik öğretmenlerinin orantısal akıl yürütmeyi fark etme becerilerinin desteklenmesi*, Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 98 (yayımlanmamış).
- Kuşaksız, B., Yeşilbaş, C., Tunal, D. ve Kayalar, S.** (2019). Chatbot. <https://iabtr.org/wp-content/uploads/2024/08/Chatbot-iab912018131741.pdf> (Erişim tarihi: 12 Ağustos 2026).
- Lee, D., Son, T. and Yeo, S.** (2025). Impacts of interacting with an AI chatbot on preservice teachers' responsive teaching skills in math education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(1), e13091.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G.** (1985). Naturalistic inquiry. Sage Publications, Beverly Hills, 416.
- Mason, J.** (2011). Noticing: Roots and branches, 35-50, Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes, M. G. Sherin, V. R. Jacobs, and R. A. Philipp (Eds.), Routledge, New York, 280.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. and Shannon, C. E.** (1955). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12-14.
- McKenney, S., & Reeves, T. C.** (2021). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Medical education*, 55(1), 82-92.
- Miao, F., and Holmes, W.** (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO, Paris, 48.
- Miller, K. F.** (2011). Situation awareness in teaching: What educators can learn from video-based research in other fields, 51-65, *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes* M.G. Sherin, V. R. Jacobs and R. A. Philipp (Eds.), Routledge, New York, 280.
- Millî Eğitim Bakanlığı.** (2017). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri*. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, 19. Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri (Erişim tarihi: 3 Ağustos 2026).
- Noster, N., Gerber, S., and Siller, H.-S.** (2024). Pre-service teachers' approaches in solving mathematics tasks with ChatGPT. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 10, 543–567.
- Okonkwo, C. W., and Ade-Ibijola, A.** (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100033.
- Özsongür, M. Z.** (2024). *Sınıf öğretmenlerinin eğitimde üretken yapay zekâ kullanımına ilişkin görüşleri*, Yüksek lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 98 (yayımlanmamış).
- Patton, M. Q.** (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. Sage Publications, Thousand Oaks, 832.
- Pressey, S. L.** (1950). Development and appraisal of devices providing immediate automatic scoring of objective tests and concomitant self-instruction. *The Journal of Psychology*, 29(2), 417-447.
- Russell, S. and Norvig, P.** (2020). *Artificial intelligence: a modern approach* (4th ed.). Pearson, Hoboken, 1115.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Santagata, R., Zannoni, C. and Stigler, J. W.** (2007). *The role of lesson analysis in pre-service teacher education: An empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based field experience. Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(2), 123–140
- Santagata, R., König, J., Scheiner, T., Nguyen, H., Adleff, A. K., Yang, X. and Kaiser, G.** (2021). Mathematics teacher learning to notice: A systematic review of studies of video-based programs. *ZDM–Mathematics Education*, 53(1), 119-134.
- Satan, N., Aksakal, K. ve Ay, Z.** (2021). Üslü ifadelerde yaşanan kavram yanılgılarının olası nedenleri ve önlem önerilerinin öğretmen adaylarının görüşlerine dayalı olarak incelenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 32-48.
- Sitrava, R. T., Şahin, N., Çopur, N. S. ve Baykal, A. A.** (2024). Matematik Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Aritmetik Ortalamaya Yönelik Düşünüşünü Fark Etme Becerilerinin Geliştirilmesi: Bir Öğretim Deneyi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 306-331.
- Sherin, B. and Star, J. R.** (2011). Reflections on the study of teacher noticing, 66-78, *Mathematics teacher noticing: Seeing Through Teachers' Eyes*, M. G. Sherin, V. R. Jacobs, and R. A. Philipp (Eds.), New York, 280.
- Sherin, M. G., and van Es, E. A.** (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20–37.
- Skinner, B.F.** (1958). Teaching machines. *The Review of Economics and Statistics* 42 (3), 189–191.
- Star, J. R. and Strickland, S. K.** (2008). Learning to observe: Using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of mathematics teacher education*, 11(2), 107-125.
- Taşdan, B. T.** (2019). Matematik öğretmeni adaylarının fark etme becerilerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(1), 232-259.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.** (2025). *Yapay zekâ ve eğitim: Öğretmenler için uygulamalı prompt mühendisliği ve üretken araçlarla yenilikçi öğrenme stratejileri*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, 282. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2025_07/01154003_yz_promptrehberi.pdf (Erişim tarihi: 24 Temmuz, 2026).
- Uğur, İ. D. ve Saylık, A.** (2025). Nitel verilerin analizinde kavram bunalımı: teorik bir çözümleme. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 299-316.
- Van Es, E. A., and Sherin, M. G.** (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 571–596.
- Van Es, E. A., and Sherin, M. G.** (2008). Mathematics teachers' "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 244–276. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.005>
- Van Es, E. A., and Sherin, M. G.** (2021). Expanding on prior conceptualizations of teacher noticing. *ZDM–Mathematics Education*, 53(1), 17-27.
- Weyers, J., König, J., Scheiner, T., Santagata, R., and Kaiser, G.** (2024). Teacher noticing in mathematics education: A review of recent developments. *ZDM–Mathematics Education*, 56(2), 249–264.
- Yağar, F. ve Dökme, S.** (2018). Niteliksel araştırmaların planlanması: Araştırma soruları, örneklem seçimi, geçerlik ve güvenirlik. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1-9.
- Yaman, M.** (2024). Eğitimde yapay zekânın kullanılmasına dair öğretmen görüşleri, Yüksek lisans tezi, Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 127 (yayımlanmamış).
- Yoşumaz, İ.** (2024). Prompt Engineering Awareness: A Study on Google Trends Data. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Dergisi*, 5(2), 248-268.

EKLER

EKLER

EK A: Dikkate Alma, Yorumlama ve Karar Verme Becerilerinin Kodlama Çerçevesi

Fark Etme Becerisi	Fark etme Düzeyi	Kanıtın Açıklaması
Dikkate Alma	Sağlam kanıt	- Öğrencinin çözüm sürecinde kullandığı matematiksel stratejiyi ayrıntılı biçimde açıklar. - Öğrencinin çözümünde (işlem yolu, temsil biçimi kullanılan sayılar ve varsa hata noktalarını) spesifik kanıtlarla belirtir. - Öğrencinin çözümünün doğruluğunu matematiksel gerekçelere dayalı olarak değerlendirir.
	Sınırlı Kanıt	- Öğrencinin çözümünü genel ve yüzeysel ifadelerle açıklar. - Matematiksel ayrıntıların bir kısmı eksik ya da belirsizdir. - Çözümün doğruluğu hakkında kısmen doğru fakat gerekçesi zayıf değerlendirmeler yapar.
	Yetersiz kanıt	- Öğrencinin çözümünün doğruluğunu yanlış belirler. - Çözümün doğruluğunu kanıt vermeden ifade eder.
Yorumlama	Sağlam Kanıt	- Öğrencinin nasıl düşündüğünü açık ve spesifik kanıtlarla ortaya koyar. - Öğrencinin neyi bildiğini ve/veya neyi bilmediğini fark eder. - Yorumlar doğrudan öğrencinin çözümündeki matematiksel ayrıntılara dayalıdır.
	Sınırlı Kanıt	- Öğrencinin düşünme biçimini doğru ama daha az derinlikli ya da aşırı genel ifadelerle yorumlar. - Sunulan çözümün ötesine geçmeden öğrencinin çözümüyle ilgili belirli bağlantılar kurar.
	Yetersiz Kanıt	- Öğrencinin düşünme sürecini yanlış yorumlar veya hiç yorumlamaz. - Öğrencinin matematiksel anlayışına dair kanıt sunmaz. - Öğrencinin çözümüyle ilgisiz bağlantılar kurar. - Öğrencinin bireysel olarak matematiksel düşünmesine odaklanmaz.
Karar verme	Sağlam Kanıt	- Öğrenciyi kullanılan stratejiye ek başka bir strateji kullanmaya yönlendirmek için başka bir problem ya da öğretimsel hamle sorar. - Öğrencinin anlayışını genişletmek için soru sorar. - Görevin farklı bir şekilde çözülebileceğini keşfetmesine yardımcı olmak için farklı bir çözüm sunar. - Karşılık verme gerekçesi açıkça öğrencinin düşünmesine dayandırılır.
	Sınırlı Kanıt	- Öğrencinin anlayışını açıkça temel alır ancak öğrenciye daha az derinlikle ya da genel ifadelerle yanıt verilir. - Çözümleri birbirinden farkı olan öğrencilere benzer öğretim adımları ve benzer sorular sunar. - Öneri, öğrencinin çözümüyle kısmen ilişkili ancak yeterince hedefli değildir.
	Yetersiz kanıt	- Öğrencinin matematiksel düşünmesini geliştirmeye yönelik herhangi bir öğretimsel hamle sunmadan sadece başarılarını takdir eder. - Öğrencinin anlayışını temel almadan yanıt verir. - Gelecekteki stratejileri öngörmeye çok az değinir ya da hiç değinmez. - Alıştırma yapması için benzer problemi farklı ifadelerle öğrenciye anlayana kadar sorar. - Problemde verilen sayıları, öğrencinin anlayışını dikkate almadan problemi zorlaştıracak şekilde değiştirir. - Öğrencinin çözümü incelenmemiş gibi ilişkisiz veya pedagojik açıdan yetersiz yanıtlar sunar.

EK B: NOTIMATH karşılama arayüzü

**NOTIMATH-2-26-1**
[@zlemerolu](#)

[Oranlar](#) [İzle](#) [...](#)

Sizlerin matematiksel düşünme süreçlerini fark etme becerilerinizi desteklemek. Daha fazlasını görüntüle

 OpenAI ile çalışan GPT-5.2-Instant modelini kullanır. Daha fazla bilgi edinin

6 Mart

**NOTIMATH-2-26-1**

"Merhaba, Matematik Eğitiminin Geleceği: Hoş Geldiniz!

Ortaöğretim matematik öğretmenliği yolculuğunuzda en kritik becerilerden biri, öğrencilerin karmaşık matematiksel düşüncelerini anlama ve geliştirme yeteneğidir. Bu platform, bu yetkinliğinizi geliştirmek için tasarlanmıştır. Sayın öğretmen adayı, sizin için hazırladığımız senaryolara yanıt verirken, sadece doğruyu göstermeye değil, aynı zamanda öğrencinin mevcut düşüncesini Maarif Modeli'nin gerektirdiği beceri temelli yaklaşımlarla nasıl ileri taşıyacağınıza odaklanın. Unutmayın, geri dönütlerimiz tamamen gelişiminizi desteklemeyi amaçlamaktadır. Hazırsan, matematiksel fark etme becerilerini zirveye taşıyalım! Bunun için hazırım demen yeterli!"

16:12

[İthal](#)

hazırım
16:12 ✓

[İthal](#)

EK C: Öğretmen adaylarının fark etme becerilerini ortaya çıkarmak amacıyla geliştirilen sorular

SORULAR

1. İncelediğiniz senaryoda, öğrencinin matematiksel probleme yanıt olarak gerçekleştirdiği eylemleri, kullandığı stratejileri ve çözüm sürecini ayrıntılı bir biçimde tarif eder misiniz? Öğrencinin bu yanıtları ve çözüm yöntemleri bağlamında, ilgili matematiksel konuya dair sahip olduğu matematiksel düşünme biçimine yönelik hangi özellikleri gözlemlediniz?
2. Öğrenci yanıtlarını ve sergilediği çözüm yaklaşımlarını temel alarak, öğrencinin incelenen matematiksel konuya dair anlayış düzeyi hakkında ulaştığınız çıkarımlar nelerdir?
3. Öğrencinin (veya öğrencilerin) öğretmeni rolünü üstlendiğinizde, öğrencinin mevcut yanıtlarını temel alarak ilerleyen öğrenme aşamasını yönlendirmek amacıyla soracağınız sonraki sorular veya vereceğiniz yönergeler neler olurdu? Öğrencinin matematiksel düşünce yapısında tespit edilen olası kavram yanlışlarını veya hataları ortadan kaldırmak ve öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmek için nasıl bir yöntem/strateji uygularsınız?

EK D: Örnek geri bildirim karar verme becerisine yönelik

Bu bölümde belirgin bir gelişim var. Önceki yanıtınıza kıyasla artık:

- Öğrencinin düşünmesini açığa çıkaracak sorular soruyorsunuz.
- “Neden aynı olanlar dışarı çıkıyor?” gibi kavramsal derinliği artıracak bir sorgulama öneriyorsunuz.
- Yöntemin her zaman çalışıp çalışmayacağını tartışmaya açıyorsunuz (genelleme boyutu).

Bu yaklaşım, öğrencinin matematiksel muhakemesini geliştirmeye yönelik bir yönelim içeriyor. Bu, öğreneni merkeze alan ve öğrencinin düşünmesini görünür kılmayı amaçlayan bir pedagojik hamledir.

Ancak hâlâ geliştirebileceğiniz noktalar var:

- “Gösteririm” ifadeniz öğretmen merkezli bir aktarımı ima ediyor. Bunun yerine öğrencinin kendisinin keşfetmesini sağlayacak bir yapı (örneğin karşılaştırma, örnek-örnek olmayan durum analizi, sembolik genelleme gibi) tasarlayabilirsiniz.
- Farklı çözüm yollarını karşılaştırma ($\sqrt{12} = \sqrt{4 \cdot 3}$ ile asal çarpan yöntemi arasındaki yapısal eşdeğerlik) üzerinden bir matematiksel tartışma ortamı önerilmemiş.
- Öğrencinin açıklamasını sınıf içinde matematiksel iletişim bağlamında yapılandırma (akranlara açıklama, karşı örnek isteme, genelleme yaptırma) boyutu henüz görünür değil.

Maarif Model’inin öngördüğü beceri temelli yaklaşımda amaç yalnızca doğru yöntemi buldurmak değil; temsil dönüşümleri yapabilen, yöntemler arası ilişki kurabilen ve gerekçelendirme üretebilen bireyler yetiştirmektir. Öneriniz bu yönde ilerlemeye başlamış, ancak henüz bu boyutları sistematik biçimde içermiyor.

EK E: Senaryolar

SENARYO 1

Öğretmen, öğrencilerin rasyonel tabanları karşılaştırma becerilerini test etmek için $(\frac{1}{2})^{-3}$ ve $(\frac{1}{2})^4$ ifadelerini tahtaya yazar. Öğrenci Cahit, her iki ifadeyi de tek tek hesaplayarak $(8 \text{ ve } \frac{1}{16})$, $(\frac{1}{2})^{-3} > (\frac{1}{2})^4$ sonucunu bulur. Öğretmen, Cahit'e dönerek, "Cahit, üsleri inceleyerek mi yoksa hesaplayarak mı bu sıralamayı yaptın? Her zaman hesaplama yapmadan, sadece üslere bakarak sıralama yapılabilir miyiz?" diye sorar. Cahit, "Eğer tabanımız 2 gibi tam sayı olsaydı, üssü küçük olan sayı küçük olurdu kuralını kullanabilirdik. Ama taban $\frac{1}{2}$ olduğu için, negatif üs sonucu çok büyüttü. Bu yüzden bu kural rasyonel sayılarda güvenilir değil. Ben en güvenilir yolun her zaman sayısal değeri hesaplayarak karşılaştırmak olduğunu düşünüyorum." şeklinde cevap verir.

SENARYO 2

Öğretmen, Tokyo, Delhi ve Pekin şehirlerinin yüz ölçümleri ve nüfuslarına ilişkin bilimsel gösterimleri kullanarak nüfus yoğunluğu hesaplama sorusunu akıllı tahtadan açtı. Öğrencilerden, yoğunluğu hesaplamak için önce bir önerme oluşturmalarını istedi. Öğrenci Nazike, nüfus yoğunluğunu bulmak için nüfusu yüz ölçümüne bölmek gerektiğini doğru bir şekilde varsaydı. Ancak hesaplama aşamasına gelindiğinde, Nazike çekincelerini dile getirdi: "Tokyo'nun nüfus yoğunluğu hesaplanırken $\frac{3.74.10^7}{2.10^2}$ işlemini yapmalıyız. 10^7 gibi büyük bir üssün, 10^2 gibi küçük bir üsse bölünmesi sonucu çok büyük bir üs 10^5 çıkıyor. Bu, nüfus yoğunluğu gibi somut bir kavram için çok abartılı bir sonuç. Bence bilimsel gösterim, sadece üssün 10^3 'ü geçmediği durumlarda kullanışlıdır.

SENARYO 3

Öğretmen, tahtada $\sqrt{(-3)^2}$ ile $(\sqrt{-3})^2$ ifadelerini karşılaştırmalarını ister. Öğrenci Alparslan, bu iki ifadenin işlem sırası dışında bir farkı olmadığı varsayımında bulunur.

- $\sqrt{(-3)^2}$ işlemini $\sqrt{9} = 3$ olarak doğru hesaplar.
- $(\sqrt{-3})^2$ işlemini hatalı bir şekilde $\sqrt{-3} \cdot \sqrt{-3} = \sqrt{(-3) \cdot (-3)} = \sqrt{9} = 3$ şeklinde hesaplar.

Alparslan, bu sonuçlara dayanarak "Kural: Bu iki ifadenin sonucu her zaman aynıdır, çünkü karekök, negatif sayılarda uygulansa bile, karesi alındığında negatiflik yok olur. İki ifadenin de aynı işlemi temsil ettiğini düşünüyorum." şeklinde bir açıklama yapar.

Öğretmen, Alparslan'a "İkinci ifadedeki $\sqrt{-3}$ ü görebileceğimiz, elle tutulur bir sayı olarak sınıfa nasıl açıklarsın? Sen, iki negatif köklü gösterimi çarparken kullandığın kuralın $\sqrt{a} \cdot \sqrt{b} = \sqrt{a \cdot b}$ negatif sayılar için geçerli olmadığını nasıl doğrulayabilirsin?" diye sorar.

EK E: Senaryolar (Devamı)

SENARYO 4

Öğretmen, $2^x + 2^x$ işlemini sorar. Öğrenci Fatma, hemen elini kaldırır ve "Sonuç 2^{x+1} 'dir" der. Öğretmen, "Nereden biliyorsun?" diye sorar. Fatma, "Eğer $x = 3$ desek, $2^3 + 2^3 = 8 + 8 = 16$ olur. $2^{3+1} = 2^4 = 16$ olduğundan kural çalışıyor. Bu kural, 2^x 'i paranteze alıp yazmaktan daha hızlı ve kolay olduğu için her zaman bu kuralı kullanmalıyız." şeklinde genelleme yapar. Öğretmen, "Peki, $3^x + 3^x$ işlemini de aynı şekilde 3^{x+1} olarak bulabilir misin? Eğer bu kural, senin dediğin gibi pratiklik için her zaman kullanılıyorsa, $3^x + 3^x$ de çalışmalı." diye sorar. Fatma, $3^1 + 3^1 = 6$ ve $3^{1+1} = 9$ olduğunu hesaplar ve kuralının bozulduğunu fark eder.

SENARYO 5

Öğretmen, öğrencilerden $\sqrt{12}$ ifadesini basitleştirmelerini istedi. Öğrenci Sabri, sayıyı $\sqrt{4.3}$ şeklinde yazmak yerine, asal çarpanlarına ayırma yolunu seçti: $\sqrt{12} = \sqrt{2.2.3}$ Sonucu $2\sqrt{3}$ olarak doğru buldu. Öğretmen, Sabri'ye dönerek, "Sabri, neden 4.3 yerine asal çarpanlarına ayırma yöntemini tercih ettin? Bu yöntemin neden çalıştığını sınıfa açık ve net bir şekilde nasıl kanıtlarsın?" diye sordu. Sabri, "Bence bu yöntem daha iyi, çünkü 4 gibi en büyük tam kare çarpanı aramak zaman alıcı ve kafa karıştırıcı. Asal çarpanlara ayırınca, aynı olan iki çarpan (iki tane 2) doğrudan dışarı çıkar. Bunun kanıtı $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}$ olmasıdır. Sabri diğer öğrencilere, bu yöntemin neden çalıştığını hemen anlamalıdır." şeklinde bir açıklama yapar.

SENARYO 6

Hacer Öğretmen, 9. sınıf matematik dersinde köklü ifadelerin özelliklerini işlemektedir. Dersin bir bölümünde tahtaya $\sqrt{9 + 16}$ ve $\sqrt{9} + \sqrt{16}$ ifadelerini yazar ve bu ifadelerin sonuçlarının eşit olup olmadığını, "muhakeme ve doğrulama yaparak açıklamalarını ister. Öğrenci (Mehmet) Muhakemesi: Mehmet, çalışma kağıdına $\sqrt{9 + 16} = \sqrt{9} + \sqrt{16} = 3 + 4 = 7$ " yazar. Hacer Öğretmen bu sonucun nedenini sorduğunda Mehmet şu iddialı açıklamayı yapar: "Öğretmenim, karekök işlemi toplama işleminin üzerine dağılır. Çünkü karekök, aslında sayının karesini yok eden bir işlemdir. İçerideki 9 ve 16 sayılarını kendi içlerinde kök dışına çıkardığımızda 3 ve 4 kalır, bunları topladığımızda ise sonuç 7 olur. Eğer önce toplasaydık sayı büyüyecekti ve kök dışına çıkarmak zorlaşacaktı. Bu yüzden her sayıyı tek tek kökten kurtarıp sonra toplamak en mantıklı yoldur. Yani $\sqrt{a^2 + b^2}$ ifadesi her zaman $a + b$ sonucuna eşittir

EK E: Senaryolar (Devamı)

SENARYO 7

Nursena Öğretmen, 9. sınıf matematik dersinde "Köklü İfadelerde İşlemler" konusunu işlerken, öğrencilerin toplama ve çarpma kurallarını ne ölçüde ayırt edebildiklerini görmek amacıyla tahtaya şu iki görevi yazar:

1. Toplama Görevi: $\sqrt{18} + \sqrt{32}$ işleminin sonucunu bulunuz.
2. Çarpma Görevi: $2\sqrt{3} \cdot 5\sqrt{3}$ işleminin sonucunu bulunuz.

Öğrencilerden Tuğba, çalışma kağıdına aşağıdaki işlemleri yapar ve Nursena Öğretmen yanına geldiğinde kurduğu mantığı şöyle açıklar:

“Öğretmenim, toplama yaparken kök içindeki gösterimleri ayrı ayrı düşünmek zor olduğu için onları birleştirip tek bir kök içinde topladım; yani $\sqrt{18 + 32} = \sqrt{50}$ sonucuna ulaştım. Fakat çarpma işlemine gelince, ders kitabındaki ‘benzer terimler’ kuralını hatırladım. Katsayıları kendi arasında çarptım ($2 \times 5 = 10$), ancak kök içleri aynı olduğu için tıpkı payda eşitlemişim gibi düşündüm ve köke hiç dokunmadan aynen bıraktım. Yani sonucum $10\sqrt{3}$ oldu. Eğer kökleri de çarpsaydım ($\sqrt{9}$ gibi) sayı değişecekti ama toplama ve çarpmada köklerin içindeki türün korunması gerektiğini düşünüyorum.”

EK F: Uygulama öncesi görüşme formu

SORULAR

1. Öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini gözlemleme ve analiz etme yeterliğinizi nasıl tanımlarsınız/değerlendirirsiniz?
2. Bir öğrencinin matematiksel bir probleme verdiği yanıtı analiz ederken, değerlendirme sürecinizde öncelikli olarak hangi unsurlara odaklanırsınız? Bu unsurları neden önceliklendirdiğinizi açıklayınız.
3. a) Öğrencilerin kavram yanılgılarını (hatalarını), kısmi anlamalarını (kısmi doğrularını) ve öğrenme güçlüklerini fark etmenin pedagojik önemi hakkında ne düşünüyorsunuz?
b) Bunları fark ettikten sonra öğrencinin gelişimini desteklemek amacıyla hangi stratejileri/adımları uygulamayı tercih edersiniz?
4. Matematik dersi ortamında, öğrencilerin matematiksel düşünce süreçlerini (akıl yürütme, problem çözme stratejileri vb.) görünür kılmak için hangi teknikleri/yöntemleri kullanırsınız?
5. Bir öğrencinin sergilediği matematiksel düşünme düzeyini temel alarak, öğretimsel ilerlemeyi ve bir sonraki ders adımını nasıl planlarsınız?
6. Bir öğrencinin matematiksel akıl yürütme veya çözüm stratejisini tam olarak kavrayamadığınız durumlarda, öğrencinin düşüncesine dair netlik kazanmak için nasıl bir yöntem/strateji kullanırsınız?

EK G: Uygulama sonrası görüşme formu

SORULAR

1. POE uygulamasının, öğrenci cevaplarına yönelik size sağladığı otomatik geri bildirimler, öğrencilerin konu hakkındaki kavramsal düşüncelerini, olası yanılgılarını veya hatalarını fark etme sürecinizi ve bu süreçteki öz-farkındalığınızı nasıl etkilemiştir? Bu geri bildirimlerin size sağladığı en önemli metabilişsel katkı ne olmuştur?
2. POE uygulamasında sunulan öğrenci senaryolarını okurken, öğrencinin matematiksel düşünce sürecini anlamaya yönelik ilk etapta dikkatinizi çeken ve analiz etmeye öncelik verdiğiniz kritik noktalar neler olmuştur? Bu süreçte bir öğretmen olarak hangi unsurlara odaklandınız?
3. Eğer POE uygulaması ile yürüttüğümüz bu süreci yeniden deneyimleyecek olsaydınız, öğrenci senaryolarına verdiğiniz cevaplar veya uygulama sürecinin herhangi bir aşamasında farklılaştırmak isteyeceğiniz unsurlar neler olurdu? Bu farklılaştırmaların gerekçelerini pedagojik ve bilişsel açıdan açıklayınız.
4. Bu süreç sonunda, öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerini fark etme ve değerlendirme beceriniz açısından kendinizi nasıl değerlendirirsiniz? Uygulamanın size kazandırdığı bu fark etme yetkinliğinin, bundan sonraki öğretim kariyerinize transfer edilebilirliği hakkında neler düşünüyorsunuz?

ETİK KURUL İZİN BELGESİ

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.03.2026-E.648466



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük

Sayı :E-19928322-050.04-648466
Konu :Etik Kurul Onay Bildirimi (Özlem
Eroğlu) FEN202512172644

10.03.2026

Sayın Prof. Dr. Gözde AKYÜZ

Sorumlu araştırmacılığın yürüttüğünüz ve Özlem EROĞLU'nun yardımcı araştırmacı olarak yer aldığı, "Yapay zeka destekli uygulamaların matematik öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerine etkisi" başlıklı ve FEN202512172644 numaralı başvurunuz ile ilgili Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu'nun 30.01.2026 tarihli ve 2026/1 sayılı toplantı kararı ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinize sunulur.

Prof. Dr. Fatih SATIL
Rektör Yardımcısı

Ek: Etik Kurul Kararı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSVKVZUHBN Pin Kodu :94303
Adres: Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Çarşı Yerleşkesi 10145 Balıkesir
Telefon: 2666121400 Faks: 2666121412
Web: <http://www.balikesir.edu.tr>
Kep Adresi: balikesiruniversitesi@hs01.kep.tr

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/balikesir-universitesi-ebys>

Bilgi için: Soda Özbay
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Tel No: 2666121418



ETİK KURUL İZİN BELGESİ (Devamı)

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.03.2026-E.648466
Evrak Tarih ve Sayısı: 05.03.2026-645562



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU

Toplantı Tarihi	: 30.01.2026
Toplantı Sayısı	: 2026/1
Toplantı Saati	: 14.00
Araştırmanın Başlığı	Türkçe : Yapay zeka destekli uygulamaların matematik öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerine etkisi İngilizce : The effect of artificial intelligence-supported applications on the pedagogical content knowledge of prospective mathematics teachers
SORUMLU ARAŞTIRMACI	
Ad Soyad	: Prof. Dr. Gözde AKYÜZ
Kurumu	: Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi
YARDIMCI ARAŞTIRMACI/ARAŞTIRMACILAR	
<u>Adı Soyadı</u> Özlem EROĞLU	<u>Kurumu</u> Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu, 30.01.2026 tarihinde Prof. Dr. Ruhan BENLİKAYA başkanlığında toplanmıştır. Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA ve Prof. Dr. Baki ÇİÇEK anılan tarihteki toplantıya katılmadı. Görüşme sonunda, yukarıda bilgileri yer alan araştırmanın Bilimsel Araştırma Etik Kurul Onay Belgesi talebi Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulunca değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur.

BAŞKAN
Prof. Dr. Ruhan BENLİKAYA

Prof. Dr. Nürsen AZİZOĞLU
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Figen ALTINER
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Kadriye ERGÜN
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Evgin ÇAY
Üye

Üye

Üye

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Özlem EROĞLU

Doğum Tarihi ve Yeri :

e-posta :

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Matematik Eğitimi	2026
Lisans	Balıkesir Üniversitesi /Matematik Öğretmenliği	2024
Lise	Gülser Mehmet Bolluk Anadolu Lisesi	2018

Yayın Listesi

Akyüz G., ve Eroğlu Ö. (2025). TIMSS 2019 ve 2023 verilerine göre öğrenci düzeyindeki değişkenlerin matematik başarısına etkisi, 253- 273, *Ortaokul matematik eğitiminde güncel yaklaşımlar: Araştırmalar, uygulamalar ve disiplinlerarası perspektifler*, F.T. Dikkartın Övez (Ed.), Livre de Lyon, 332. <https://bookchapter.org/kitaplar/Ortaokul.pdf> (Erişim tarihi, 1 Ağustos, 2026).