

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



ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİĞİ ÖĞRETMEYİ
ÖĞRENMELERİNİ HEDEFLEYEN ÖĞRETİM TASARIMI VE
UYGULAMASI

MELİKE YAKUT ÇAYIR

DOKTORA TEZİ

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gözde AKYÜZ (Tez Danışmanı)**
Prof. Dr. Hülya GÜR
Prof. Dr. Hasan Hüseyin ŞAHAN
Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Başak BARAK

BALIKESİR, HAZİRAN - 202

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Öğretmen Adaylarının Matematiği Öğretmeyi Öğrenmelerini Hedefleyen Öğretim Tasarımı ve Uygulaması**” 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.

Melike YAKUT ÇAYIR

(imza)

ÖZET

ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİĞİ ÖĞRETMEYİ ÖĞRENMELERİNİ HEDEFLEYEN ÖĞRETİM TASARIMI VE UYGULAMASI

DOKTORA TEZİ

MELİKE YAKUT ÇAYIR

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÖZDE AKYÜZ)

BALIKESİR, HAZİRAN - 2022

Araştırma ile öğretmen adaylarının matematiği öğretmeyi öğrenmeleri için alan bilgilerini alana özgü öğretim yaklaşımları ile geliştirirken öğretim deneyi ile deneyimlerini derinlemesine düşünmelerini sağlayacak çevirim içi, uygulamaya dayalı, kapsamlı ve sürdürülebilir bir öğretim uygulaması tasarlamak amaçlanmıştır. Araştırma, döngüsel ve yinelemeli olan tipik tasarım araştırma modelini takip eder ve şu aşamalardan oluşur: a) ön araştırma aşaması (1. Aşama), b) tasarlama, geliştirme ve uygulama aşaması (2. Aşama) ve c) değerlendirme aşaması (3. Aşama). Araştırmanın katılımcıları 2020-2021 öğretim yılı bahar döneminde Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde, Matematik Öğretmenliği Programı 3. sınıfta öğrenim gören 15 öğretmen adaydır. Öğretim uygulaması iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesi kapsamında alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmek için matematiksel yetkinlik dersleri tasarlanmış, öğretmen adaylarının gelişimleri araştırmacı tarafından geliştirilen alan ve uzmanlık alan bilgisi testleri aracılığıyla ön test ve son test olarak ölçülmüş, nicel ve nitel olarak analiz edilmiştir. İkinci kısımda öğretmen adayları ders analiz çerçevesine göre kendi derslerini planlayarak 9. sınıf öğrencileri ile derslerini işlemiş ve ders sonunda kendi öğretimlerini değerlendirmişlerdir. İkinci kısımda veriler ders planı değerlendirme formu ve öğretmeyi öğrenme uygulaması değerlendirme formu aracılığıyla toplanmış ve nitel olarak analiz edilmiştir. Covid 19 pandemisi nedeniyle öğretim uygulamasının tüm süreçleri çevirim içi olarak uzaktan eğitimle gerçekleştirilmiş ve uygulamanın tüm aşamaları kaydedilmiştir. Öğretmeyi öğrenme uygulamasının öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi konusuna ilişkin alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirdiği, kendi öğretimleri üzerine düşünerek kendi yollarını keşfetmelerini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmeyi öğrenme uygulamasının matematik öğretmenliği öğretim programlarında yer alması ve okul matematiğinin farklı öğrenme alanlarında da yapılması önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Eğitsel tasarım araştırması, matematik eğitimi, ders analiz çerçevesi, uzaktan eğitim, fonksiyon kavramı

Bilim Kod / Kodları : 11404

Sayfa Sayısı : 240

ABSTRACT

INSTRUCTIONAL DESIGN AND IMPLEMENTATION AIMING TO TEACH PROSPECTIVE TEACHERS LEARNING TO TEACH MATHEMATICS

PH.D THESIS

MELİKE YAKUT ÇAYIR

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

MATHEMATICS EDUCATION

(SUPERVISOR: PROF. DR. GÖZDE AKYÜZ)

BALIKESİR, JUNE - 2022

The goal of the research is to design an online, application-based, comprehensive, and sustainable teaching implementation that will enable pre-service teachers to reflect on their experiences with teaching experiments while developing their subject knowledge with subject-specific teaching approaches so that they can learn to teach mathematics. The research follows the typical design research model, which is iterative and cyclical, and consists of the following phases: a) preliminary research phase (Phase 1), b) design, development, and implementation phase (Phase 2), and c) evaluation phase (Phase 3). The participants of the research are 15 pre-service teachers studying in the 3rd year of the Mathematics Teaching Program at a state university in Turkey in the spring term of the 2020-2021 academic year. The teaching implementation consists of two parts. In the first part, mathematical competency lessons were designed to improve pre-service teachers' knowledge of the subject and subject of expertise within the scope of the concept of function and representation unit, and the development of pre-service teachers was measured as a pre-test and post-test and analyzed quantitatively and qualitatively utilizing subject and specialty knowledge tests developed by the researcher. In the second part, the pre-service teachers planned their lessons according to the lesson analysis framework, taught their lessons with the 9th-grade students, and evaluated their teaching at the end of the lesson. The second part collected the data through the lesson plan evaluation form and the learning to teach implementation evaluation form and analyzed qualitatively. Due to the Covid 19 pandemic, all the processes of the teaching implementation were carried out online with distance education and all stages of the implementation were recorded. It was concluded that the learning to teach implementation developed the pre-service teachers' knowledge of the subject and expertise in the concept of a function and its representation, and enabled them to discover their ways of thinking about their teaching. It is suggested that the learning to teach implementation should be included in the mathematics teaching curriculum and that it should be done in different learning areas of school mathematics.

KEYWORDS: Educational design research, mathematics education, lesson analysis framework, distance education, function concept

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	4
1.2 Araştırma Problemi	5
1.2.1 Araştırma Soruları.....	5
1.3 Araştırmanın Önemi	6
1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.5 Araştırmanın Varsayımları.....	7
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	8
2.1 Matematik Öğretimi ve Öğretmen Hazırlığı için "Deney" Modeli	8
2.2 Ders Analiz Çerçevesi	16
2.3 Öğretmek İçin Matematik Bilgisi.....	24
3. LİTERATÜR TARAMASI	28
3.1 Öğretmen Adaylarının Fonksiyonlar Konusundaki Alan ve Pedagojik Alan Bilgileri ile İlgili Araştırmalar	28
3.2 Ders Analiz Çerçevesi ile İlgili Araştırmalar.....	38
3.3 Uzaktan Eğitim Sürecinde Öğretmen Adaylarının Eğitimi ile İlgili Araştırmalar.....	43
4. YÖNTEM	49
4.1 Araştırma Modeli	49
4.2 Araştırma Süreci.....	62
4.2.1 1.AŞAMA: Problem Tanımlama ve İhtiyaç Analizi	62
4.2.1.1 1.Döngü: Problemi Tanımlama.....	62
4.2.1.2 2.Döngü: İhtiyaç Analizi	63
4.2.2 2.AŞAMA: Tasarım, Geliştirme ve Uygulama	63
4.2.2.1 3.Döngü: İhtiyaç Analizi, Literatür Taraması, Tasarım ve Geliştirme	63
4.2.2.2 4.Döngü: Tasarım ve Geliştirme.....	64
4.2.2.3 5.Döngü: Uygulama	65
4.2.2.4 6.Döngü: Uygulama	65
4.2.3 3.AŞAMA: Tasarım, Uygulama ve Değerlendirme	66
4.2.3.1 7. Döngü: Tasarım, Uygulama ve Değerlendirme	66
4.2.3.2 8. Döngü: Değerlendirme	68
4.2.3.3 9.Döngü: Uygulama	68
4.2.3.4 10.Döngü: Değerlendirme	69
4.3 Katılımcılar	69
4.4 Veri Toplama Araçları.....	69
4.4.1 Alan Bilgisi Testi (ABT).....	69
4.4.1.1 Alan Bilgisi Testinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	74
4.4.2 Uzmanlık Alan Bilgisi Testi (PABT)	75

4.4.2.1	Uzmanlık Alan Bilgisi Testinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	77
4.4.2.2	Ders Kayıtları.....	78
4.4.2.3	Ders Planı Değerlendirme Formu	78
4.4.2.4	Ders Planı Değerlendirme Formu Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	81
4.4.3	Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması Değerlendirme Formu.....	81
4.4.3.1	Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması Değerlendirme Formu Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları.....	81
4.5	Verilerin Analizi.....	81
4.5.1	Nicel Verilerin analizi.....	81
4.5.1.1	Alan Bilgisi Testinin Analizi	81
4.5.1.2	Uzmanlık Alan Bilgisi Testinin Analizi	82
4.5.2	Nitel Verilerin Analizi	82
4.5.2.1	Ders Planı Değerlendirme Formunun Analizi	82
4.5.2.2	Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması Değerlendirme Formunun Analizi	83
4.6	Araştırmacının Rolü	84
4.7	Etik	84
5.	BULGULAR VE TARTIŞMA	86
5.1	1.AŞAMA: Problemi Tanımlama ve İhtiyaç Analizine İlişkin Bulgular	86
5.1.1	1. Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	86
5.1.2	2. Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	86
5.1.2.1	Kavramsal Anlamaya İlişkin Bulgular	87
5.1.2.2	İşlemsel Akıcılığa İlişkin Bulgular	106
5.1.2.3	Stratejik Yetkinliğe İlişkin Bulgular	118
5.1.2.4	Uyarlamalı Akıl Yürütmeye İlişkin Bulgular	124
5.2	2.AŞAMA: Tasarım Geliştirme ve Uygulamaya İlişkin Bulgular	129
5.2.1	3. Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	129
5.2.1.1	Kavramsal Anlama Dersi.....	129
5.2.1.2	İşlemsel Akıcılık Dersi	130
5.2.1.3	Stratejik Yetkinlik Dersi	131
5.2.1.4	Uyarlamalı Akıl Yürütme	133
5.2.1.5	Üretken Eğilim.....	138
5.2.2	4. Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	138
5.2.2.1	ABT Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	139
5.2.2.2	UABT Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	140
5.2.2.3	ABT ve UABT Son Test Uygulamasının Ön Test ile Karşılaştırmalı Nitel Analizine İlişkin Bulgular	141
5.3	3.AŞAMA: Tasarım Uygulama ve Değerlendirmeye İlişkin Bulgular	159
5.3.1	Öğretmeyi Öğrenme Uygulamasının Aşamalarının Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular.....	159
5.3.1.1	Ders Planı Hazırlama.....	160
5.3.1.2	Ders Planı Sunma	167
5.3.1.3	Ders Planı Değerlendirme.....	175
5.3.1.4	Uygulamanın Geliştirilmesi İçin Öneriler	177
5.3.2	Uygulama Öncesi ve Sonrası Ders Planlarının Gruplar Bazında Değerlendirilmesi Sonucu Elde Edilen Bulgular	181
5.3.2.1	Hedefler	181
5.3.2.2	Etkinlikler	183
5.3.2.3	Hipotezler	185
5.3.2.4	Öğretimin İyileştirilmesine Yönelik Öneriler.....	187

6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	189
6.1 Sonuçlar	189
6.2 Öneriler	192
6.2.1 Karar Vericiler için Öneriler	192
6.2.2 Uygulayıcılara Yönelik Öneriler	192
6.2.3 Öğretmeyi Öğrenme Uygulamasının Araştırılması için Öneriler.....	193
7. KAYNAKLAR.....	194
EKLER.....	209
EK A: Araştırmaya Gönüllü Katılım Formu	209
EK B: Alan Bilgisi Testi	210
EK C: Alan Bilgisi Testi Uzman Değerlendirme Formu ve Belirtke Tablosu.....	214
EK D: Uzmanlık Alan Bilgisi Testi	216
EK E: Uzmanlık Alan Bilgisi Testi Uzman Değerlendirme Formu ve Belirtke Tablosu..	220
EK F: Ders Planı Değerlendirme Formu.....	222
EK G: Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması Değerlendirme Formu	225
EK H: Alan Bilgisi Testi Derecelendirilmiş Puanlama Anahtarı	226
EK I: Uzmanlık Alan Bilgisi Testi Derecelendirilmiş Puanlama Anahtarı	233
EK İ: Etik Kurul Onayı	236
EK J: Ders Sunumları ve Ders Planları.....	239
ÖZGEÇMİŞ	240

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Matematiksel yeterlilikler (NRC, 2001).	9
Şekil 2.2: Ders analiz çerçevesi (Santagata ve Guarino, 2010).	17
Şekil 2.3: Yönelimler ve analiz, planlama ve uygulama becerileri (Santagata ve Guarino 2011).	23
Şekil 2.4: Öğretim için matematiksel bilgi alanları (Ball vd., 2008).	26
Şekil 4.1: Eğitsel tasarım araştırması yürütmek için genel model (McKenney ve Reeves, 2018).	55
Şekil 5.1: Ö7 kodlu öğretmen adayının yanıtı.	144
Şekil 5.2: Ö11 kodlu öğretmen adayının yanıtı.	144
Şekil 5.3: Uygulama öncesi öğretmen adaylarının fonksiyon ile ilişkili ön bilgilerine dair kavramlar.....	145
Şekil 5.4: Uygulama sonrası öğretmen adaylarının fonksiyon ile ilişkili ön bilgilerine dair kavramlar.....	145
Şekil 5.5: Ö11 kodlu öğretmen adayının fonksiyon olmayan örnek yanıtı.	147
Şekil 5.6: Ö7 kodlu öğretmen adayının bir fonksiyonun farklı temsillerle gösterimi.....	149

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Matematiğin öğretimi ve öğrenimine dair inançlar (Leinwand vd., 2014).	14
Tablo 2.2: Öğretimin matematiksel görevleri/sorumlulukları (Ball vd., 2008; çevir. Aslan Tutak ve Köklü, 2016).	25
Tablo 4.1: Deneysel araştırma ile tasarım araştırmasının karşılaştırılması (Bakker, 2019).	51
Tablo 4.2: Tasarım araştırması ve eylem araştırması arasındaki benzerlikler ve farklılıklar (Bakker, 2019).	52
Tablo 4.3: Tasarım araştırmasının özeti.	53
Tablo 4.4: Tasarım araştırmalarının özellikleri.	54
Tablo 4.5: Araştırmanın aşamaları ve döngüler.	57
Tablo 4.6: Yüksek kaliteli müdahaleler tasarlamak için genel kriterler.	60
Tablo 4.7: Çoklu ortamla öğrenmede tasarım ilkeleri (Mayer, 2009; akt. Kuzu, 2017).	64
Tablo 4.8: Öğretmen adaylarının gruplara dağılımı ve seçtikleri kazanımlar.	67
Tablo 4.9: Araştırmanın uygulama aşamaları.	68
Tablo 4.10: Araştırmanın alt problemleri ve veri toplama işlemleri.	70
Tablo 4.11: ABT (ilk tasarım) uygulamasına katılan öğrencilerin demografik özellikleri.	70
Tablo 4.12: Alan bilgisi testi maddeleri.	71
Tablo 4.13: Alan bilgisi testi sorularının ilişkili olduğu temel alt kavramlar, kaynaklar ve gerekçeler.	72
Tablo 4.14: Uzmanlık alan bilgisi testi maddeleri.	75
Tablo 4.15: UABT (ilk tasarım) uygulamasına katılan öğrencilerin demografik özellikleri.	76
Tablo 4.16: Uzmanlık alan bilgisi testi sorularının ilişkili olduğu temel alt kavramlar, kaynaklar ve gerekçeler.	76
Tablo 4.17: Dersin uygulanmasından sonra değerlendirilmesi için kriterler.	79
Tablo 5.1: Soru 1'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	87
Tablo 5.2: Soru 2'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	88
Tablo 5.3: Soru 3'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	89
Tablo 5.4: Soru 4'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	90
Tablo 5.5: Soru 5'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	90
Tablo 5.6: Soru 6'ya ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	91
Tablo 5.7: Soru 7'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	92
Tablo 5.8: Soru 8'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	93
Tablo 5.9: Soru 9'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	94
Tablo 5.10: Soru 10'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	95
Tablo 5.11: Soru 11'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	96
Tablo 5.12: Soru 12'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	97
Tablo 5.13: Soru 13'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	98
Tablo 5.14: Soru 14'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	99
Tablo 5.15: Soru 15'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	100
Tablo 5.16: Soru 16'ya ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	101
Tablo 5.17: Soru 17'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	104
Tablo 5.18: Soru 18'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	106
Tablo 5.19: Soru 19'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	107
Tablo 5.20: Soru 20'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	107

Tablo 5.21: Soru 21'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	108
Tablo 5.22: Soru 22'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.....	109
Tablo 5.23: Soru 23'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	110
Tablo 5.24: Soru 24'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	111
Tablo 5.25: Soru 25'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	112
Tablo 5.26: Soru 26'ya ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.....	113
Tablo 5.27: Soru 27'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.....	114
Tablo 5.28: Soru 28'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	115
Tablo 5.29: Soru 29'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	116
Tablo 5.30: Soru 30'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	117
Tablo 5.31: Soru 31'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	119
Tablo 5.32: Soru 32'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.....	120
Tablo 5.33: Soru 33'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	121
Tablo 5.34: Soru 34'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	122
Tablo 5.35: Soru 35'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.	125
Tablo 5.36: Soru 36'ya ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.....	126
Tablo 5.37: Soru 37'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.....	127
Tablo 5.38: Öğretmen-öğrenci etkileşimleri sırasında kullanılan sorgulama modelleri... 134	
Tablo 5.39: Matematik derslerinde amaçlı sorular sorulmasına dair öğretmen ve öğrenci davranışları.	135
Tablo 5.40: Etkinlik seviyesi çerçevesi (Smith ve Stein, 1998; çvr. Öztürk, 2013).	136
Tablo 5.41: Öğretim uygulaması öncesi ve sonrası alan bilgisi testi puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.	139
Tablo 5.42: Öğretim uygulaması öncesi ve sonrası uzmanlık alan bilgisi testi puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.....	140
Tablo 5.43: Fonksiyon kavramının tanımına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.	142
Tablo 5.44: Fonksiyon olan ve olmayan örneklere ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.	146
Tablo 5.45: Fonksiyonun farklı temsillerine ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.	148
Tablo 5.46: Fonksiyon ile ilgili kavram yanlışları ve öğrenci zorluklarına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.	150
Tablo 5.47: Grafik ile ilgili kavram yanlışlarına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.....	151
Tablo 5.48: İşlemsel akıcılığa ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.	153
Tablo 5.49: Matematiksel alan dilinin kullanımına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.....	154
Tablo 5.50: Fonksiyon kavramının alt kavramlarına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.....	155
Tablo 5.51: Stratejik yetkinliğe ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.	157
Tablo 5.52: Öğrenci bilgisine ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.....	158
Tablo 5.53: Ders planı hazırlama sürecinin öğretmen adaylarının öğretmen olarak gelişimlerine katkısına ilişkin kodlar.	160
Tablo 5.54: Öğretmen adaylarının ders planı hazırlama oturumlarındaki tartışma atmosferi hakkında düşüncelerine ilişkin kodlar.	164

Tablo 5.55: Öğretmen adaylarının ders planı hazırlamada zorlandıkları konulara ilişkin kodlar.	166
Tablo 5.56: Ders anlatma deneyiminin öğretmen adaylarının öğretmen olarak gelişimlerine katkısına ilişkin kodlar.	168
Tablo 5.57: Öğretmen adaylarının ders anlatırken ki duygu ve düşüncelerine ilişkin kodlar.	170
Tablo 5.58: Öğretmen adaylarının ders planı sunmada zorlandıkları konulara ilişkin kodlar.	172
Tablo 5.59: Öğretmen adaylarının ders planını değerlendirirken zorlandıkları konulara ilişkin kodlar.	175
Tablo 5.60: Uygulamanın geliştirilmesi için önerilere ilişkin kodlar.	178
Tablo 5.61: Uygulamanın grup çalışması ya da bireysel olarak yürütülmesi hakkındaki görüşlere ilişkin kodlar.	179
Tablo 5.62: Ders planlarının öğrenme hedefleri belirleme temasına göre karşılaştırılması.	181
Tablo 5.63: Ders planlarının öğrenci düşüncesini ve öğrenmesini analiz etme temasına göre karşılaştırılması.	183
Tablo 5.64: Ders planlarının öğretimin öğrencilerin öğrenmesi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturma temasına göre karşılaştırılması.	186

KISALTMALAR LİSTESİ

ABT	: Alan Bilgisi Testi
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
NRC	: National Research Council
PISA	: Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
TEDMEM	: Türk Eğitim Derneği Düşünce Kuruluşu
TIMSS	: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

ÖNSÖZ

Matematik öğretmen adaylarının matematiği öğretmeyi öğrenmeleri için çevirim içi, uygulamaya dayalı, kapsamlı ve sürdürülebilir bir öğretim uygulaması tasarlamayı amaçlayan bu araştırma, pek çok kişinin destek ve katkılarıyla gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle araştırmanın her aşamasında akademik ve manevi desteğini esirgemeyen, görüş ve önerileriyle bana yol gösteren değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Gözde Akyüz'e sonsuz teşekkür ederim.

Doktora öğrenimim sürecinde kısa bir süre de olsa çok şey öğrendiğim, danışmanlığımdan yararlandığım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sevinç Mert Uyangör'e çok teşekkür ederim.

Doktora tez izleme jüri üyeliğimi kabul ederek beni onurlandıran, verdikleri dönütlerle tezime katkı sunan değerli hocalarımda Sayın Prof. Dr. Hülya Gür ve Sayın Prof. Dr. Hasan Hüseyin Şahan'a çok teşekkür ederim.

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarına öğretim uygulaması boyunca sarf ettikleri çaba için çok teşekkür ederim.

Araştırma boyunca her türlü desteği ile her zaman yanımda olan anneme ve babama, bu süreçte belki de en çok sabrı, anlayışı ve özveriye gösteren canım kızlarım Rüya ve Hayal'e, her koşulda beni destekleyen ve yalnız bırakmayan sevgili eşim Kerem'e sonsuz teşekkür ederim.

Balıkesir, 2022

Melike Yakut Çayır

1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada hayatın her alanını etkileyen Covid 19 pandemisi eğitimde de değişim ve dönüşümün kaçınılmaz olduğunu göstermiştir. Eğitime ulaşmada eşitsizlik, teknolojik yetersizlikler, ölçme ve değerlendirmede yaşanan sorunlar, öğrenci, öğretmen ve velilerin uzaktan eğitim sürecine hazırlıksız olmaları gibi birçok sorunla karşılaştığımız bu dönem aynı zamanda eğitimin yeniden gözden geçirilmesi, temel felsefesinden uzaklaşmış ve birçok açıdan geçerliliği tartışılan yöntemlerin güncellenmesi içinde fırsatlar sunmaktadır (Sarı ve Nayır, 2020). Bilimsel ve teknolojik gelişmenin sağladığı yeni imkânlarla hızlanan toplumsal değişimin geldiği son aşama küresel bilgi toplumdur. Küresel bilgi toplumunu yaratan bilimsel, teknolojik ve toplumsal değişim geleneklerde, kurumlarda, düşünce, değer ve davranışlarda yeni değişim süreçleri başlatarak “geleneksel” eğitim sistemi ve öğretmenlik mesleğini değişime zorlamaktadır (Özcan, 2011).

Son yıllarda Türkiye’de eğitim alanında büyük gelişmeler olmuştur. Artık sınıflarda akıllı tahtalar kullanılmakta, sınıf mevcutları azalmakta, okulların fiziki ve teknik alt yapıları iyileştirilmektedir. Bunların yanı sıra gelişmiş ülkelerin eğitim sistemleri, okullarda tercih ettikleri öğretim yaklaşımları ve ölçme değerlendirme anlayışları da eğitim sistemimize uyarlanmaya çalışılmaktadır (Çepni, 2016). Ulusal sınavlarda ve ders kitaplarında beceri temelli yeni nesil sorulara yer verilmesi ve öğretim programlarının öğrenci merkezli yapılandırmacı yaklaşıma göre yenilenmesi örnek olarak verilebilir. Ancak bütün bu çabalar öğrencilerin matematik başarısında gözle görülür bir artışa neden olamamaktadır (TEDMEM, 2020; ÖSYM, 2019; MEB, 2019). PISA, TIMSS gibi uluslararası sınavlarda da liselere ve üniversitelere girişte uygulanan ulusal sınavlarda da maalesef Türkiye’de yaşayan öğrenciler özellikle matematiği derinlemesine anlamak ve etkili bir şekilde kullanmak için gereken yeterliliklere sahip değillerdir (MEB, 2019). Bunun başlıca nedeni bu çabalar sırasında öğretmenin önemli ve kritik rolünün göz ardı edilmesidir (Baki, 2018 s.364). Okul matematiğinde gerçekleşmesi istenilen olumlu değişiklikler, ancak öğretmenlerin matematiğe karşı tutumlarında, matematiğin öğretimi hakkındaki düşüncelerinde fark edilir bir değişim olduğu zaman başarılabilir (Baki, 2018 s.364).

Matematik eğitiminde nitelikli öğretmenlik uygulamalarının etkisi matematik öğretmen adaylarından yaşadıklarından farklı öğretim uygulamaları geliştirmeleri istendiğinde ortaya çıkar (Hiebert, Morris ve Glass; 2003). Okul yıllarında öğretmenlerinin yöntemlerini,

taktiklerini ve stratejilerini izleyen öğretmen adaylarının kendi öğretim yaklaşımları ve inançları bu sırada şekillenir, öğretmenin rolü hakkındaki düşünceleri gelişir (Baki, 2018 s.365); 12 yıl veya daha uzun süre öğretmenlerinden öğretmeyi öğrenirler (Hiebert vd., 2003). Öğretmen adayları öğretmenliğe başladıklarında her ne kadar yeni fikirlerle donanmış olsalar da sınıf ortamının gerçek zorluklarıyla karşılaştıklarında, genellikle yeni uygulamaları terk eder ve öğretmenlerinin kullandıkları öğretim yöntemlerine geri dönerler (Hiebert vd., 2003). Öğretmen adaylarının sadece çeşitli öğretim yöntemlerinin teorik ve pratik niteliklerini anlaması yeterli değildir, aynı zamanda bunları bir model içinde tanıması ve yaşaması gerekir (Baki, 2018 s.365).

Her ne kadar 2018 yılında öğretmen yetiştirme programı, toplumdaki değişen ihtiyaç ve talepler mevcut programla ilgili yapılan araştırma sonuçları odağında yeniden düzenlenmiş (YÖK, 2018) olsa da matematik öğretmen adaylarını uzaktan eğitime hazırlarken, aynı zamanda matematik ve genel eğitim bilimleri dersleri ile öğretmenlik uygulaması dersleri arasında köprü görevi görecektir, gerçek zamanlı sınıf performansının baskısından uzakta, ders dışındaki etkinliklere odaklanan - ders planlama, öğrenme hedeflerinin belirlenmesi, öğretim etkinliklerinin öğrenme hedefleriyle uyumlu hale getirilmesi ve hedeflere ulaşıldığını gösteren öğrenci yanıtlarının öngörülmesi ve ardından öğrencilerin düşünme ve öğrenme kanıtlarını inceleyerek derslerin değerlendirilmesi- bir dersin geliştirilmesi gerektiği açıktır. Bu durumda matematik eğitimini iyileştirmek için matematik öğretmen adaylarının öğretmenliğe hazırlama sürecinde ihtiyaç duydukları yetkinlikler nelerdir ve bu yetkinlikleri onlara nasıl kazandırabiliriz? Öncelikle öğretmen adaylarının sahip olması gereken matematiksel yetkinlikler öğrencilerin sahip olmasını beklediğimiz matematiksel yetkinliklerden farklı değildir. Çünkü matematiksel olarak yetkin olmayan bir öğretmenin öğrencilerinin de matematiksel yetkinliğe sahip olmaları beklenemez. Öğretmenler yetkin olmadıkları bir konuyu öğrencilerine öğretemezler. O halde öğrencilerin ve dolayısıyla öğretmen adaylarının sahip olmaları beklenen bu matematiksel olarak yetkin olma durumunun açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Çakıroğlu (2019), matematik eğitiminin kavramsal bir alt yapı gerektirdiğini bununla beraber temel işlemlerde akıcılığın da işin önemli bir boyutu olduğunu ifade etmektedir. Ancak Çakıroğlu'na (2019) göre bunlar yeterli değildir, öğrenciler problemlerin çözümü için farklı stratejiler üretebilmeli ve bunları esnek bir biçimde kullanabilmeli ayrıca doğru bir matematiksel yargıya ulaşabilmek için akıl yürütme ya da muhakeme yapabilmelidir. Çakıroğlu'nun (2019) belirttiği bu dört yeterliliğe- kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme- işin

duyuşsal boyutunu işaret eden matematiği anlamlı ve değerli görme eğilimini yani üretken eğilimi de eklediğimizde matematik eğitiminin temel hedeflerini oluşturan matematiksel yetkinlikler netlik kazanmaktadır. National Research Council (NRC) 2001’de yayınladığı rapora göre matematiksel olarak yetkin olmak, Çakıroğlu’nun (2019) da vurguladığı beş tür matematiksel yeterliliğin eşzamanlı ve bütünleşik bir kazanımıdır.

Matematiksel olarak yetkin olan öğretmen adaylarının ikincil olarak kazanması gereken yetkinlik ise öğretmeyi öğrenmeleri için öğretimlerini analiz etme becerisidir. Öğretmen hazırlık programlarında ders içeriği ile öğretim uygulaması arasında güçlü bağlantılar kurmak ve hem öğretme ve öğrenmeye yönelik en yenilikçi, araştırmaya dayalı yaklaşımları hem de bunları sınıfta etkili bir şekilde nasıl uygulayacaklarını bilen öğretmenleri hazırlamak (Santagata ve Yeh, 2014) için Hiebert, Morris, Berk ve Jansen (2007) öğretmen adaylarının öğretimlerini incelemelerini ve zamanla kademeli olarak gelişmelerini sağlayacak bilgi, beceri ve eğilimleri kazanmaları gerektiğini önermektedir.

Hiebert ve meslektaşları (2007) öğretimi analiz etme becerisine katkıda bulunan iki tür yetkinlikten söz etmektedirler. Birinci tür yetkinlik; öğrenciler için öğrenme hedeflerini ortaya çıkarmak, öğrencilerin konu hakkındaki düşüncelerini anlamak, konunun bütünlüğünü sürdüreceğ şekilde konunun karmaşık fikirlerini basitleştirmek, fikirleri öğrenciler için erişilebilir yollarla temsil etmek, kilit sorular ve problemler oluşturmak vb. için ihtiyaç duyulan konu alan bilgisidir. Bu tür konu alan bilgisi öğretmek için matematik bilgisinin (Ball, Thames ve Phelps, 2008) bir alt bileşeni olan uzmanlık alan bilgisidir (Specialized Content Knowledge) (Morris, Hiebert, ve Spitzer, 2009).

İkinci tür yetkinlik ise, öğretme ve öğrenme arasındaki neden-sonuç ilişkileri hakkında hipotezler geliştirmeyi ve test etmeyi sağlayan, öğretimi kasıtlı ve sistematik bir şekilde analiz etmek için gereken bir dizi beceri: (a) öğrenciler için öğrenme hedefleri belirlemeyi, (b) ders sırasında hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirmeyi, (c) dersin neden işe yarayıp yaramadığına dair hipotezler belirlemeyi ve (d) dersi gözden geçirmek için hipotezleri kullanmayı içerir (Hiebert vd., 2003, 2007; Jansen, Bartell ve Berk, 2009). Bu beceriler, öğretmenlerin derslerini deneyler olarak, öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmalarına ne kadar yardımcı olduklarını ve dolayısıyla bir dahaki sefere daha etkili olacak şekilde nasıl gözden geçirilebileceklerini ölçerek değerlendirilebilecek öğretim bölümleri olarak ele almalarını sağlar (Hiebert vd., 2007).

Araştırmalar Covid 19 sonrası dönemde de çevirim içi öğrenmenin eğitim sisteminin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edileceğini ancak etkin çevrimiçi öğrenme için sistemli bir tasarım ve geliştirme modeli kullanılarak dikkatli bir eğitim tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadırlar (Hodges, Moore, Lockee, Trust ve Bond, 2020; Erkut, 2020; Telli ve Altun, 2020). Araştırmada öğretmen adaylarının hazırlık sürecinde yukarıda kısaca açıklanan beceri ve yetkinlikleri kazanabilecekleri bir öğretim uygulamasının tasarım, uygulama ve değerlendirme süreci açıklanmaktadır.

1.1 Araştırmanın Amacı

Araştırma, ders analizi çerçevesi (Hiebert vd., 2007; Santagata, Zannoni ve Stigler, 2007) ve dersleri deney olarak işleme fikri (Hiebert vd., 2003) üzerine daha önce yapılan çalışmaları temel alan ve matematik öğretmen adaylarının matematiği öğretmeyi öğrenmeleri için çevirim içi, uygulamaya dayalı, kapsamlı ve sürdürülebilir bir öğretim uygulaması tasarlamayı amaçlamaktadır.

Hiebert, Morris ve Glass'ın (2003) önerdiği model, öğretmen adaylarının sınıflarda etkili matematik öğretmenleri olmaları için öğretmen hazırlığına yönelik iki temel ve kapsamlı öğrenme hedefine dayanmaktadır. Hedefler:

1. Matematiksel olarak yetkin olmak
2. Bir öğrencinin matematiksel olarak yetkin olmasına yardımcı olacak şekilde zaman içinde etkinliği artırarak öğretmeyi öğrenecek bilgi, yeterlilik ve eğilimleri geliştirmektir.

Bu hedefler doğrultusunda tasarlanacak öğretim uygulaması ile öğretmen adaylarının

- Sınıflara girerken açık hedefler belirlemeleri,
- Kavramsal anlayış ve işlemsel akıcılık geliştirirken, akıl yürütme ve problem çözmeyi teşvik eden etkinlikler seçmeleri,
- Çeşitli çözüm stratejilerini karşılaştırırken ve analiz ederken matematiksel temsiller arasında bağlantı kurmaları,
- Sınıfta zengin bir matematiksel söylem için ortam oluşturmaları yani tüm öğrencilerin matematik öğrenimini destekleyecek şekilde öğrencilere birbirleriyle konuşma, soru sorma ve yanıt verme fırsatları vermeleri,
- Matematiksel söylemi geliştirmek için amaçlı sorular sormaları,

- Kullanılabilir tanımlar seçmeleri ve geliştirmeleri,
- Matematiksel simge ve dili kullanmaları,
- Öğrencinin akıl yürütmesini bilmeleri ve kavram yanılgılarını fark etmeleri,
- Öğrencilerin üretken eğilim (matematikte bir anlam görme, onu hem yararlı hem de değerli bulma, matematik öğrenmedeki sürekli çabanın karşılığını verme ve kendini etkili bir öğrenici ve matematik yapıcı olarak görme) geliştirmelerini sağlamaları hedeflenmektedir.

1.2 Araştırma Problemi

Öğretmen adaylarının alan bilgilerini alana özgü öğretim yaklaşımları ile geliştirirken öğretim deneyi ile deneyimlerini derinlemesine düşünmelerini sağlayacak bir öğretim uygulaması nasıl tasarlanabilir?

1.2.1 Araştırma Soruları

Araştırma, döngüsel ve yinelemeli olan tipik tasarım araştırma modelini takip eder ve şu aşamalardan oluşur: a) ön araştırma aşaması (1. Aşama), b) tasarlama, geliştirme ve uygulama aşaması (2. Aşama) ve c) değerlendirme aşaması (3. Aşama). Bu nedenle, bu çalışmanın süreci üç aşamayı takip etmektedir ve her bir aşamaya rehberlik eden alt problemler aşağıda sunulmuştur:

1.AŞAMA: Problemi Tanımlama ve İhtiyaç Analizi

AP 1: Öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgilerini değerlendirmek için göz önünde bulundurulacak kriterler nelerdir?

AP 2: Öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgileri hangi düzeydedir?

2.AŞAMA: Tasarım, Geliştirme ve Uygulama

AP 3: Öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgileri nasıl geliştirebilir?

AP 4: Öğretim uygulaması alan ve uzmanlık alan bilgisini geliştirmede ne kadar uygundur?

3.AŞAMA: Tasarım, Uygulama ve Değerlendirme

AP 5: Öğretmen adaylarının öğretmeyi öğrenme uygulamasına ilişkin görüş ve önerileri nelerdir?

AP 6: Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının sınıflardaki etkinliklerinin desteklenmesinde etkisi nedir?

1.3 Araştırmanın Önemi

Hiebert, Morris ve Glass'ın (2003) önerdiği, matematiksel yetkinlik ve öğretim deneyi yöntemi ile öğretmeyi öğrenme hedeflerini bütünleştiren model, matematik öğretmenlerinin sahip olması gereken alan ve alan öğretimi bilgisine odaklanması, matematik öğretimine özgü ele alınması gereken pek çok yönü açıkça ortaya koyması, matematik öğretimi için gerekli bilgileri incelemek için kapsamlı bir çerçeve sunması ve farkındalık yaratmayı sağlaması nedeniyle matematik öğretmen adaylarına öğretmenlik hayatlarında ihtiyaç duyacakları bilgi, birikim ve deneyimi kazandıracakı düşünülmektedir.

Ayrıca sınıf ortamında gerçek zamanlı yüz yüze derslerin işlenemediği bu dönemde sınıf içi performansı sınıfın dışına kaydırarak hazırlık ve planlama üzerine düşünmek için fırsatlar sunan ders analiz çerçevesinin (Hiebert vd, 2007; Santagata vd., 2007) öğretmen adaylarının etkili birer matematik öğretmeni olmaya hazırlayacağı düşünülmektedir.

Araştırma fraktal bir yapı göstermektedir. Ders analiz çerçevesine göre öğretmen adaylarının matematiksel olarak yetkin olmalarını sağlayacak şekilde çevirim içi olarak tasarlanan, uygulanan ve değerlendirilen derslerin sonrasında öğretmen adayları da lise öğrencileri için yine ders analizi çerçevesine uygun olarak ve matematiksel olarak yetkin olmalarını sağlayacak şekilde çevirim içi bir ders tasarlamış, uygulamış ve değerlendirmişlerdir. Öğretmen adayları ders sunumlarını hazırlarken Web 2.0 araçlarından yararlanarak dersleri için materyal de geliştirmişlerdir. Uzaktan eğitim döneminde uygulamaya yönelik öğretmen adaylarının öğretimlerinden öğrenmelerini inceleyen bu araştırmanın gelecekte yüz yüze ve çevirim içi öğrenme harmanlanarak kalıcı hale geldiğinde öğretmen hazırlık programlarına örnek olacağı düşünülmektedir.

Literatüre bakıldığında son yıllarda az da olsa öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarına odaklanan araştırmalar yapılmış olsa da (Tanışlı, 2013; Bukova Güzel ve Kula, 2014; Taylan, 2016; Aydın, 2017; Baki ve Sönmez, 2019) öğretmen adaylarının matematiği öğretme bilgisinin iki boyutuyla, matematiksel yetkinlik ve matematiği öğretmeyi öğrenme, inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ayrıca literatürde öğretmen adaylarının ders analiz çerçevesini uzaktan eğitime yönelik derslerini planlamak ve değerlendirmek amacıyla kullandığı bir araştırma yoktur. Yine uzaktan eğitimle yürütülen bu çalışmada öğretmen adayları hem öğrenci hem de uygulayıcı olarak bu sürecin iki tarafında da yer almaktadır.

Bu durum öğretmen adaylarının uzaktan eğitimi objektif olarak değerlendirmelerine olanak sağlamaktadır. Araştırmanın bu nedenlerle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın 2020-2021 öğretim yılı bahar döneminde Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören 3. sınıf öğrencisi 15 öğretmen adayı ile sınırlıdır.

1.5 Araştırmanın Varsayımları

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının araştırma süresince görüşmelerde ve etkinliklere katılımlarında kendi gerçek duygu ve düşüncelerini yansıttıkları; testlerde ve değerlendirme formlarında yer alan soruları açık yüreklilik ve içtenlikle yanıtladıkları varsayılmıştır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Matematik Öğretimi ve Öğretmen Hazırlığı için "Deney" Modeli

Hiebert, Morris ve Glass (2003) tarafından önerilen model, öğretmen adaylarının sınıflarda etkili matematik öğretmenleri olmaları için öğretmen hazırlığına yönelik iki temel ve kapsamlı öğrenme hedefine dayanmaktadır. Hedefler:

1. Matematiksel olarak yetkin olmak
2. Bir öğrencinin matematiksel olarak yetkin olmasına yardımcı olacak şekilde zaman içinde etkinliği artırarak öğretmeyi öğrenecek bilgi, yeterlilik ve eğilimleri geliştirmek.

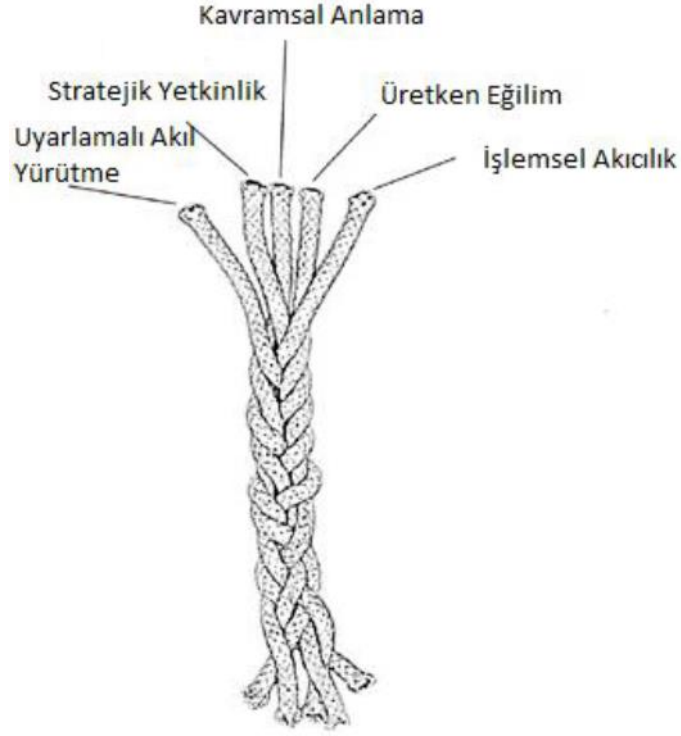
Önerilen modelin araştırmada neden temel alındığının anlaşılması için hedeflerin doğası aşağıda açıklanmıştır.

Hedef 1: Matematiksel Olarak Yetkin Olmak

Öğretmen adaylarının matematiksel yeterlilik için kendileri yetkin olmadan öğretmeyi öğrenmelerini beklemek gerçekçi olmayacağından, önerilen model, beş matematiksel yeterlilik kümesinin bütünleşik gelişimine odaklanmaktadır.

NRC (2001) raporuna göre matematiksel olarak yetkin olmak, beş tür matematiksel yeterliliğin eşzamanlı ve bütünleşik bir kazanımıdır.

- **Kavramsal anlama:** matematiksel kavramların, işlemlerin ve ilişkilerin kavranması.
- **İşlemsel akıcılık:** işlemleri esnek, doğru, verimli ve uygun bir şekilde yerine getirme becerisi.
- **Stratejik yetkinlik:** matematiksel problemleri formüle etme, temsil etme ve çözme becerisi.
- **Uyarlamalı akıl yürütme:** mantıksal düşünce, yansıtma, açıklama ve gerekçelendirme kapasitesi
- **Üretken Eğilim:** Matematiği, özenli ve kişinin kendi etkinliğine olan inancı ile birlikte, mantıklı, yararlı ve faydalı bulmaya alışkanlık eğilimi (NRC, 2001, s. 116).



Şekil 2.1: Matematiksel yeterlilikler (NRC, 2001).

Bu bileşenler bağımsız değildir; karmaşık bir bütünün farklı yönlerini temsil ederler. Her biri aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Kavramsal Anlama

Kavramsal anlama, matematiksel fikirlerin bütünleşik ve işlevsel olarak anlaşılması anlamına gelir (NRC, 2001). Kavramsal anlama, matematiksel kavramların, prensiplerin ve tanımların zihinde anlamlandırılmasıyla ilgili bir süreci içerir. Yani bu süreç, bireyin yeni karşılaştığı bir bilgiyi var olan bilgileri ve anlayışı ışığında değerlendirip ilişkisel ve sistematik bir yapıya dönüştürme sürecidir (Yanık, 2016).

Kavramsal olarak öğrenilen bilgi, yeni bilgi üretme ve yeni problemlerin çözülmesi için temel sağlar (Bransford, Brown ve Cocking, 1999). Öğrenciler bir matematik alanındaki kavramsal anlayışı edindiklerinde, kavramlar ve işlemler arasındaki bağlantıları görürler ve nedenini açıklamak için argümanlar verebilirler.

Etkili matematik öğretimi, kavramsal anlayışın temelinde işlemlerle akıcılık kazandırır, böylece öğrenciler zaman içinde bağlamsal ve matematiksel problemleri çözdükçe işlemleri esnek bir şekilde kullanma becerisi kazanırlar (Leinwand, Brahier ve Huinker, 2014).

İşlemsel Akıcılık

İşlemsel akıcılık, işlemlerin bilgisini, bunların ne zaman ve nasıl uygun şekilde kullanılacağını ve esnek, doğru ve verimli bir şekilde performans gösterme becerisini ifade eder (NRC, 2001). İşlemsel anlama bireylerin işlemleri esnek, etkili, bilinçli tercihlere dayalı olarak ve doğru bir şekilde kullanabilmesidir (Yanık, 2016).

Esnek işlem becerisine sahip kişiler bir işlemi farklı stratejiler kullanarak çözebilirler ve problem durumlarına göre bilinçli tercihler yaparak bu stratejilerden birini diğerine tercih edebilirler. Esnek işlem bilgisine sahip olmayan kişiler ise standart çözümlerin dışına çıkmakta zorlanırlar ve gereksiz ya da tekrarlayan işlem adımlarını gerçekleştirerek işlemi uzatabilirler.

İşlemsel akıcılık ve kavramsal anlama iç içe geçmiştir (Leinwand vd., 2014). İşlemler temeldeki kavramlarla bağlantılı olduğunda, öğrenciler işlemleri daha iyi akılda tutarlar ve bunları yeni durumlarda daha fazla uygulayabilirler. Aynı şekilde, birçok matematik kavramını anlama yoluyla öğrenmek için belirli bir beceri seviyesi gereklidir ve işlemleri kullanmak bu anlayışı güçlendirmeye ve geliştirmeye yardımcı olabilir. Örneğin, tek basamaklı hesaplamalarda belirli bir beceri seviyesine ulaşmamışlarsa, öğrencilerin çok basamaklı hesaplamaları anlamaları zordur. Diğer taraftan, öğrenciler anlamadan işlemleri öğrendikten sonra, işlemin altında yatan nedenleri anlamalarına yardımcı olmak için etkinliklerde bulunmalarını zorlaştırabilir (Rittle-Johnson ve Alibali, 1999).

Etkili matematik öğretimi hem kavramsal anlamının hem de işlemsel akıcılığın geliştirilmesine odaklanır. Başlıca raporlar, matematik öğrenmede kavramların ve işlemlerin bütünleşik ve dengeli bir şekilde gelişiminin önemini belirtmiştir (National Mathematics Advisory Panel, 2008; NRC, 2001). Ayrıca, NCTM (2000), işlemsel akıcılığın kavramsal anlama, stratejik akıl yürütme ve problem çözme temellerini takip ettiğini ve bunun üzerine inşa edildiğini vurgulamaktadır.

Stratejik Yetkinlik

Stratejik yeterlilik matematiksel problemleri formüle etme, onları temsil etme ve çözme becerisidir. Bu bileşen matematik eğitimi ve bilişsel bilim literatüründe problem çözme ve problemleri formüle etmeyi içermektedir (NRC, 2001). Stratejik yeterliliğe sahip bir öğrenci,

rutin olmayan bir probleme çözüm bulmak için akıl yürütme, tahmin etme ve kontrol etme, cebirsel yöntemler veya diğer yöntemler arasından esnek bir şekilde seçim yapabilir.

Problem çözme matematik öğrenmenin sadece bir amacı değil, aynı zamanda bunu yapmanın önemli bir aracıdır. Matematiğin ayrılmaz bir parçasıdır. NCTM (2000) öğrencilere, çaba gerektiren karmaşık problemleri formüle etmek, uğraşmak ve çözmek için fırsatlar verilmesini ve geliştirdikleri stratejileri başka problemlere uygulayabilmeleri ve uyarlayabilmeleri için problem çözme sürecinde düşüncelerini yansıtma için teşvik edilmeleri gerektiğini vurgulamaktadır.

Stratejik yeterlilik ile hem kavramsal anlayış hem de işlemsel akıcılık arasında karşılıklı olarak destekleyici ilişkiler vardır. Öğrenciler etkili işlemler arasından seçim yapmak için stratejik yetkinliklerini kullandıkça işlemsel akıcılık geliştirir. Ayrıca zorlu matematik problemlerini çözenin işlemleri kolayca gerçekleştirme yeteneğine bağlı olduğunu ve bunun tersine problem çözme deneyiminin yeni kavramlar ve beceriler edinmelerine yardımcı olduğunu öğrenirler.

Stratejik yeterlilik ve uyarlanabilir akıl yürütme, öğrencilerin hem gerçek hayatta hem de matematik ve diğer disiplinlerde karşılaşılabilecekleri matematik problemlerini çözmek için bir temel olarak matematiksel düşünme yolları geliştirme ihtiyacını yansıtır.

Uyarlamalı Akıl Yürütme

Uyarlamalı akıl yürütme: mantıksal düşünce, yansıtma, açıklama ve gerekçelendirme kapasitesi yani kavramlar ve durumlar arasındaki ilişkiler hakkında mantıklı düşünme yeteneği anlamına gelir. Bu tür akıl yürütme alternatiflerin dikkatlice değerlendirilmesinden kaynaklanır ve sonuçların nasıl doğrulanacağına dair bilgi içerir. Matematikte uyarlamalı akıl yürütme, her şeyi bir arada tutan yapıştırıcıdır, öğrenmeye rehberlik eden yol göstericidir.

Carpenter, Franke ve Levi'ye (2003) göre; "Kendi matematiksel fikirlerini ifade etmeyi ve haklı çıkarmayı öğrenen, kendilerinin ve başkalarının matematiksel açıklamalarıyla akıl yürütmeyi öğrenen ve cevapları için bir mantık sağlayan öğrenciler, matematik ve ilgili alanlarda gelecekteki başarıları için kritik olan derin bir anlayış geliştirirler." (s.6).

Birçok matematiksel akıl yürütme kavramı, resmi kanıt ve tündengelimsel akıl yürütme biçimleriyle sınırlandırılmıştır. Uyarlamalı akıl yürütme kavramı, yalnızca gayrı resmi açıklama ve gerekçelendirme değil, aynı zamanda model, analogi ve metafor temelli sezgisel ve tümevarımsal akıl yürütme de dahil olmak üzere çok daha geniştir (NRC, 2001).

Uyarlanabilir akıl yürütmenin başka bir karşılığı, birinin işini haklı çıkarma yeteneğidir. Kanıt bir gerekçelendirme şeklidir, ancak tüm gerekçeler kanıt değildir. Kanıtlar (hem resmi hem de gayrı resmi) mantıksal olarak tamamlanmış olmalıdır. Öğrencilerin matematiksel iddialarını haklı çıkarmaları ve başkalarına açık hale getirmeleri beklenen sınıf normları oluşturulabilir. Öğrencilerin, akıl yürütmelerini netleştirmek, akıl yürütme becerilerini geliştirmek ve kavramsal anlayışlarını geliştirmek için fikirleri gerekçelendirip açıklayabilmeleri gerekir.

Uyarlanabilir akıl yürütme, özellikle problem çözme sırasında, diğer yeterlilik bileşenleri ile etkileşime girer. Öğrenciler, bir çözüm stratejisi sağlayabilecek sezgisel yaklaşımları kullanarak bir problemi formüle etmek ve temsil etmek için stratejik yetkinliklerini kullanırlar, ancak önerilen bir stratejinin geçerliliğini belirlerken uyarlamalı mantık yürütmesi gerekir. Kavramsal anlama, uyarlamaların sınırlarını göz önünde bulundurarak, öğrencilerin bir çözümün haklı olup olmadığını belirlemek ve sonra onu haklı çıkarmak için kullandıkları uyarlamalı bir akıl yürütme kaynağı olarak hizmet edebilecek metaforlar ve temsiller sağlar. Genellikle bir çözüm stratejisi, hesaplama, ölçüm veya gösterim için işlemlerin akıcı bir şekilde kullanılmasını gerektirir, ancak işlemin uygun olup olmadığını belirlemek için uyarlamalı mantık kullanılmalıdır ve bir çözüm planı uygularken, öğrenciler çözüme yönelik ilerlemelerini izlemek ve mevcut planın etkisiz kalması durumunda alternatif planlar oluşturmak için stratejik yetkinliklerini kullanırlar. Bu yaklaşım hem üretkenlik eğilimine bağlıdır hem de onu desteklemektedir.

Üretken Eğilim

Üretken eğilim, matematikte bir anlam görme, onu hem yararlı hem de değerli bulma, matematik öğrenmedeki sürekli çabanın karşılığını verme ve kendini etkili bir öğrenici ve matematik yapıcı olarak görme eğilimini ifade eder (NRC, 2001). Öğrencilerin matematiğe önem vermesi, sağladığı faydaları takdir etmesi, matematiğin düşünme becerilerini geliştirdiğine inanması, matematik öğrenmeye istekli olması ve matematikle uğraşmaktan

zevk alması onların matematiğe ilişkin olumlu tutum (üretken eğilim) geliştirdiklerinin göstergeleri olarak düşünülebilir (Tarım ve Dinç Artut, 2016).

Matematiğin insanlık tarihinde oynadığı rolü, bilim ve teknolojinin temelini oluşturması, kültürümüzle ilişkisi ve günlük hayatımızdaki yeri hakkında öğrencinin bilinçlenmesini sağlamak matematik öğretim programlarında yer alması gereken hedeflerdir (Baki, 2018). Öğrencilerin matematiğe ve matematik öğrenimine değer vermeleri ve matematiğin tarihsel gelişim sürecini, matematiğin gelişimine katkı sağlayan bilim insanlarını ve onların çalışmalarını tanımaları, MEB (2018) matematik öğretiminin amaçlarındandır.

Matematiğe ilişkin üretken eğilimi etkileyen faktörler; öğrencilerin matematik hakkındaki inançları, matematik öğretmenlerin matematiğe ilişkin tutumu ve inançları, kişilik özellikleri, öğretmenlerin sahip oldukları matematiği öğretme bilgisi, matematiği öğretirken işe koşulan öğretim yöntemleridir (Tarım ve Dinç Artut, 2016).

Matematiğe yönelik farklı epistemolojik inançlar matematik öğretim programları başta olmak üzere öğretim yaklaşımlarını, öğrenme ve öğretme ortamlarını ve öğrenci değerlendirme süreçlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemiştir (Steiner, 1987; Ernest, 1991; Prediger, 2007). Örneğin mutlakçı bakış açısına sahip bir matematik öğretmeni, önceden var olan bilgilerin öğrencilere doğrudan aktarılması gerektiğine inanır. Bunun sonucunda öğretmen, kendilerine aktarılan doğruları öğrencilerin defalarca tekrarlayıp matematiksel bilgiye sahip olmalarını ister. Öğrenmeyi uyarıcı-tepki bağlamında tanımlayan davranışçı ekolün de bir uygulaması olan bu yaklaşım (Baki, 2014) 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar dünyadaki matematik eğitimini, programlarını, değerlendirme süreçlerini ve eğitim modellerini etkilemiştir (Laurenson, 1995; Moreira ve Noss, 1995; Thom, 1986).

Öte yandan yarı-deneyselci bakış açısına sahip öğretmenler, matematiksel bilgilerin insan ürünü olduğunu, öğrencilerinin bu bilgileri deneyerek öğrenebileceklerini ve görevlerinin öğrencilerin öğrenme ortamlarını buna göre düzenlemek gerektiğini düşünürler. Bilginin yapılandırılması ve elde edilmesinde bireyin kendisinin otorite olmasını temel alan ve yapılandırmacı yaklaşım ile örtüşen (Baki, 2014; Handal, 2003) bu bakış açısı son 30 yılda dünyadaki birçok eğitim sistemini etkisine aldığı gibi Türkiye'nin eğitim sistemini de etkilemiştir.

Öğretmen adaylarının matematiğin doğasına dair inançları onların ileride öğretmenlik uygulamalarındaki yöntem ve stratejilerine yönelik önemli bir göstergedir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme programlarındaki öğrenim süreçlerinde sahip oldukları matematiğin doğasına dair inançlarının belirlenmesi ve bu inançların eğitim sürecinde hangi yönde geliştiğinin araştırılması gereklidir. Matematiğin öğretimine ve öğrenimine ilişkin verimsiz ve üretken inançlara yönelik davranışlar Tablo 2.1’de sunulmuştur.

Tablo 2.1: Matematiğin öğretimi ve öğrenimine dair inançlar (Leinwand vd., 2014).

Matematiğin Öğretimi ve Öğrenimine Dair İnançlar	
Verimsiz İnançlar	Üretken inançlar
Matematik öğrenimi, işlemleri uygulamaya ve temel sayı kombinasyonlarını ezberlemeye odaklanmalıdır.	Matematik öğrenimi, problem çözme, akıl yürütme ve söylem yoluyla kavram ve işlemlerin anlaşılmasını geliştirmeye odaklanmalıdır.
Öğrencilerin cebirsel problemleri çözmek için yalnızca aynı standart hesaplama algoritmalarını ve aynı öngörülen yöntemleri öğrenmesi ve kullanması gerekir.	Tüm öğrencilerin, genel yöntemler, standart algoritmalar ve işlemler dahil olmak üzere ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, problem çözmeye seçebilecekleri bir dizi strateji ve yaklaşıma sahip olmaları gerekir.
Öğrenciler ancak temel becerilerde uzmanlaştıktan sonra matematiği uygulamayı öğrenebilirler.	Öğrenciler, bağlamsal ve matematiksel problemleri keşfederek ve çözerek matematiği öğrenebilirler.
Öğretmenin rolü öğrencilere tam olarak hangi tanımları, formülleri ve kuralları bilmeleri gerektiğini söylemek ve bu bilgileri matematik problemlerini çözmek için nasıl kullanacaklarını göstermektir.	Öğretmenin rolü, öğrencileri muhakeme ve problem çözme teşvik eden görevlerle meşgul etmek ve öğrencileri ortak matematik anlayışına doğru hareket ettiren söylemleri kolaylaştırmaktır.
Öğrencinin rolü, sunulan bilgiyi ezberlemek ve daha sonra bunu ödev, sınav ve testlerle ilgili rutin problemleri çözmek için kullanmaktır.	Öğrencinin rolü, çeşitli stratejiler ve temsiller kullanarak, çözümleri gerekçelendirerek, önceki bilgilerle veya tanıdık bağlamlarla ve deneyimlerle bağlantı kurarak ve diğerlerinin akıl yürütmesini dikkate alarak matematik görevlerini anlamlandırmaya aktif olarak katılmaktır.
Etkili bir öğretmen, öğrencilerin hayal kırıklığına uğramamalarını veya kafalarının karışmamasını sağlamak için problem çözmeye adım adım rehberlik ederek matematiği öğrenciler için kolaylaştırır.	Etkili bir öğretmen, öğrencilere uygun meydan okuma sağlar, problem çözmeye sebatı teşvik eder ve matematik öğrenmede üretken mücadeleyi destekler.

Öğretmen adaylarının matematiğin doğasına ilişkin inançlarının belirlenmesi başlıca iki nedenden dolayı önemlidir. Birincisi ve en önemlisi bu inançların gelecekteki öğretmen uygulamaları ve dolayısıyla öğrenci başarısı üzerindeki etkileridir (Deng, 1995). Matematiği mutlakçı bir şekilde sadece bir dizi kural ve işlem olarak görme inancının büyük bir sorun olduğu (Baki, 2014) ve bu inanca sahip öğretmen adaylarının kendi derslerinde bilgiyi doğrudan aktarmayı tercih edebileceği düşünülmektedir (Ernest, 1989). Diğer yandan yarı deneyselci görüşü benimseyen, matematiği bir araştırma ve keşfetme süreci olarak gören öğretmen adaylarının, öğrencilerine gerçekten matematik yapabilecekleri ortamlar hazırlayabileceği (Baş, Işık, Çakmak, Okur ve Bekdemir, 2015) ve bu ortamların öğrenci başarısını arttıracacağı (Ernest, 1989) ifade edilmiştir.

Öğretmen adaylarının matematiğin doğası hakkındaki inançlarını belirlemeyi gerekli kılan ikinci neden, yukarıda açıklanan birinci nedenin doğal bir sonucudur (Aydın ve Çelik, 2017). Diğer bir deyişle öğrenci başarısı sınıf içi uygulamalardan ve sınıf içi uygulamalar öğretmenlerin inançlarından etkilendiği için (Dede ve Karakuş, 2014), matematiğin doğası hakkındaki inançlar matematiği öğretme bilgisinin önemli bir bileşenidir (An, Kulm ve Wu; 2004) ve hizmet öncesi eğitimde tartışılması, bununla ilgili düşüncelerin üretilmesi ve değerlendirilmesi önemlidir (Durmaz, 2016).

Hedef 2: Öğretmeyi Öğrenecek Bilgi, Yeterlilik ve Eğilimleri Geliştirmek.

Öğretmen adaylarının ihtiyaç duydukları bilgi türleri, matematiksel yeterlilik çerçevesi içinde açıklanmıştır. Ancak öğretmen adayları, bilgilerini pratikte nasıl kullanacaklarını da bilmelidirler. Öğretmen adayları bilgilerini, kendi öğretilerine uygulayabildikleri ölçüde bilgiler değerlidir ve uygulamadan kopuk olamaz. Etkili öğretmen hazırlığı programları, öğretmenleri bilgi sahibi etmekle kalmamalı; öğretmenlere bu bilgiyi kendi sınıfları bağlamında geliştirmek, uygulamak ve analiz etmek için zorlamalıdır; böylece bilgi ve uygulamanın bütünleşmesi sağlanır. Başka bir ifadeyle öğretmen hazırlık programları öğretmen adaylarını öğretmeyi öğrenmeye hazırlamalıdır (Hiebert vd., 2003).

Öğretmeyi öğrenmeye hazırlık, sınıf öğretimi deneyimlerinden nasıl öğrenileceğini bilmek anlamına gelir. Deneyimlerinden yararlanabilmek için öğretmenlerin akılda kalıcı hedefleri olan dersler tasarımları, uygulamalarını izlemeleri, geri bildirimleri toplamaları ve gelecekteki uygulamaları gözden geçirmek ve iyileştirmek için geri bildirimleri yorumlamaları gerekmektedir.

Öğretmeyi öğrenmeye hazırlanma kavramı, modelin ayırt edici bir özelliğidir ve Hiebert ve meslektaşları (2003) öğretmeyi öğrenmek için dersleri deney olarak işlemeyi önermektedir. Araştırmacılar modelde geçen deney kavramının araştırma yöntemi olarak öğretim deneyi (Steffe ve Thompson, 2000; Kelly ve Lesh, 2000) tanımlarında vurgulanan birçok özelliği taşısa da dersleri deney olarak ele almayı bir araştırma yöntemi olarak görmez. Bunun yerine, öğretmenlerin rutin, doğal aktivitelerinin bazı yönlerini daha sistematik ve yoğun hale getirmenin bir yolu olarak derslerin deney olarak ele alınmasını ifade eder. Dersleri deneyler olarak ele almak, “deney” tanımlarının çoğunda yer alan bir hipotez oluşturma ve test etme sürecine odaklanarak bu faaliyetlere katılmanın daha sistematik bir yolunu sağlar. Hiebert ve meslektaşları (2003) öğretmen adaylarını öğretmeyi öğrenmeye hazırlamak amacıyla derslerin deney olarak ele alınması fikrine dayanarak aşağıda açıklanan ders analiz çerçevesini geliştirmişlerdir.

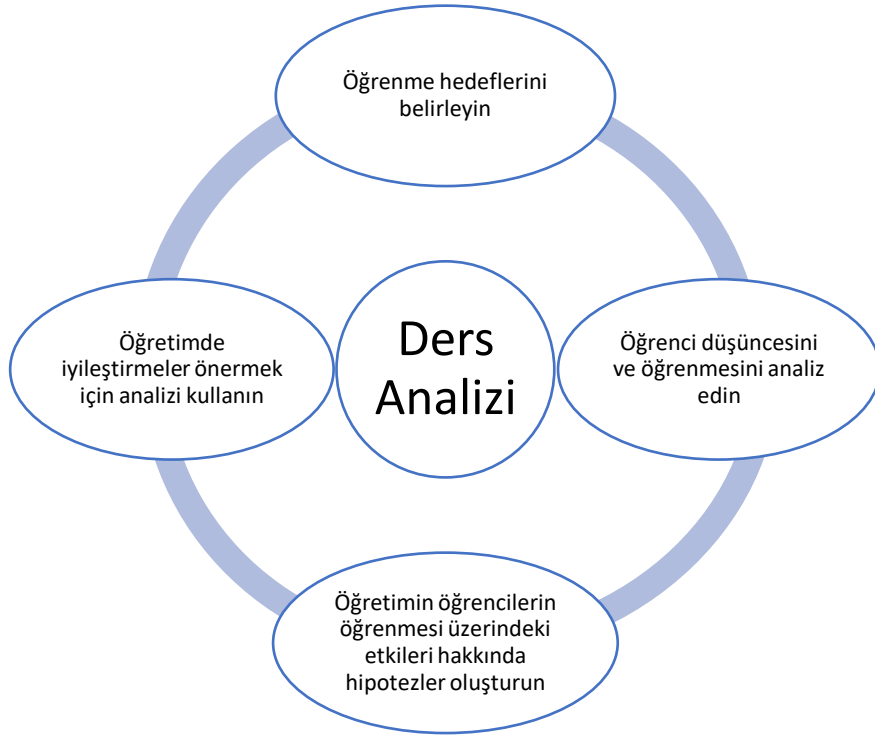
2.2 Ders Analiz Çerçevesi

Hiebert, Morris, Berk ve Jansen (2007), öğretmen adaylarının nasıl öğreteceklerini öğrenmelerine yardımcı olmayı amaçlayan bir öğretmen hazırlık programının bazı özelliklerini diğer araştırmacıların çalışmalarını (Hiebert vd., 2003; Santagata vd., 2007) geliştirip genişleterek, öğretmen adaylarını öğretmeye başladıklarında uygulamalarından öğrenmeye devam etmeye hazırlayacak bir dizi beceri önermektedir.

Bu beceriler, öğretmenlerin derslerini deneyler olarak, öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmalarına ne kadar yardımcı olduklarını ve dolayısıyla bir dahaki sefere daha etkili olacak şekilde nasıl gözden geçirebileceklerini ölçerek değerlendirilebilecek öğretim bölümleri olarak ele almalarını sağlar (Morris, Hiebert ve Spitzer, 2009).

Önerilen çerçeve, dört beceriden oluşur. Bu beceriler, öğrenciler için öğrenme hedefleri belirlemek, ders sırasında hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirmek, dersin neden iyi çalışıp çalışmadığına dair hipotezler geliştirmek ve bu hipotezler temelinde dersi revize etmektir.

Şekil 2.2 Ders Analizi Çerçevesinin ana unsurlarını özetlemektedir.



Şekil 2.2: Ders analiz çerçevesi (Santagata ve Guarino, 2010).

Beceri 1: Öğretim bölümü için öğrenme hedeflerinin belirlenmesi (Öğrencilerin neleri öğrenmesi gerekiyor?)

Öğretimin analizi, bir öğretim bölümü için- bir konu, bir kazanım veya bir kazanım ile ilgili bir görev ya da etkinlik- kesin olarak tanımlanmış öğrenme hedeflerinin etkilerinin değerlendirilmesini içerir. Öğrenme hedeflerini kesin ve açık bir şekilde tanımlayarak, öğretimin öğrencilerin hedeflere ulaşmasını nasıl kolaylaştırdığını veya kolaylaştırmadığını araştırmak mümkündür (Hiebert vd., 2007).

Öğretimi analiz etmenin başlangıç noktası, öğrenme hedeflerinin belirlenmesidir (Jansen vd., 2009). Öğrenme hedefleri açık ve ayrıntılı değil ise öğretimin etkili olup olmadığı değerlendirilirken zorlanılır. Öğrenme hedeflerinin açık ve ayrıntılı olarak ifade edilmesi, hedeflere ulaşmak için gereken öğrenmeleri belirlemek anlamına gelir. Başka bir deyişle, öğrenme hedeflerinin açık ve ayrıntılı olması öğrenme hedeflerini analiz etmeyi ve bu hedefleri parçalara ayırmayı gerektirir (Hiebert vd., 2007). Örneğin " öğrenciler fonksiyon kavramını anlar" hedefi ele alındığında hedefi bu şekilde genel olarak ifade etmek, sonraki analizler için rehberlik sağlamayacaktır. Öğrencilerin "kavramı anladıklarının" kanıtı nedir?

Oysa "öğrenciler bir ilişkinin fonksiyon olup olmadığını anlayacaklar" şeklinde hedef daha açık ifade edilebilir ve "fonksiyonun tanım ve değer kümesini belirleme", "bir ilişkinin fonksiyon olabilmesi için gerek ve yeter şartları ifade edebilme", "fonksiyonun gelişigüzel eşleme yapabilme özelliğini kavrama " gibi alt kavramlarla daha da ayrıntılı şekilde alt hedeflere ayrılabilir. Bu şekilde hedeflere ulaşmada öğrenci düşüncelerini ortaya çıkaracak görev ve etkinlikler de daha kolay seçilebilir.

Ayrıca öğrenme hedeflerinin belirlenmesinde uzmanlaşmak için öğretmen adaylarının edinmeleri gereken konu alan bilgisi öğretmek için matematik bilgisinin (Ball, Thames ve Phelps, 2008) bir alt bileşeni olan uzmanlık alan bilgisidir (Specialized Content Knowledge) (Morris, Hiebert, ve Spitzer, 2009). Çünkü uzmanlık alan bilgisi, konu alan bilgisi altında değerlendirildiğinden, öğrenci bilgisine ve öğretime doğrudan bağlı değildir. Öğretmen adaylarının çoğu, öğrenciler ve sınıf ortamı hakkında yeterli bilgi ve deneyime sahip olmadığından öğretime başlayana kadar öğretmek için matematik bilgisinin sınıf temelli bilgiye bağlı yönlerini geliştirmeleri zor olabilir. Bunun yanı sıra, uzmanlık alan bilgisi, öğrenme hedeflerinin alt kavramlarının tanımlanmasını gerektirir (Ball vd., 2008) ve öğrenme hedeflerinin alt kavramlarını belirlemek, öğretmen adaylarının öğretimlerini incelemeleri ve geliştirmeleri için gereklidir (Morris vd., 2009).

Beceri 2: Öğretme ve öğrenmeye ilişkin deneysel gözlemler yapılması (Öğrenciler ne öğrendi?)

Öğrenme hedefleri belirlendiğinde, her öğrencinin hedeflere ulaşip ulaşmadığına ve ne ölçüde ulaştığına dair kanıt toplanmalıdır. Kanıt toplamak için uygun deneysel gözlemler yürütmek, (a) öğrencilerin öğrenmesiyle ilgili kanıtların, öğretimin etkilerini (ve etkililiğini) değerlendirmek için gerekli olduğunun farkında olmak; (b) öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaştığına dair neyin kanıt olarak sayıldığını bilmek - öğrencilerin ilgili olan tepkilerini ilgisiz olanlardan ayırmak; ve (c) kanıtların nasıl toplanacağını bilmek - bir derste öğrencilerin öğrenmelerinin açık kanıtlarının toplanacağı önemli anları belirlemek ve bunu her öğrenciden toplamak için yollar planlamak demektir (Hiebert vd., 2007).

Öğretimin etkililiğini değerlendirmek için öğrencilerin öğrenmesine ilişkin kanıtların gerekli olduğunu bilmek, öğretimin etkililiğini öğretmenin ne yaptığından çok öğrencilerin nasıl tepki verdiğine göre değerlendirmek demektir (Morris, 2006). Odağı öğretmenden öğrenciye

çevirmek bu becerinin gelişiminin önemli bir göstergesidir. Öğrencilerin öğrenmesine ilişkin kanıtların öğretimi iyileştirmek için kritik bilgiler sağladığını bilmek, öğretmen adaylarının kendi etkinliklerini değerlendirebilmeleri için yararlı bir araç sağlar (Hiebert vd., 2007).

Öğrencilerin öğrenmesinin kanıtı olarak nelerin sayıldığını bilmek, öğrencilerin öğrenme hedefine ne kadar iyi ulaştıklarını gösteren yanıtlarını, öğrenme hedefiyle ilgili ancak bilgi vermeyen yanıtlardan (örneğin öğrencilerin, öğretmenden gelen ilgili bir soruya cevaben başlarını onaylayarak sallamaları) ve bilgilendirici ancak öğrenme hedefiyle ilgili olmayan yanıtlardan (örneğin hedef doğrusal fonksiyonun grafiğini çizmek olduğunda öğrencinin fonksiyon kavramını açıklamaması) ayırt etmek anlamına gelir. Genel olarak, en yararlı kanıtlar, öğrencilerin matematiksel dili kullandığı ve öğrenme hedefleriyle uyumlu olan yanıtlardır (Hiebert vd., 2007).

Kanıtlar ders esnasında öğrencilerin sözlü ve yazılı ifadelerinden toplanabileceği gibi ders sonrasında, verilen ödevlerden ve yazılı çalışmalardan da toplanabilir. Öncelikle öğretmen öğrencilerin bir problemi çözmek için kullanacakları stratejileri veya bir soruya verecekleri yanıtları tahmin etmeli sonrasında öğrenci düşüncesine ilişkin bu yanıtların ne anlama geldiğini bilmelidir. Öğretmenin neyin kanıt olarak sayılacağını bilmesi bu kanıtı nerede arayacağını ve nasıl toplayacağını bilmesine yardımcı olur (Hiebert vd., 2007). Öğretim sırasında öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaştıklarını ortaya çıkaracak önemli anlar alt hedeflere ait özelliklerin açıklanması ile belirlenir çünkü alt hedefler potansiyel öğrenme anlarına odaklanır (Hiebert vd., 2007).

Ders sırasında kanıt toplamak, planlandığı gibi öğrenci kanıtlarını ortaya çıkarmayı ve aynı zamanda beklenmedik önemli anlara ve beklenmedik öğrenci kanıtlarına açık olmayı içerir. Kanıtların açığa çıkarılması, büyük olasılıkla, farklı öğrencilerin öğrenme hedefine ulaşmada farklı yerlerde olduklarına işaret eden bireysel öğrencilerden alınan çeşitli yanıtları içerir. Elbette, öğrencilere bildiklerini açıklama fırsatı verilirse dikkatli dinleme ve hedeflenen yazılı çalışmayı toplama amacına ulaşacaktır (Hiebert vd., 2007).

Örneğin öğrencilerinin doğrusal fonksiyonun grafiğini çizip çizemediklerini belirlemeyi hedefleyen bir öğretmen öğrencilerinin bu konudaki kavram yanılgısı ya da eksik öğrenmelerini de ortaya çıkarmalıdır. Bunun için " $y = f(x)$ fonksiyonunda x yerine 0 yazarak fonksiyonun grafiğinin y eksenini kestiği nokta; y yerine 0 yazarak da grafiğin x eksenini kestiği nokta bulunur" kuralına aykırı yani koordinat sisteminin iki eksenini de

birlikte kesmeyen doğrusal fonksiyonların da olabileceğini gösteren sorular sorabilir. Sonuç olarak öğretmen öğrencilerin bu soruları nasıl çözdüklerini gözlemleyerek elde etmek istediği kanıtı ortaya çıkarabilir.

Öğrenmeye ilişkin deneysel gözlemler yapmak (Beceri 2) için kullanılacak kriterler şunlardır: Kanıtlar, öğrenme hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığını açıkça ortaya koymalıdır. Buna ek olarak, kanıt, öğrencilerin yüzeysel davranışlarının ve tepkilerinin altında yatan düşünceleri yakaladığında daha yararlıdır. Son olarak, kanıt, derste en çok söz alan öğrencilerin seçilmiş düşünceleri yerine sınıfın genelini temsil ettiğinde yararlıdır (Hiebert vd., 2007).

Beceri 3: Öğretimin öğrencilerin öğrenimi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturulması (Öğretim öğrencilerin öğrenmesine nasıl yardımcı oldu (veya olmadı)?)

Öğretmeyi öğrenmeyle ilişkilendiren hipotezler geliştirmek, belirli bir öğretim durumunu (görev, soru, etkinlik, vb.) belirli bir öğrenme türünü nasıl kolaylaştırdığı veya engellediği hakkında varsayımlar oluşturmayı gerektirir. Beceri 2, öğrencilerin yanıtlarına odaklanırken, Beceri 3, bu yanıtları kolaylaştıran öğretici olaylarla ilgilidir. Hipotezler, öğretici olayın amaçlanan öğrenmeyi nasıl etkilediğine dair geçici iddialardır ve sonraki öğretim bölümlerinde test edilebilecek kadar ayrıntılı ve özgüllükle ifade edilmelidir (Hiebert vd., 2007).

Bir dizi öğrenme ve öğretme ilkesi, öğretimi öğrencinin öğrenmesiyle ilişkilendiren yararlı hipotezlerin geliştirilmesine ve seçimine rehberlik edebilir. Bu tür ilkeler genellikle, belirli öğrenme türlerinin (kavramsal anlama, işlemsel akıcılık vb.) gerçekleşmesinin muhtemel olduğu öğretim koşullarını tanımlar. Amaçlanan öğrenmenin gerçekleşmediği durumlarda bu tür öğrenmeyi desteklemesi en muhtemel koşulları belirleyen ilkeler, öğrenmenin neden gerçekleşmediğine dair açıklamalar sunar ve bu tür öğrenmeyi teşvik etmiş olabilecek öğretim görevlerine, açıklamalara, sorulara ve benzerlerine işaret eder (Hiebert vd., 2007).

Öğrenme hedefleri kavramsal anlamaya yönelik ise bu ilkeler (a) kritik matematiksel ilişkilerin açık bir şekilde tartışılması ve / veya incelenmesi ve (b) öğrencilerin temel matematiksel fikirlerle uğraşmaları için fırsatlar sunulmasıdır. (Hiebert ve Grouws, 2007; NRC, 2001). Eğer işlemsel akıcılığa yönelik ise hızlı tempolu öğretim, sık geri bildirim ve

öğretmen modellemesinden öğrenci uygulamasına yumuşak geçişler gibi ilkelerin işlemlerin hızlı ve doğru bir şekilde uygulanmasını kolaylaştırmaktadır (Hiebert ve Grouws, 2007).

Kavramsal anlama veya işlemsel akıcılık ile ilgili ilkeler gibi ilkeler (aday) öğretmenlerin öğretim bölümlerini görüntüleyebilecekleri ve öğretimin neden öğrencilerin belirli öğrenme hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olabileceğine veya olamayacağına dair hipotezler oluşturabilecekleri bakış açıları sağlar. Bunu yaparken, ilkeler, deneysel olarak desteklenen öğrenme bilgisinin öğretimi çalışmak ve geliştirmek için çerçeve sunar.

Doğrusal fonksiyonun grafiğinin çizildiği sınıf ortamına geri dönelim. Öğretmen öğrencilerinin kavram yanılığını fark etmiş ve bunun için farklı doğrusal fonksiyon örnekleri vererek bu yanılığı ortadan kaldırmak istemektedir. Bu amaçla GeoGebra uygulamasının yararlı olacağına dair bir hipotez oluşturabilir. Öğretmenin hipotezi, tüm öğrencilerin hedefe ulaşmasına yardımcı olma olasılığı en yüksek olan etkinliğin seçimine rehberlik etmektedir.

Öğretmen adaylarının öğretmenin etkileri hakkında yaptıkları hipotezlerin kalitesini değerlendirmek için kullanılacak kriterler şu şekilde özetlenebilir: Hipotezler;

- (a) öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmaları hakkında yapırlar,
- (b) öğretme ve öğrenmeyi, aralarındaki varsayılmış bağlantıları açıklığa kavuşturmak ve gerekçelendirmek için yeterli ayrıntıyla ve test etme ve iyileştirmeyi davet etmek için yeterli ayrıntıyla belirtirler,
- (c) belirli öğrenme hedeflerine uygun, iyi desteklenen ilkelere başvururlar ve
- (d) uygun nüansla ve öğretme-öğrenme ilişkilerinin karmaşıklığının kabulüyle ifade edilirler.

Beceri 4: Öğretimde iyileştirmeler önermek için analizin kullanılması (Öğretim, öğrencilerin öğrenmesine nasıl daha etkili bir şekilde yardımcı olabilir?)

Önceki üç beceriyi uygulamanın amacı, bir öğretim bölümünün nasıl geliştirileceğine ilişkin kanıta dayalı kararlar vermek için gereken bilgileri sağlamaktır. Özetlemek gerekirse, beceriler öğrenme hedeflerini netleştirmeyi, öğrencilerin hedeflere ulaşıp ulaşmadıkları hakkında bilgi toplamayı ve öğretimin öğrencilerin öğrenmesini nasıl kolaylaştırdığı (ya da kolaylaştırmadığı) hakkında hipotezler üretmeyi amaçlar. O halde, öğretim sürecini

iyileştirmek için revizyonlar yapmak, hipotezlerde yer alan örtük tavsiyeleri takip etmekle ilgilidir (Hiebert vd., 2007).

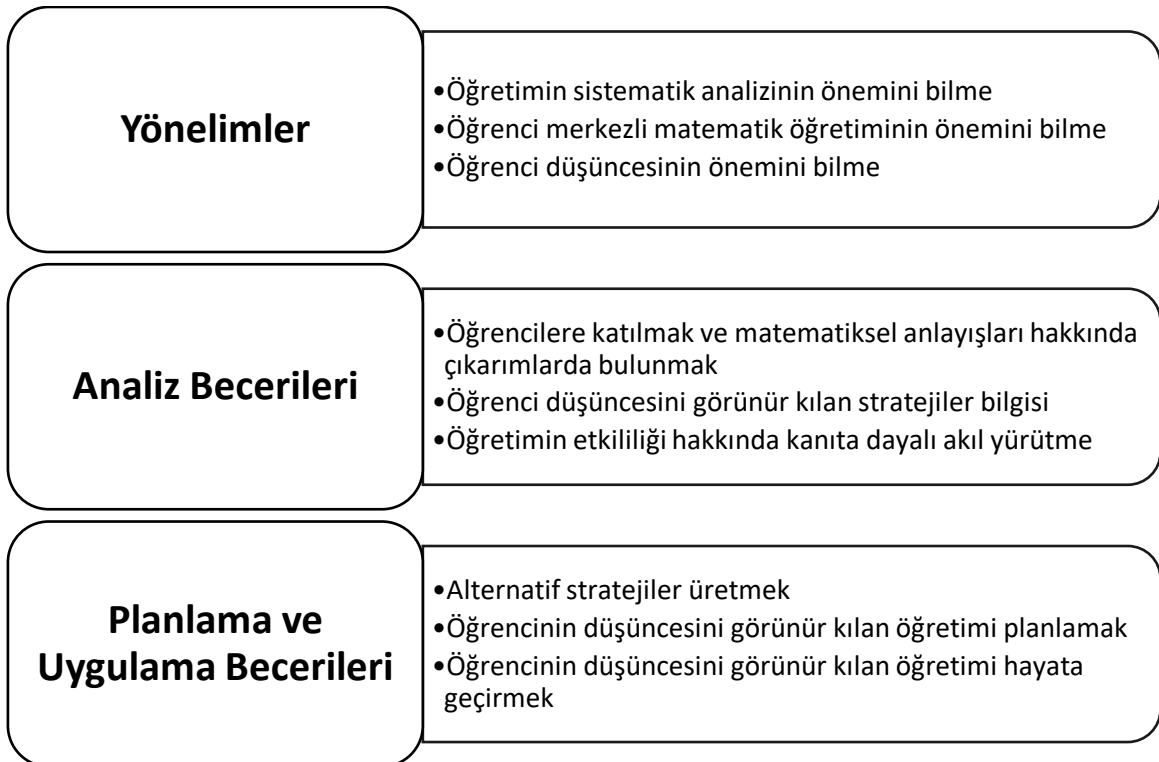
Doğrusal fonksiyonun grafiği ile ilgili derse dönersek öğretmen doğrusal fonksiyonun grafiğini çizebilme hedefinin alt kavramı olarak eksenlerin her ikisini de birlikte kesmeyen bir doğrusal fonksiyonun grafiğini çizmeleri için sorular sorarak kanıt toplamış, eksik öğrenmeleri GeoGebra uygulamasıyla giderebileceği hipotezi ile hareket etmiş olsun. Dersin sonunda bu hipotezini değerlendirerek çıkarımlara varabilir ve gerek gördüğü durumda dersin planında revizyona girebilir.

Beceri 3'ün uygulanmasıyla oluşturulan neden-sonuç hipotezleri, genellikle Beceri 4'ün uygulanmasıyla geliştirilen revizyonlara giden yolu gösterir. Sonunda, bir revizyonun kalitesi, gözden geçirilmiş bölümün tüm öğrencilerin öğrenme hedeflerine daha etkili bir şekilde ulaşmasına yardımcı olup olmadığına bağlıdır (Hiebert vd., 2007).

Santagata ve Guarino (2011) “Matematik Öğretiminden Öğrenmeyi Öğrenme” kursu (Santagata ve van Es 2010) kapsamında, Ders Analizi Çerçevesini etkin bir şekilde uygulamak için gerekli olan yönelimleri ve alt becerileri belirlemiştir. İlk olarak, Ders Analizi Çerçevesini etkili bir şekilde uygulayabilmek için öğretmen adaylarının bir dizi yönelim geliştirmesi gereklidir. Öğretmen adayları öğretimin sistematik analizinin önemini ve kullanışlılığının farkında olmalı, öğrencilerin fikirlerine dayanan bir öğretim yaklaşımının önemini bilmelidir (Santagata ve Guarino, 2011). İkincisi, bu yönelimler, ilki öğrencilerin derste yaptıklarına veya söylediklerine dikkat etme ve matematiksel anlamaları hakkında çıkarımlarda bulunma veya hipotezler üretme becerisi olan belirli bilgileri, analiz becerileri ile birleştirilmelidir. Öğretmen adayları ayrıca öğrencilerin düşüncesini görünür kılmak için etkili soru sorma, açık uçlu matematik problemleri ve etkinlikler tasarlama, öğrencilerin çalışmalarını izleme, bir matematik tartışmasına liderlik etme ve sınıf içi söylem topluluğu oluşturma gibi temel rutinleri belirlemeyi ve incelemeyi öğrenmelidir (Santagata ve Guarino, 2011). Çerçevenin kullanımı aynı zamanda, öğrenci düşüncesini görünür kılan öğretim stratejileri hakkında bilgi ve öğretimin etkililiği hakkında akıl yürütmek için öğrenci öğrenmesinin kanıtlarını kullanma becerisini gerektirir. Öğretimsel kararların öğrencinin öğrenmesi üzerindeki etkisi hakkında akıl yürütürken, öğretmen adaylarının belirli bir öğretim bölümünün analizi yoluyla edindikleri bilgileri, gelecekteki analizlerde veya kendi öğretimlerinde tekrar test edebilecekleri öğretim ve öğrenme hakkında daha genel

hipotezlere genelleyebilmeleri gerekir (Santagata ve Guarino, 2011). Son olarak, öğretmen adayları başkalarının öğretiminin analizinden kendi öğretimlerinin analizine geçerken planlama ve hayata geçirme becerileri çok önemlidir. Ders planlama becerisi, alternatif stratejiler üretme ve bunların öğrencilerin öğrenmesi üzerindeki potansiyel etkilerini gerekçelendirme yeteneğidir. Öğretmen adayları önce başkalarının öğretimlerini analiz ettikten sonra kendi öğretimlerini planlamalıdır. Ders planlama becerisi, öğretimden öğrenme yaklaşımının merkezinde yer almaktadır. Kendi öğretimlerini geliştirmek için, öğretmen adayları alternatif öğretim kararları hakkında düşünmeyi öğrenmeleri gerekir (Santagata ve Guarino, 2011).

Öğrenci düşüncesini görünür kılan bir öğretim için plan yapma ve öğretim planını hayata geçirme becerisi, öğretmen adaylarının Ders Analizi Çerçevesini kendi öğretimlerine uygulayabilmeleri için de gereklidir. Şekil 2.3, Santagata ve Guarino'nun (2011) dersleri etkili bir şekilde analiz etmek için gerekli olduğunu varsaydığı yönelimleri, bilgileri ve becerileri özetlemektedir.



Şekil 2.3: Yönelimler ve analiz, planlama ve uygulama becerileri (Santagata ve Guarino 2011).

2.3 Öğretmek İçin Matematik Bilgisi

Shulman'ın (1986) pedagojik alan bilgisi kavramını ilk kez ortaya atmasından bu yana çok az gelişmiştir. Araştırmacılar Shulman'ın bilgi modelinden yola çıkarak öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi türlerini ve bu bilgilerin birbirleri ile olan ilişkilerini incelemiş ve farklı modeller ortaya koymuşlardır (An, Kulm ve Wu, 2004; Ball, Thames ve Phelps 2008; Rowland, Turner, Thwaites ve Huckstep, 2009; Fennema ve Franke, 1992).

Araştırmada Ball, Thames ve Phelps'in (2008) matematik eğitimi alanında ön plana çıkan Öğretmek için Matematik Bilgisi modeli kuramsal çerçeve olarak alınmıştır.

Temelde model konu alanı bilgisi ve pedagojik alan bilgisi olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Konu alan bilgisi etkin öğretim için gerekli konu bilgisidir. Konu alan bilgisinin alt bileşenleri ise genel alan bilgisi, uzmanlık alan bilgisi ve kapsamlı alan bilgisidir. Genel alan bilgisi bir öğretmenin fazla derine inmeden, öğrencilerin öğrenmeleri gereken matematik bilgisine sahip olması iken uzmanlık alan bilgisi öğretmenlik mesleğine özel konuya özgü bir bilgidir (Aslan Tutak ve Köklü, 2016). Örneğin fonksiyon konusunda bir öğretmen tanım kümesi verilen bir fonksiyonun görüntü kümesini veya görüntü kümesi verilen bir fonksiyonun tanım kümesini bulabilmelidir. Ancak lisede matematiği iyi olan herhangi biri de bu tür soruları hatasız çözebilir. Burada geçerli olan genel alan bilgisidir ve öğretmen olsun veya olmasın matematik bilgisine sahip bir kişinin yapabileceği matematik kastedilmektedir. Elbette öğretmenlerin öğrettikleri konuyu bilmeleri gereklidir. Aksi takdirde öğrencilerine o konuyu öğretemezler. Aynı zamanda öğretmenlerin herhangi birinin matematik bilgisinden daha fazla ve farklı bir matematik bilgisine sahip olması gerekir. Fonksiyon kavramına yönelik tanımlar geliştirmek, fonksiyon kavramının temel özelliklerini vurgulayacak örnekler seçmek, bir ilişkinin fonksiyon olup olmadığını açıklamak gibi durumlar öğretmenlik mesleğine özel konuya özgü bir bilgi olan uzmanlık alan bilgisini gerektirir. Öğretmenler işlemlerin gerekçelerini, terimlerin anlamlarını ve kavramların açıklamalarını bilmelidir (Ball vd., 2008). Uzmanlık alan bilgisi öğretim dışındaki ortamlarda ihtiyaç duyulmayan, öğretime özgü matematiksel bilgi ve beceridir. Öğretimin günlük görevlerinin çoğu uzmanlık alan bilgisine özgüdür. Ball ve meslektaşlarının (2008, s.400) etkin öğretim için vurguladığı öğretimin matematiksel görevleri Tablo 2. 2' de listelenmiştir.

Tablo 2.2: Öğretimin matematiksel görevleri/sorumlulukları (Ball vd., 2008; çevir. Aslan Tutak ve Köklü, 2016).

-
- Matematiksel fikirleri sunma
 - Öğrencilerden gelen "neden" sorularına cevap verme
 - Belirli bir matematiksel noktaya dikkat çekmek için bir örnek bulma
 - Belirli bir gösterim kullanırken ne ile uğraştığının farkında olma
 - Temsillerle, altında yatan fikirleri ve diğer temsilleri ilişkilendirme
 - Öğretilen bir konu ile daha önceki ve daha sonraki yılların konuları arasında bağlantı kurma
 - Matematiksel hedef ve amaçları velilere açıklama
 - Ders kitaplarındaki matematiksel içeriği değerlendirme ve uyarılama
 - Etkinlikleri hem daha kolay hem de daha zor olacak şekilde düzenleme
 - Öğrencilerin iddia/varsayım/çözüm önerilerinin akla yatkınlığını seri bir şekilde değerlendirme
 - Matematiksel açıklamalar yapma veya değerlendirme
 - Kullanılabilir tanımlar seçme ve geliştirme
 - Matematiksel simge ve dili kullanma ve kullanımını irdeleme
 - Üretken matematiksel sorular sorma
 - Belirli amaçlar için temsiller seçme
 - Matematiksel denklikleri inceleme
-

Ball ve meslektaşlarına (2008) göre matematik öğreten bir kişinin matematik alanıyla ilgili geniş bir bakış açısına sahip olması beklenmektedir. Kapsamlı alan bilgisi de matematiğin kendi içindeki bütünselliğini yansıtmaktadır. Kapsamlı Alan Bilgisi öğretim programında yer alan matematik konularının birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunun farkındalığıdır. Örneğin ortaöğretim öğretmenleri fonksiyonlar konusunu işlerken ilköğretimdeki örüntü ve ileride öğrencilerin karşılaştıkları fonksiyon türleri konularının arasındaki ilişkinin farkında olmasıdır. Öğretmenin matematiğe bu şekilde kapsamlı bakması pedagojik alan bilgisinden önce gelişmesi gereken bir bilgidir (Aslan Tutak ve Köklü, 2016).

Ball ve meslektaşları (2008) Shulman'ın (1986) pedagojik alan bilgisi tanımını geliştirerek üç alt bileşenle yeniden ifade ettiler: Alan ve öğrenci bilgisi, alan ve öğretme bilgisi ve alan ve öğretim programı bilgisi. Alan ve öğrenci bilgisi öğrencilerin düşünme yapılarını, hatalarını, kavram yanlışlarını ve bunların kaynaklarını bilmeyi içerir. Öğretmenlerin deneyimleri arttıkça alan ve öğrenci bilgileri gelişmektedir ve sonuç olarak belirli konuda öğrenci hatalarını deneyimleri doğrultusunda fark edebilmektedirler (Aslan Tutak ve Köklü 2016). Alan ve öğretme bilgisi ise matematik ve öğretme bilgilerinin bileşimi olan bilgidir.

Başka bir ifadeyle konuya özgü ders tasarlayabilme bilgisidir. Alan ve öğretim programı bilgisi matematik ve öğretim programı bilgilerinin birleşimi niteliğindedir. Shulman (1986) öğretim programı bilgisi altında üç temel uygulamaya dikkat çekmiştir; öğretim materyalleri kullanımı, yatay öğretim programı bilgisi ve dikey öğretim programı bilgisidir. Shulman'ın (1986) öğretim programı bilgisi adı altında bahsetmiş olduğu yatay öğretim programı bilgisi öğretmenin çalışmakta olduğu sınıf seviyesindeki matematiğin diğer alanlarla ilişkisini bilmesi anlamındadır. Dikey öğretim programı bilgisi ise öğretmenin sadece öğretmekte olduğu matematik ile sınırlı kalmayıp, matematiğin önceki ve sonraki seviyelerde neler içerdiğini bir bütünlük halinde görebilmesidir.

Ball ve meslektaşları (2008) öğretmek için matematiksel bilgi alanlarının Shulman'ın (1986) iki başlangıç kategorisi – konu alanı bilgisi ve pedagojik alan bilgisi- altında gruplamıştır (bkz. Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Öğretim için matematiksel bilgi alanları (Ball vd., 2008).

Öğretmek için Matematik Bilgisi Modelinin tercih edilmesinin nedeni modelin araştırmanın amacı ve diğer kuramsal çerçeveleriyle uyumlu olmasıdır. Modelin ayırt edici özelliği alan bilgisini detaylandırarak öğretmenliğe özgü uzmanlık alan bilgisini genel alan bilgisinden ayırmasıdır. Ball ve meslektaşları (2008) öğretmen hazırlık programlarının öğretmen

adaylarının özellikle öğretim için ihtiyaç duyulan bir tür matematiksel alan bilgisi olan uzmanlık alan bilgisini öğrenmesini desteklemesini önermektedir.

Uzmanlık alan bilgisi araştırmanın amacıyla ve ders analiz çerçevesi ile iki nedenden uyumludur. Birincisi alan bilgisi olduğundan, öğrenci ve öğretim bilgisine doğrudan bağlı değildir. Öğretmen adaylarının çoğu, öğrenciler ve sınıf öğretimi hakkında bilgi oluşturacak kadar deneyime sahip değildir, bu nedenle göreve başlayana kadar öğretmek için matematik bilgisinin deneyime bağlı yönlerini geliştirmeleri zor olabilir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının matematiği öğretmeleri için ihtiyaç duyacakları bilgi ve becerileri edinmelerinin amaçlandığı araştırmada uzmanlık alan bilgisine odaklanmak anlamlıdır.

İkinci neden ise ders analiz çerçevesinde öğretimi incelemek ve geliştirmek için temel bir beceri olan öğrenme hedeflerini belirleme becerisiyle sıkı bir şekilde iç içe geçmiş olmasıdır. Hedefi alt kavramlarına ayırmak, bu kavramı öğretmek için planlama yapmak, eksik anlamaların kaynağını bularak öğrencilerin öğrenme hedefini kazanmaları üzerindeki etkilerini değerlendirmek için gereklidir. Başka bir deyişle, uzmanlık alan bilgisi ile öğrenme hedeflerinin alt kavramlarının tanımlanması gerekir ve öğrenme hedeflerinin alt kavramlarını belirlemek öğretmen adaylarının öğretimlerini incelemeleri ve geliştirmeleri için gereklidir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

3.1 Öğretmen Adaylarının Fonksiyonlar Konusundaki Alan ve Pedagojik Alan

Bilgileri ile İlgili Araştırmalar

Fonksiyonlar okul matematiğinin, öğrencilerin öğrenmesi için çok önemli ancak öğretmenlerin öğretmekte zorlandığı büyük bir alanını oluşturur (Cooney, Beckmann ve Lloyd, 2010). Fonksiyon, matematikte her seviyede karşılaşılan (Bayazit ve Aksoy, 2013), sembolik temsilinin yanı sıra güçlü grafiksel yönü olan bir matematiksel kavram (Vinner ve Dreyfus, 1989) olması nedeniyle literatürde sıklıkla karşılaşılan bir konudur. Fonksiyonun kavram tanımı ve kavram imajı (Vinner ve Dreyfus, 1989), öğretmen adaylarının ortaöğretim programındaki fonksiyonları temsil biçimleri (Even, 1990, 1993) öğrencilerin fonksiyon anlayışı (Leinhardt, Zaslavsky ve Stein, 1990) ve ortaöğretim öğretmenleri ve öğrencileri için öneriler (Cooney, Beckmann ve Lloyd, 2010; Ronau, Meyer ve Crites; 2014) gibi literatürde yer alan bazı araştırmalar bu bölümün yazılmasında temel alınmıştır. Araştırmanın odağında öğretmen adayları yer aldığından bu bölümde fonksiyonlar konusunda öğretmen adayları ile yapılan araştırmalar sunulmuştur.

Even (1990) öğretmenlerin belirli bir matematik konusu kapsamında alan bilgilerini niteliksel olarak analiz etmek için yedi başlıktan oluşan bir çerçeve oluşturmuş ve bu çerçeveyi açıklamak için fonksiyon konusu özelinde öğretmen adaylarının alan bilgilerini analiz etmiştir. Çerçevenin 7 yönü aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Çerçevenin birinci yönü fonksiyon kavramının temel özellikleri ile ilgilidir. Fonksiyon kavramının iki temel özelliği, keyfilik ve tek değerliliklerdir. Tek değerlilik özelliği fonksiyon tanımında açıkça belirtilen tanım kümesindeki her elemanın değer kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşlenmesi şartıdır. Keyfilik yani fonksiyonun tanımında örtük olarak yer alan gelişigüzel eşleme yapabilme özelliği daha çok örnekler ile iletilmektedir.

Even (1990; 524), Vinner'ın (1983) tanımladığı kavram imajına vurgu yaparak kavram imajının kavram tanımına göre değil öğrencilerin karşılaştığı örneklere göre belirlendiğini ifade etmiştir. Öğretmenlerin kavram örnekleri ile örnek olmayanları doğru şekilde ayırt etmeleri gerekmektedir. Fonksiyon olan ve olmayan örneklerle kavram imajları oluşturulduktan sonra fonksiyon tanımı verilmelidir.

Çerçevenin ikinci yönü fonksiyonların farklı temsilleri ile ilgilidir. Fonksiyonlar matematiğin her alanında (cebir, geometri, istatistik), farklı etiketlerle (dönüşüm, morfizma, işlem, dizi vb.) ve çeşitli notasyonlarla temsil edilmektedir. Çeşitli fonksiyon sınıflarına sahip olmanın yanı sıra, aynı fonksiyon farklı temsillerde de görünebilir. Fonksiyonların en yaygın temsilleri formüller ve Kartezyen grafiklerdir. Diğer temsiller, ok diyagramları, tablolar, sıralı ikili kümeleri ve günlük yaşamdan veya diğer disiplinlerden gelen durumlardır (Even, 1990;532).

Çerçevenin üçüncü yönü fonksiyonlara yaklaşmanın alternatif yolları ile ilgilidir. Karmaşık bir kavramın çeşitli biçimlerde, temsillerde, etiketlerde ve notasyonlardaki görünüşleri, kavramın matematiğin, diğer disiplinlerin veya günlük yaşamın farklı bölümlerinde farklı kullanımları ile zenginleştirilir. Aynı konseptte alternatif yaklaşım yolları kullanılır. Bu alternatif yollar birbirinden farklıdır ve hiçbiri her duruma uygun değildir. Bazen, birden fazla yaklaşım kullanılabilir, bazıları diğerlerinden daha uygundur. Bu nedenle, mevcut farklı yaklaşımlar arasında iyi seçimler yapmaya ihtiyaç vardır. Öğretmenler, ana alternatif yaklaşımlara ve bunların kullanımlarına aşina olmalıdır (Even,1990;525).

Çerçevenin dördüncü yönü fonksiyon kavramının gücü yani fonksiyonda türetilen bileşke ve ters fonksiyon ile ilgilidir. Fonksiyonlarda toplama, çıkarma, çarpma, bölme gibi cebirsel işlemlere ek olarak bileşke fonksiyon ve ters fonksiyon gibi alt kavramlarla yeni fonksiyonlar oluşturması fonksiyon kavramının gücü olarak ifade edilmektedir (Even,1990;535).

Ortaöğretim programında yer alan fonksiyonlar konusunun içeriği çerçevenin beşinci yönünde ele alınmaktadır. Ortaöğretim matematik öğretmenleri için fonksiyonlar konusundaki temel içerik öğretim programında yer almaktadır. Örneğin, doğrusal, ikinci dereceden, polinom, üstel ve logaritmik, trigonometrik ve rasyonel fonksiyonlar (Even,1990;536).

Çerçevenin altıncı yönü fonksiyon kavramı ve anlayışı ile ilgilidir. Matematik bilgisi kavramsal bilgi ile işlemsel bilgiyi ve bunlar arasındaki ilişkileri içermelidir. Her iki tür bilgi de eksikse veya edinilmiş ancak ayrı varlıklar olarak kalmışsa, insanlar matematikte yetkin değildirler (Even, 1990;526).

Çerçevenin son yönü ise matematik bilgisi ile ilgilidir. Matematiğin doğası hakkında bilgi, fonksiyonların temel bilgisini etkiler. Araçların matematiksel olarak yanlış bir şekilde kullanılması, fonksiyonların yanlış bilgisine yol açabilir. Örneğin, tümevarımsal ve tüm dengeli akıl yürütme matematiğin temelidir.

Öğretmenlerin konu alan bilgilerini K-12 ve üniversite eğitimleri boyunca yapılandırdıklarını ifade eden Even (1990) öğretmen adaylarının fonksiyonlar konusundaki alan bilgilerinin analizi ile öğretmen adaylarının bilgilerinin zayıf ve kırılabilir olduğu ve öğretmeleri gereken matematik hakkında kapsamlı ve iyi ifade edilmiş bilgiye sahip olmadıkları sonucuna varmıştır. Even (1990) öğretmen adaylarının alan bilgilerini derinleştirecek ve bütünleştirecek, farklı kurgulanmış, normal matematik derslerine ek olarak öğretmek için matematik öğrenebilecekleri özel derslere ihtiyaçlarının olduğunu ve bu derslerin araştırmasında açıkladığı çerçeveye uygun olarak geliştirilebileceğini ifade etmektedir.

Even (1993) araştırmasında yukarıda açıklanan alan bilgisinin nitel analizi için yapılandırdığı çerçevenin (Even;1990) modern fonksiyon kavramının temel özelliklerinin açıklandığı yönüne odaklanmakta ve fonksiyon kavramının iki temel özelliği olan keyfilik ve tek değerlilik ile ilgili olarak öğretmenlerin alan bilgisi ile pedagojik alan bilgisi arasındaki karşılıklı ilişkileri araştırmaktadır. Even (1993) modern fonksiyon tanımını "f, bir kümeden diğerine, diyelim ki A'dan B'ye bir fonksiyondur, eğer f, Kartezyen çarpımının bir alt kümesi olarak tanımlanırsa A (tanım kümesi) ve B (değer kümesi), öyle ki her $a \in A$ için tam olarak bir $b \in B$ vardır, öyle ki $(a, b) \in f$ " şeklinde ifade etmiştir. 162 ortaöğretim matematik öğretmeni adayıyla gerçekleştirilen araştırmanın sonuçları katılımcıların çoğunun modern bir fonksiyon anlayışına sahip olmadıklarını göstermektedir.

Hacıömeroğlu (2006) iki ortaöğretim matematik öğretmeni adayının fonksiyon kavramına ilişkin konu alan bilgisi ile pedagojik alan bilgisini ve aralarındaki ilişkiyi incelemiştir. Altı haftalık veri toplama sürecinde öğretmen adayları, fonksiyon kavramının farklı özelliklerini ele alma, farklı temsillerin kullanımını düzenleme ve matematik problemlerini tasvir etme gibi görevlere katılmıştır. Even'in (1990) çerçevesi, katılımcıların konu bilgisi ve pedagojik içerik bilgilerini analiz etmek ve değerlendirmek için kullanılmıştır. Sonuçlar, ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının fonksiyon kavramının tek değerlilik özelliğinden bahsettiklerini ancak fonksiyonların keyfi doğası hakkında fazla bilgiye sahip olmadıklarını

göstermiştir. Bir ilişkinin fonksiyon olup olmadığını belirlemek için dikey çizgi testini aşırı derecede kullanmışlardır. Farklı gösterimlerde (örneğin denklem veya tablo) verilen ilişkileri, dikey çizgi testi kullanarak fonksiyon olup olmadıklarını belirlemek için grafiksel gösterime dönüştürmeye çalışmışlardır. Öte yandan, öğretmen adayları testin neden işe yaradığını veya testten kalmanın ne anlama geldiği konusunda daha fazla açıklama yapamamışlardır. Ayrıca sözel olarak verilen fonksiyonları belirlemede güçlük yaşamışlardır. Araştırmacı, katılımcıların zayıf konu bilgilerinin yanı sıra zayıf pedagojik alan bilgilerinin, öğrencilerin kavram yanlışlarını, yanlış çözümlerin kaynaklarını dikkate almalarını engellediğini ifade etmiştir.

Wilson (1994) çalışmasında fonksiyon kavramının matematiksel ve pedagojik bağlantılarını ve uygulamalarını vurgulayan bir matematik eğitimi kursuna katılan bir ortaöğretim matematik öğretmeni adayının bilgi ve inançlarının gelişimini incelemiştir. Kursun amacı öğretmen adaylarının ortaöğretim matematik öğretim programı için içerik belirlemelerine ve bu içerikte yetkinlik göstermelerine yardımcı olmaktır. Wilson (1994) kursta NSF (National Science Foundation) tarafından desteklenen bir projedeki (Matematik Öğretiminde Pedagoji ve İçeriği Bütünleştirme) materyalleri kullanmıştır. Materyaller öğretmen adaylarının fonksiyon kavramını anlamaları için fonksiyon ve fonksiyon olmayan örneklerin cebirsel ve grafiksel temsilleri ile fonksiyonların matematiğin diğer alanları ve günlük hayattaki uygulamalarını içeren etkinliklerden oluşmaktaydı. Öğretmen adayının bu etkinliklere katılımı onun matematiksel olarak yetkin olmasına ve fonksiyon kavramı için önemli bağlantılara ilişkin bir farkındalık geliştirmesine ve ayrıca fonksiyonlarla çalışma ve fonksiyonları kullanma becerisini artırmaya yardımcı olmuştur. Wilson (1994) öğretmen adaylarının öğretecekleri matematiği gelecekteki öğrencilerinden beklenen düzeyde ve ötesinde anlamaları gerektiğini ancak bunun yeterli olmadığını ve öğretmek zorunda kalacakları matematiği öğrenirken kendi kavramları üzerine düşünmeleri için fırsat verilmesi gerektiğini bu sayede matematiğin doğası ve matematik eğitimi hakkındaki görüşlerinin değişebileceğini ifade etmiştir. Bu çalışmanın yürütüldüğü kursta, matematik içeriği ve pedagojiyi bütünleştirerek, öğretmen adaylarının matematiksel ve pedagojik anlayışları üzerinde düşünmelerini sağlayarak bunu yapmaya çalışmıştır. Kurstaki etkinlikler öğretmen adayının fonksiyon anlayışını (alan bilgisini) geliştirirken öğretim yaklaşımını (inançları) etkilememiştir.

Even ve Tirosh (1995), alan bilgisi ve öğrenci bilgisinin öğretmen adaylarının öğretim kararları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın amacı öğrencilerin soruları, fikirleri ve hipotezleri karşısında öğretmen adaylarının tepkilerini analiz etmektir. Even ve Tirosh (1995) matematik eğitimi literatüründe konu alanı bilgisinin gerektirdiği iki bilgi türü olan "bunu bilmek" (knowing that) ve "nedenini bilmek" (knowing why) terimlerinin öğretmenlerin öğrencilerle ilgili bilgilerini ele alırken yararlı olduğunu öne sürmektedirler. Bu bağlamda "bunu bilmek", öğrencilerin konuyla ilgili ortak kavramları ve düşünme biçimleri hakkında araştırmaya ve deneyime dayalı bilgileri ifade ederken "nedenini bilmek", bu kavramların olası kaynakları hakkında genel bilgi ve ayrıca belirli bir durumda belirli bir öğrencinin tepkisinin nedeninin anlaşılması anlamına gelmektedir (Even ve Tirosh, 1995;17). Even ve Tirosh'a (1995;13) göre bir öğretmenin, öğrencinin yanıtının doğru olup olmadığına ilişkin kararı, o öğretmenin alan bilgisine dayanır. Ancak bu, öğrencinin bilgisini yapılandırmasına yardımcı olabilecek bir tepki geliştirmek için tek başına yeterli değildir. Bu tür bir tepki, belirli matematiksel konularla ilgili ortak öğrencilerin kavramlarını ve düşünme biçimlerini ("bunu bilmek") hesaba katmalıdır. Öğrencilerin kavramlarının ardındaki mantığı anlayabilmeli ve yaygın hataların kaynaklarını tahmin edebilmelidir ("nedenini bilmek"). Even ve Tirosh (1995) öğretmen adaylarının öğretim içeriği düzenlemesinin, öğrencilerin düşünme biçimlerine ilişkin bilgilerinden çok, kendi konu bilgilerinden etkilendiğini bulmuşlardır.

Sanchez ve Llinares (2003) öğretmen adaylarının öğretim için konu bilgisinin pedagojik muhakeme süreci üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Dört öğretmen adayıyla gerçekleştirilen durum çalışmasında öğretmen adaylarından ders kitaplarından seçilen fonksiyonlarla ilgili 22 problemi sınıflandırmaları, bu problemler arasından seçilen 10 problemi analiz etmeleri, bu problemleri kullanarak varsayımsal bir öğretim dizisi planlamaları ve son olarak öğrencilerin fonksiyonla ilgili bir soruya verdiği tepkinin tanımlandığı dört varsayımsal duruma ilişkin görüşleri istenmiştir. Sanchez ve Llinares'in (2003) çalışmasında öğretmen adaylarının hem vurguladıkları kavramların farklı yönlerinde hem de öğrenme etkinliklerini yapılandırmak için kullandıkları temsillerde öğretim için konu bilgilerinin farklılık gösterdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Sanchez ve Llinares'in (2003) çalışmasının sonucu Wilson (1994) ve Even ve Tirosh'un (1995) çalışmalarıyla aynı doğrultuda öğretmen adaylarının konuyu öğrencilere nasıl temsil etmeye çalıştıklarına ilişkin konu bilgisinin öğretim üzerindeki etkisine işaret etmektedir. Öğrencilere sunulacak konuların planlanmasında grafiksel ve cebirsel temsillerin kullanımı öğretmen adaylarının

alan bilgilerine bağılı olduğu sonucu çıkarılmıştır. Öğretim için konu bilgisinin çeşitli kaynaklardan elde edildiğini kabul edilirse; sonuçlar öğretmen adaylarının konu hakkında öğretim amacıyla düşünüklerinde (pedagojik muhakeme) hepsinin aynı etkiye sahip olmadığına işaret etmektedir. Bu nedenle Sanchez ve Llinares (2003) öğretmen yetiştirme programı sırasında öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisine birden fazla yönden yaklaşılmasını önermektedir. Ayrıca, matematik öğretmeni eğitimi, öğretmen adaylarının öğrenme görevleri tasarlama, bu görevlerin matematiksel alanını analiz etme ve katılımlarının destekleyebileceği müfredat öğrenme hedeflerini göz önünde bulundurma fırsatlarını göz önünde bulundurmalıdır (Sanchez ve Llinares, 2003).

Şandır (2006) 7 öğretmen adayıyla fonksiyonlar ile ilgili 22 sorudan oluşan mülakatlar yapmış, öğretmen adaylarının görüşlerini fenomenografik araştırma yaklaşımıyla analiz etmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının; fonksiyon, bir fonksiyonun grafiği, lineer fonksiyon gibi matematiksel kavramları günlük hayatla bağdaştırmada, bir fonksiyonun cebirsel gösterimini grafiksel gösterime dönüştürme ya da tam tersi bir dönüşümü yapmada, herhangi bir fonksiyonun tanım kümesini belirlemede ve fonksiyon, eşitlik ve matematiksel ifade kavramları arasındaki farkı ortaya koymada ya da bu kavramlar arasındaki ilişkileri belirlemede zorlandıkları görölmüştür. Bunun yanında öğretmen adaylarının, bir bağıntının fonksiyon olması için gereken şartlara bir hayli vurgu yaptığı ve bu şartları tam olarak ifade ettikleri, ama yine de fonksiyon kavramını anlamlı bir şekilde öğrenmedikleri görölmüştür (Şandır, 2006).

Polat ve Şahiner (2007) yürüttükleri boylamsal çalışmalarının birinci basamağında 190 sınıf öğretmeni adayının bağıntı ve fonksiyonlar konusunda yaptıkları yaygın hatalar belirlenmiş, sınıflandırılmış ve bu hataların temelinde yatan nedenler araştırılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise belirlenen kavram yanılığlarını dikkate alarak hazırlanmış bir ders içeriğinin ve uygulanan metodun, bu hataları ne ölçüde giderebildiği 97 sınıf öğretmeni adayının katılımıyla araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, birinci aşamada saptanan yaygın hatalar dikkate alınarak hazırlanmış olan ders içeriği, dersin işleniş planı ve kullanılan metot ile hataların büyük ölçüde giderildiğini göstermiştir. Polat ve Şahiner (2007) konuyla ilgili yaygın yapılan hatalar araştırılıp belirlenerek hazırlanmış ders içerikleriyle daha etkili öğrenme ortamları hazırlanabileceğini ifade etmektedirler.

Özkaya ve İşleyen (2012) ilköğretim matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin fonksiyonlarda tanım ve görüntü kümesi ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla 57 öğretmen adayıyla betimsel bir çalışma yürütmüştür. Veriler, araştırmacılar tarafından hazırlanan kavram yanlışları testi ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizinden, fonksiyonlardaki tanım ve görüntü kümesini belirlemeye yönelik kavram yanlışları; cebirsel ve geometriksel olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Tanım ve görüntü kümesini cebirsel olarak belirlemede en çok dikkat çeken kavram yanlışları aşırı genellemedir. Geometriksel olarak belirlemede ise öğrencilerin tanım ve görüntü kümesini grafik altında veya üstünde kalan alan olarak göstermeleridir. Sonuç olarak Özkaya ve İşleyen (2012) kavramlar verilirken sadece tanımın verilmesi yerine, tanımları farklı yönlerden öğrencilere düşündürmek gerektiğini ve kavramsal öğretimin ön plana çıkarılmasını önermektedir.

Aydın ve Köğçe (2008) matematik öğretmen adaylarının denklem ve fonksiyon kavramları arasında nasıl bir ilişkinin olduğuna dair görüşlerini belirlemek amacıyla denklem ve fonksiyon kavramları arasındaki benzerlik ve farklılıklara ilişkin öğrenci görüşlerinin daha kolay değerlendirilmesine olanak sağlayacak 12 sorudan oluşan bir anket formu geliştirmişlerdir. Form İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Bölümlerinde öğrenim gören 108 son sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının formdaki sorulara vermiş oldukları cevaplar hem nitel hem de nicel olarak analiz edilmiştir. Ayrıca 6 öğretmen adayı ile konu hakkında yapılandırılmamış görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının fonksiyon ve denklem kavramlarını tanımlamakta zorlandıkları, ilişkilendiremedikleri ve hatta çoğunluğunun fonksiyonları denklemlerin bir alt kümesi olarak gördükleri sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlara dayalı olarak öğrencilerin denklem ve fonksiyon konularına ezberci yaklaşımlarını önlemek için, bu kavramların öğretilmesi sürecinde kavram haritaları ve kavram ağları gibi kavramların kalıcı ve birbiriyle ilişkili bir şekilde öğretilmesine olumlu etkide bulunacak materyaller kullanılması önerilmektedir.

Dede, Bayazit ve Soybaş (2010) öğretmen adaylarının fonksiyon, denklem ve polinom kavramlarına ilişkin bilgi düzeylerini araştırmak amacıyla 117 matematik öğretmen adayının katılımıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmanın verileri öğretmen adaylarının fonksiyon, denklem ve polinom kavramlarıyla ilgili sahip oldukları bilgi ve kavram imajlarını ortaya çıkarmayı amaçlayan bir anket ve dört öğretmen adayı ile yapılan yarı yapılandırılmış

mülakatlar aracılığıyla toplanmıştır. Çalışmanın bulguları öğretmen adaylarının özellikle fonksiyon, denklem ve polinom kavramları arasındaki içeriksel farkı ve benzerlikleri anlamada oldukça yetersiz kaldıklarını göstermektedir. Dede, Bayazit ve Soybaş (2010) öğretmen adaylarının bilgi eksikliklerinin eğitim fakültelerinde yürütülen matematik programının içeriğinden ve yürütülen öğretim yaklaşımlarından kaynaklanabileceğini söylerken yapılacak yeni bir çalışmayla eğitim fakültelerinde okutulan matematik programının içeriği, sınıf içi öğretim yaklaşımları ve bunların öğrencilerin bilgi gelişimi üzerindeki etkilerinin bir bütün olarak değerlendirilmesini ve elde edilecek yeni bulgular ışığında öğretmen adaylarının mesleğe daha donanımlı olarak hazırlanmalarının yollarının araştırılmasını önermektedirler.

Özdemir Erdoğan, Erdoğan ve Yanık (2012) ilköğretim matematik öğretmenliği programı birinci sınıf öğrencilerinin fonksiyonlar konusundaki hazır bulunuşluk durumlarını incelemiştir. Fonksiyon kavramının farklı boyutlarda ele alındığı geniş kapsamlı bir anket hazırlayarak 79 öğretmen adayından toplanan verilerden elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının cebirsel temsille verilen ifadelerden hangilerinin bir fonksiyon belirttiğini belirlemede, fonksiyon kavramını tanımlamada ve fonksiyonları problem çözme aracı olarak kullanmada yetersiz kaldıklarını göstermiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının cebirsel temsil ve teknikler içeren sorularda grafiksel temsil ve teknikler içeren sorulardan daha başarılı oldukları görülmekle birlikte bu başarının büyük oranla işlemsel bilgiden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Özdemir Erdoğan, Erdoğan ve Yanık (2012) literatürde yer alan fonksiyon kavramının öğretime yönelik pek çok öğretim modeli ve önerilerinin değerlendirilerek öğretmen adaylarının eğitiminde buna uygun yaklaşımlar sergilenmesini önermektedirler.

Özdoğan (2018) yüksek lisans tez çalışmasında öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerini, fonksiyon kavramına ilişkin öğrenci zorlukları ve kavram yanılgıları bakımından incelemiştir. Özdoğan (2018) ilk olarak öğretmen adaylarının fonksiyon tanımlarını, fonksiyona ilişkin kavram imajlarını, fonksiyon kavramına ilişkin yaşadıkları zorlukları ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla 22 sorudan oluşan bir alan bilgisi anketi geliştirerek 10 öğretmen adayına uygulamıştır. Öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerini belirlemek amacıyla öğretmen adaylarının fonksiyonlarla ilgili öğrenci zorlukları ve kavram yanılgılarını listelemeleri istenmiş ve daha ayrıntılı bilgi toplamak için öğretmen adaylarının karşılaştıkları bir durumu değerlendirirken öğrenci zorlukları ve kavram yanılgılarını ne derece göz önünde bulundurduklarını ve bu tip durumlarda çözüm önerisi

üretip üretemediklerini, çözüm önerisi üretiyor iseler bu önerilerin ne doğrultuda öneriler olduğunu ortaya çıkarmaya yönelik olarak senaryolar hazırlanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular öğretmen adaylarının fonksiyon kavram imajlarının çoğunlukla cebirsel olduğunu ve adayların kendilerinde de fonksiyonla ilgili çeşitli kavram yanılgılarının bulunduğunu ortaya koymuştur. Fonksiyon öğrenme-öğretme durumuyla ilgili değerlendirmelerinde ise öğretmen adayları çoğunlukla öğrencilerdeki kavram yanılgılarını gidermeye yönelik doğru çözüm önerilerinde bulunamamıştır.

Bayazit (2011) ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının analogi kullanımlarının yararlarına ilişkin düşünceleri ve fonksiyonlar konusunun öğretimi için analogi kullanımları konusundaki yeterlilikleri araştırdığı çalışmada 22 tezsiz yüksek lisans yapan öğretmen adayına " Fonksiyonlar konusunun öğretiminde kullanabileceğiniz analogiler nelerdir?" diye sormuştur. Verilerin analizinde ilk olarak kullanılan analogların ve hedef kavramların tespiti yapılmıştır. Daha sonra, analogilerin kavramlarını yoksa işlemsel bilgilerini açıklamak için verildiği, kullanılan analogilerin *dönüştürme* ve *eşleme* mantığını esas alan fonksiyon düşüncelerinden hangisini vurguladığı, analogilerin geçerliliği (analogların hedef kavramı temsil yeteneğine sahip olup olmadığı ve analog-hedef kavram ilişkisinin kurulup kurulmadığı) konuları incelenmiştir. Analogilerin yararları konusunda güçlü inançlara sahip olmalarına karşın öğretmen adaylarının kullandıkları analogilerden birçoğunun içeriksel açıdan geçersiz olduğu görülmüştür. İçeriksel açıdan geçerli analogiler kullananların da kaynak (analog) ile hedef kavram (fonksiyon kavramı) arasında var olan anlamsal ilişkiyi kuramamış olmalarıdır. Çalışmanın bir diğer sonucu ise fonksiyonların alt kavramlarıyla alakalı kullanılan analogilerin büyük bölümünün kavramı değil o kavramla alakalı işlemsel bilgileri açıklamak için kullanılmış olmasıdır.

Fonksiyonlar konusunda öğrenci zorlukları ve kavram yanılgıları bağlamında tasarlanan bir ders modülünün öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerine etkisini araştırmayı amaçlayan tez çalışmasında Uz (2019), katılımcılara modül öncesinde ve sonrasında senaryo soruları, mülakatlar, PAB öz değerlendirme etkinliği ve alan bilgisi testi uygulamıştır. Modül sonrasında öğretmen adayların öğrenci zorluk ve yanılgılarını tespit etmede gelişim gösterdikleri ve öğrenci hatalarını düzeltmede müdahale biçimlerini çeşitlendirdikleri ortaya çıkmıştır. Tasarlanan ders modülü sırasında adaylara Kavram Tanımı-İmajı Etkinliği, Öğrenci Örnekleri Etkinliği, Video Temelli Etkinlikler, Matematiksel Kavramların Çoklu Temsilleri Etkinliği, Kitap İnceleme Etkinliği, Pedagojik Alan Bilgisine Giriş Etkinliği,

Matematiksel Zorluk ve Yanılgılar Etkinliği 1-2, Öğretim Programı İnceleme Etkinliği, Fonksiyonla İlgili Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları Etkinlikleri uygulanmıştır.

Meel (1999) 29 öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirdiği araştırmasında öğretmen adaylarının sahip oldukları fonksiyon tanımının onların bileşke fonksiyonu anlamaları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Üniversitede ileri matematik dersi olarak ilköğretim matematik öğretmeni olmak isteyen öğretmen adaylarına fonksiyon kavramı ve bileşke fonksiyon ile ilgili 7'si açık uçlu, 25'i çoktan seçmeli, kısa cevaplı, doğru-yanlış ve hesaplamalı olmak üzere 32 maddeden oluşan bir test uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı gelişigüzel tanımlanmış ilişkileri fonksiyon olarak kabul etmediği ve kurala dayalı bir fonksiyon kavramına sahip oldukları tespit edilmiştir. Özellikle öğretmen adaylarının sabit fonksiyonu fonksiyon olarak görmedikleri, iki sabit fonksiyonun bileşke fonksiyonunu sadece 7 öğretmen adayının doğru hesapladığı bulunmuştur. Meel (1999) öğrencilere ilk olarak Dirichlet-Bourbaki tanımının sunulmasının onların fonksiyon kavramını anlamalarına engel olabileceğini bu nedenle formel tanımları vermeden önce öğrencilerin sezgisel olarak kavramı anlamaları için keşfetmeye yönelik etkinlikler ve somut örnekler ile kavramın sunulmasını önermektedir.

Karahasan (2010) ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının bileşke ve ters fonksiyonlar hakkındaki pedagojik alan bilgilerinin araştırmak amacıyla üç öğretmen adayının katılımıyla doktora çalışması yürütmüştür. Araştırma lise müfredatındaki kavramların gözden geçirildiği bir ders kapsamında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bulguları fonksiyon bilgisi testi, irdeleme yazıları, vignette'ler ve ders planlarından elde edilen dokümanlardan ve öğretmen adaylarının okul deneyimi gözlemlerinden elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının alan bilgilerinin istenilen düzeyde olmadığı, işlemsel sorularda kavramsal ve bağlantısal sorulara göre daha başarılı oldukları, sınırlı temsil bilgisine sahip oldukları sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda, öğretmen eğitimi programları öğrencilerin öğrendikleri bilgileri göz önünde bulunduran alan eğitimi derslerinin tasarlanması ve aynı zamanda bu derslerde konuların derinlemesine verilmesi önerilmektedir.

Fonksiyonlar konusu ile doğrudan bağlantılı olmasa da araştırma da kavram tanımı (Leikin ve Winicki-Landman, 2000; Zaslavsky ve Shir, 2005) ve matematiksel dilin kullanımı (Çalıköğlü Bali, 2002; Yeşildere, 2007; Doğan ve Güner, 2012; Akarsu, 2013) ile ilgili yapılan araştırmalar da incelenmiştir.

3.2 Ders Analiz Çerçevesi ile İlgili Araştırmalar

Öğretmen hazırlık programlarında ders içeriği ile öğretim uygulaması arasında güçlü bağlantılar kurmak ve hem öğretme ve öğrenmeye yönelik en yenilikçi, araştırmaya dayalı yaklaşımları hem de bunları sınıfta etkili bir şekilde nasıl uygulayacaklarını bilen öğretmenleri hazırlamak (Santagata ve Yeh, 2014) için Hiebert, Morris, Berk ve Jansen (2007) öğretmen adaylarının öğretimlerini incelemelerini ve zamanla kademeli olarak gelişmelerini sağlayacak bilgi, beceri ve eğilimleri kazanmaları için ders analiz çerçevesini önermektedir.

Öğretmen adaylarının öğretmeyi öğrenmeleri için fırsatlar sunan ders analiz çerçevesi ile ilgili literatüre baktığımızda yapılan araştırmaların genel olarak iki grupta toplandığı görülmektedir. Birinci grup video tabanlı bir kusun ya da dersin öğretmen adaylarının ders analiz becerileri üzerindeki etkilerini incelerken (Santagata, Zannoni ve Stigler, 2007; Santagata ve Angelici, 2010; Santagata ve Guerino, 2011; Santagata ve Yeh, 2014; Yeh ve Santagata, 2015; Sun ve van Es, 2015; Barnhart ve van Es, 2015) diğer grupta araştırmacılar öğretmen adaylarının ders planlarını hazırlamaları sürecinde ders analizi becerilerine odaklanmışlardır (Hiebert vd., 2007; Berk ve Hiebert, 2009; Morris, Hiebert ve Spitzer, 2009). Türkiye’de ders analiz çerçevesi ile ilgili yapılan araştırmalar ise öğretmen adaylarıyla genellikle eğitim fakültelerinde okutulan öğretmenlik uygulaması ve okul deneyimi derslerinde yapılmıştır (Taylan, 2016; Baki ve Sönmez, 2018; Baki, Çelik, Güler ve Sönmez, 2018).

Santagata, Zannoni ve Stigler (2007) İtalya’da Lazio Üniversitesi’nde öğretmen eğitimi programının bir parçası olarak iki yıl üst üste matematik öğretmen adayları için uygulanan ders analizine dayalı video tabanlı bir programın sonuçlarını raporladıkları çalışmalarında öğretmen adaylarının ders analiz becerilerini açık uçlu sorulardan oluşan bir ölçekle programın öncesinde ve sonrasında ölçmüşlerdir. Öğretmen adaylarının ders analiz becerilerinin zaman içinde detaylandırma düzeyi, öğrencinin öğrenmesine odaklanma, videodan kanıt kullanımı, matematik odaklı yorumlar ve alternatif öğretim stratejilerinin dahil edilmesi olmak üzere beş boyutta geliştiği ifade edilmiştir. Sonraki çalışmada Santagata ve Angelici (2010) ders analiz çerçevesi ile alternatif bir çerçeveyi öğretmen adaylarının öğretim üzerine düşünme becerilerine etkileri açısından karşılaştırmıştır. Ders Analiz Çerçevesi öğretmen adaylarını öğretim ile ilgili kararlarında öğrenci öğrenmesine

odaklanmaya ve öğretimde gözlemlenenlere alternatif stratejiler bulmaya teşvik etmiştir. (Santagata ve Angelici, 2010).

Öğretmen adaylarının kendi öğretimlerini analiz etmelerinde de ders analiz çerçevesinin etkileri araştırılmıştır (Santagat ve Yeh, 2014; Barnhart ve van Es, 2015; Sun ve van Es, 2015). Santagata ve Yeh (2014) video ve uygulama temelli bir kursun öğretmen adaylarının matematik sınıf uygulamaları ve kendi öğretimlerinin analizi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu kursta öğrenci düşüncelerini analiz etme, öğretim stratejilerinin etkililiğini tartışma, ders planları hazırlama, öğrenci çalışmalarını gözden geçirme ve öğretim ürünlerini paylaşma gibi etkinliklere yer verilmiştir. Bulgular, kursun katılımcılara öğrenci düşünmesini görünür kılmada ve öğretim sırasında onu takip etmede ve kendi öğretimlerinin kanıta dayalı analizlerini yürütmede yardımcı olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuçlar, öğretmen hazırlığı sırasında bu becerilerin sistematik olarak öğretilmesinin önemini tartışmaktadır. Barnhart ve van Es (2015) ve Sun ve van Es (2015) video tabanlı bir kurs olan Öğretimden Öğrenmeyi Öğrenme (Learning to Learn from Teaching) kursunun etkilerini araştırmışlardır. Barnhart ve van Es (2015) kursun ortaöğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının, öğretme ve öğrenmeyi sistematik yollarla analiz etmelerini ve yansıtma ve yansıtılmalarını nasıl desteklediğini araştırmaktadır. Öğretimden Öğrenmeyi Öğrenme kursu üç temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama öğretmen adaylarını öğretim uygulamasında geçen teorilerle tanıştırtırken ikinci aşama öğrenci düşüncesini görünür kılmak için sınıf söylemini destekleyen öğretmenlerin stratejilerini ve öğrenci düşüncesini analiz etmek için video durum çalışmalarının ders analiz çerçevesi (Hiebert vd. 2007) ile kullanımına odaklanmaktadır. Son aşamada öğretmen adayları bu becerileri kendi öğretimlerini planlamak, videoya kaydetmek ve analiz etmek için kullanmaktadırlar. Kursun amacı öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesine odaklanma, öğrenci düşüncesini yorumlama, çeşitli öğretim stratejileri planlama ve uygulama becerilerini geliştirmektir. Barnhart ve van Es (2015) çalışma kapsamında bu kursu alan ve almayan öğretmen adaylarından kendilerine ait bir dersi analiz etmelerini istemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, kursa katılan öğretmen adaylarının analiz yapma becerileri yönünden diğer gruptan daha iyi bir performans sergiledikleri ifade edilmiştir. Benzer şekilde Sun ve van Es (2015) kursun öğretmen adaylarının sınıf uygulamaları üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda kursa katılan adaylar katılmayanlara kıyasla öğrenci merkezli uygulamalara daha fazla yer verirken öğrenci düşüncesine odaklanmada daha iyi performans göstermişlerdir. Bu

çalışmalar öğretmen adaylarında ders analiz becerilerinin geliştirilebileceğini ve öğretimin doğasını etkileyebilmeleri açısından önemli beceriler olduklarını kanıtlamaktadır.

Öğretimi kasıtlı ve sistematik bir şekilde analiz etmek için gereken becerileri ayrı ayrı ele alan araştırmalar da yapılmıştır (Morris, Hiebert ve Spitzer, 2009; Yeh ve Santagata, 2015). Morris, Hiebert ve Spitzer'ın (2009) araştırmalarının amacı öğretmen adaylarının ders düzeyinde matematiksel öğrenme hedeflerini ve alt kavramları belirlerken deneyimleyebilecekleri olası zorluk ve başarıları ortaya çıkarmaktır. Morris ve meslektaşlarına (2009) göre öğrenme hedeflerini ortaya çıkarmak, öğretim için özel bir matematiksel bilgi, kişinin öğretimini incelemek ve geliştirmek için temel bir başlangıç noktasıdır. Araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının öğrenme hedeflerinin matematiksel alt kavramlarını tanımlayabildiklerini ancak öğretimi planlamak veya değerlendirmek için öğrenme hedeflerinin alt kavramlarına uygun stratejileri kendiliğinden uygulamadıklarını göstermektedir. Öğretimi kasıtlı ve sistematik bir şekilde analiz etmek için gereken becerilerin en önemli özelliği, öğretmen adaylarının derslerini planlamaları, öğrenme hedeflerini belirlemeleri, öğrenme hedeflerine uygun olarak öğretim etkinlikleri tasarlamaları ve hedeflere ulaşıldığını gösteren öğrenci yanıtlarını öngörmeleri ve ardından öğrencilerin düşünme ve öğrenme kanıtlarını inceleyerek derslerini değerlendirmeleri gibi sınıf dışındaki faaliyetlere odaklanmalarıdır (Morris, Hiebert ve Spitzer, 2009). Yeh ve Santagata (2015) ise çalışmalarında öğretimi analiz etmek için gerekli, öğretimin öğrenci öğrenimi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturma becerisini incelemektedir. Öğretimden öğrenmeyi analiz becerileri ile bütünleştiren bir kursa katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmenlerinden oluşan iki grubun karşılaştırıldığı çalışmada kursa katılan öğretmen adaylarının öğrenci kanıtlarına dayalı hipotezler üretme yeteneklerinde önemli ölçüde gelişme gözlenirken diğer grup zorluk yaşamaya devam etmiştir.

Berk ve Hiebert (2009) öğretmen adaylarının eğitiminde bir bilgi tabanı oluşturmak için ders analiz çerçevesine uygun ders planları tasarlamışlardır. Bir tasarım araştırması olan çalışmada belirli öğrencilere belirli kavramları öğretmek için belirli öğrenme hedefleriyle bağlantılı ders planları üretmek amaçlanmıştır. Berk ve Hiebert'in (2009) tanımladığı model yedi yıl boyunca Delaware Üniversitesi'ndeki öğretmen eğitimcileri ve doktora öğrencileri tarafından, ilköğretim öğretmen adaylarının matematik hazırlıklarını tasarlamak, incelemek ve geliştirmek için kullanılmıştır. Her dersin öğretim programına göre oluşturulan ders planları, her yarıyılıda o dersi yürüten öğretmenler tarafından uygulanır. Ders planında,

öğrenme hedefleri, öğretim etkinlikleri, öğretmen adaylarının öğretim etkinliklerine verdikleri yanıtlar hakkında bilgiler (örneğin, genel sorular, yanıtlar ve kavram yanılgıları) ve önerilen öğretmen yanıtları yer almaktadır. Ayrıca, öğretim etkinliklerinin öğretmen adaylarını öğrenme hedeflerine ulaşmada nasıl desteklediğine dair hipotezler ve mümkün olduğunda belirli etkinliklerin diğerlerine göre dahil edilmesinin gerekçeleri de ders planlarına kaydedilmektedir. Araştırmacılar öğretmen hazırlığına yönelik bilgi tabanı oluşturmak için böyle bir model önermektedirler.

Baki ve Sönmez'in (2019) çalışmalarının birinci amacı Okul Deneyimi dersindeki ders analizi etkinliklerinin öğretmen adaylarının öğretme bilgilerinin gelişimini nasıl desteklediğini incelemek iken ikinci amacı ders analizi içeren uygulamaların öğretmen adaylarının öğretme pratiklerine nasıl yansıdığını ortaya çıkarmaktır. Nitel araştırma deseniyle yürütülen çalışmada veriler öğretmen adaylarının ders analizi ve dönem sonu değerlendirme raporları; adayların öğretme pratiklerinin video kayıtları, gözlem, alan notları ve adaylarla yapılan mülakatlardan toplanmıştır. Çalışma sonucunda ders analizi aktivitelerinin matematik öğretiminde bir dersin öğrenci açısından düşünülmesi gerektiği bilinci oluşturulmasını desteklediği görülmesinin yanı sıra, öğrencilerin hangi durumlarda kolaylıkla anladıklarını veya zorlandıklarını ve öğretim sırasında dikkat edilmesi gerekenleri öğretmen adaylarının fark etmeye başladıkları belirlenmiştir. Okul Deneyimi gibi ilk kez alınan derslerin ders analizi ödevleri ile zenginleştirilmesi ve gerçek durum ve ideal duruma odaklanan tartışmalar yapılması adayların farkındalıklarının gelişimini daha da desteklemelidir.

Baki, Çelik, Güler ve Sönmez (2018) öğrenme-öğretme etkinliklerini videoya dayalı sistematik bir şekilde analiz etme ve yansıtma fırsatı sunan Öğretmenlik Uygulaması dersinin, matematik öğretmen adaylarının öğrenciyi tanıma bilgisinin gelişimini nasıl etkilediğini ortaya koyma amacıyla yürütülmüştür. Öğretmenlik Uygulaması dersi, 12 öğretmen adayından oluşan ilk grupta alışageldik şekilde, gönüllülük esasına göre oluşturulan diğer 12 kişilik ikinci grubunda ise ders analizi çatısı entegre edilerek gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında adayların öğrenciyi tanıma bilgilerini değerlendirmek için açık uçlu sorulardan oluşan toplam 8 maddelik bir testten faydalanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ders analizi destekli Öğretmenlik Uygulaması dersine katılan öğretmen adaylarının öğrencilerin öğrenme güçlüklerinin nedenini yorumlama ve öğrencileri bu güçlükten kurtarmak için öneri vermede diğer gruba kıyasla

daha iyi performans gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu sonuç neticesinde Öğretmenlik Uygulaması dersinin adayların kendi pratikleri üzerine ders analizi yapma etkinliklerini içerecek şekilde düzenlenebileceği önerilmiştir.

Taylan (2016) Matematik Öğretimi Okul Deneyimi dersinde öğretmen adaylarının ders analizi becerilerinin ders planlama becerileri ile ilişkili olup olmadığını araştırmıştır. Öğretmen adayları bir matematik öğretmenini toplam 30 saat gözlemlemiştir. Başlangıçta öğretmen adaylarının gözlemlerine ilişkin sundukları gözlem raporları, sonrasında ders analiz çerçevesi hakkında bilgilendirildikten sonra sundukları gözlem raporları ve dönem sonunda hazırladıkları ders planları araştırmanın veri kaynaklarıdır. Çalışmada incelenen ders sırasında öğretmen adaylarından bazılarının ders analizi becerileri gelişmiş olsa da, katılımcılar arasında ders analizi ve fark etme becerilerinin gelişimi, aynı yansıtma çerçevesini kullanan önceki çalışmalarda bahsedildiği kadar açık olmadığı rapor edilmiştir. Öğretmen adayları öğrenci düşüncesini dikkate alarak ders planı hazırlamada zorlanmışlardır (Taylan, 2016). Taylan (2016) öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesine odaklanan ders planlarını saha çalışmalarının başında yapmalarının planlama becerilerini geliştirebileceğini ifade etmiştir.

Adıyaman (2019) öğrencilerin cebirsel akıl yürütme becerilerini destekleyecek bir ortam tasarlamak, uygulamak ve ortaya çıkan öğrenme ürünlerini cebirsel akıl yürütme becerileri açısından değerlendirmek amacıyla gerçekleştirdiği eylem araştırmasında 8. sınıf öğrencileri için geliştirdiği cebirsel akıl yürütme göstergelerine dayanarak ders planları hazırlamış, uygulamış ve uygulamayı kaydetmiştir. Adıyaman (2019) uygulama sonunda elde ettiği verileri der analiz çatısını kullanarak analiz etmiştir. Analizler sonucunda, dersin öğrenme hedefleri, öğrencilerin öğrenmesi, öğretimin etkililiği ve dersin geliştirilmesi başlıklarına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

Türkiye’de yapılan birçok araştırma ders analiz çerçevesi dışında farklı kuramsal alt yapılar dayansalar da ders imecesi (Bütün, 2015), akran grup dayanışması (Aydın, 2017), mikro öğretim (Arslan, 2021) gibi uygulamaların öğretmen adaylarının mesleğe hazırlıkları sürecinde mesleki gelişimlerine katkısını incelemiştir. Baki ve Özmen (2017) araştırmalarında, ders analiz çerçevesini kullanmasalar da ders planı hazırlama ve uygulama destekli konu alanı ders kitabı inceleme dersinde öğretmen adaylarının kendi öğretimleri üzerine düşünmelerini, öğretimlerini planlamalarını, uygulamalarını ve yansıtma

incelemişlerdir. Öğretmen adayları ders kapsamında hazırladıkları ders planlarını önce üniversite ortamında arkadaşlarına, sonra da okul ortamında öğrencilere sunmuşlardır. Öğretmen adaylarının matematiği öğretme bilgisini geliştirmede, ders planı hazırlama ve uygulama destekli bir dersin rolü araştırılmıştır.

Sonuç olarak ders analiz çerçevesi, öğretmen eğitimcilerinin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının gözlemledikleri ya da uyguladıkları öğretimleri değerlendirmeleri ve geliştirmeleri için etkili bir araçtır ve özellikle öğretmen adaylarının planlı ve sistematik yollarla öğretmeyi öğrenmelerini desteklemektedir. Literatüre bakıldığında öğretmen adaylarının ders analiz çerçevesini uzaktan eğitime yönelik derslerini planlamak ve değerlendirmek amacıyla kullandığı bir araştırma yoktur.

3.3 Uzaktan Eğitim Sürecinde Öğretmen Adaylarının Eğitimi ile İlgili Araştırmalar

Pandemi ile birlikte uzun ve köklü bir geçmişe sahip olan uzaktan eğitim uygulamaları (Bozkurt, 2017) bir seçenek olmaktan çıkıp bir zorunluluk haline gelmiştir. Geçtiğimiz iki yıllık süreçte eğitimin kesintiye uğramaması için acil olarak uygulanan uzaktan eğitim pandemi sonrası yeni normalde de harmanlanmış (yüz yüze ile çevrim içinin birlikte kullanıldığı) eğitim modeli, hibrit öğrenme modeli, çevirim içi tersyüz sınıf uygulamaları vb. şekillerde devam edeceği öngörülmektedir (Bozkurt, 2020; Korucu ve Kabak, 2020; Keskin ve Özer-Kaya, 2020; Erkut, 2020; Telli ve Altun, 2020). Araştırmalar Covid 19 sonrası dönemde de çevirim içi öğrenmenin eğitim sisteminin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edileceğini ancak etkin çevirim içi öğrenme için sistemli bir tasarım ve geliştirme modeli kullanılarak dikkatli bir eğitim tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadırlar (Hodges, Moore, Lockee, Trust ve Bond, 2020; Erkut, 2020; Telli ve Altun, 2020).

Benzer şekilde 2018 yılında öğretmen yetiştirme programı, toplumdaki değişen ihtiyaç ve talepler ve mevcut programla ilgili yapılan araştırma sonuçları odağında yeniden düzenlenmiş (YÖK, 2018) olsa da matematik öğretmen adaylarını uzaktan eğitime hazırlarken, aynı zamanda matematik ve genel eğitim bilimleri dersleri ile öğretmenlik uygulaması dersleri arasında köprü görevi görecek, gerçek zamanlı sınıf performansının baskısından uzakta, sınıf dışındaki etkinliklere odaklanan - ders planlama, öğrenme hedeflerinin belirlenmesi, öğretim etkinliklerinin öğrenme hedefleriyle uyumlu hale getirilmesi ve hedeflere ulaşıldığını gösteren öğrenci yanıtlarının öngörülmesi ve ardından öğrencilerin düşünme ve öğrenme kanıtlarını inceleyerek derslerin değerlendirilmesi- bir

dersin geliştirilmesi gerektiği açıktır. Çevirim içi öğretmen eğitimine ilişkin yayımlanan kitaplar da bu iddiayı güçlendirmektedir (Ferdig, Baumgartner, Hartshorne, Kaplan-Rakowski ve Mouza, 2020; Karchmer-Klein, 2020).

Mart 2020 tarihi itibarıyla Covid-19 salgını nedeniyle uzaktan eğitime geçilmiştir. İki yıllık bu süreçte öğretmen adayları ile yapılan sınırlı sayıda araştırmadan özellikle öğretmen adaylarının öğrenci ve öğretici olarak katılımcı olduğu çalışmalar ile matematik öğretmenlerinin uzaktan eğitim sürecine ilişkin görüşlerinin aktarıldığı çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalara ilişkin literatürün bir özeti aşağıda sunulmuştur.

Güven ve Uçar (2021) araştırmalarında salgın sürecinde uzaktan eğitim ve öğretmenlik uygulamalarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerini almayı ve değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmada, nitel yöntem desenlerinden olan durum çalışmasından yararlanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2020-2021 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan 109 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Açıklama yapmayı gerektiren 11 sorudan oluşan bir görüşme formu aracılığıyla toplanan veriler içerik analizi tekniği ile analiz edilmiş, veri analizinde MAXQDA 2020 paket programı kullanılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmen adaylarının uzaktan eğitimi, derslerin işleniş şekline ve internet sorunları yüzünden yetersiz buldukları, öğretmenlik uygulamasının uzaktan eğitim ile sürdürülmesinin tecrübe açısından eksiklik yaratacağı sonuçlarına ulaşılmıştır. Uzaktan eğitimle yapılan öğretmenlik uygulamasının içeriğinin uygulamaya dönük ve öğrencinin aktif olduğu şekilde planlanmasının yanı sıra ders planı hazırlama sürecine yer verilmesi ve derslerde bu ders planlarının tartışılması önerilmektedir.

İzgi Onbaşılı ve Sezginsoy Şeker (2021) çalışmalarında, ilköğretim öğretmen adaylarının pandemi sürecinde öğretmenlik uygulaması dersine ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamıştır. 2020-2021 güz döneminde bir devlet üniversitesinde öğretmenlik uygulaması dersine kayıtlı 8 öğretmen adayı ile yürütülen çalışmada hem öğretmen adayları hem de öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında ders verdikleri ve gözlemledikleri ilköğretim öğrencileri uzaktan eğitim sürecini ilk kez deneyimlemişlerdir. Bu bağlamda fenomenolojik araştırma desenine göre yapılan çalışmada veriler açık uçlu sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla çevirim içi olarak elde edilirken, dönem boyunca tutulan raporlar ve ders planları araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Veriler nitel analiz

yöntemleri ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmen adayları uzaktan eğitim ile yürütülen staj uygulamasının avantajlarına ilişkin teknolojiyi kullanma becerilerinin gelişmesi ve Web 2.0 araçlarını derslerde daha fazla kullanmaya başlamak şeklinde görüş bildirirken sınırlılıklarına ilişkin öğretmen gibi hissedememek, sınıfı kontrol edememek, zamana ayak uyduramamak ve öğrencilerle etkileşime geçememek olarak ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının uygulama derslerinin uzaktan öğretime ilişkin olumlu görüşleri, zaman ve mekan esnekliği sağlaması iken öğretmen adayları teknoloji entegrasyonunun öneminden bahsetmişlerdir. Olumsuz görüşleri ise teknolojiye erişimde zorluk ve daha az öğrenciye ulaşmak temaları altında toplanmıştır. Uzaktan eğitimle işlenecek derslerde öğrencilerin katılımını sağlamak için Web 2.0 araçlarından faydalanılması önerilmektedir.

Saralar Aras ve Güneş (2022) çalışmalarında öğretmen adaylarının çevrimiçi teknolojileri ne düzeyde kullandığının anlaşılması ve mevcut durumun analizi yapılarak güncel duruma dair bir tablo sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmada karma yöntem araştırmalarından paralel desen kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini 2020-2021 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 47 sınıf ve matematik öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen bulgular sonucunda öğretmen adaylarının, bilgi türüne, kazanımlara ve öğrenen özelliklerine uygun olarak faydalanabilecekleri teknolojik uygulamalar ile ilgili kendi alanlarında kullanabilecekleri bilişim teknolojilerine yönelik eğitimler alması gerektiği ifade edilmekte ve belirli aralıklarla eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarının alanlarıyla ilgili güncel teknolojileri takip edip kullanmalarını sağlayacak ders içerikleri ve uygulamalarla gelişimlerine imkân sağlanması önerilmektedir.

Keleşoğlu ve Yetkiner (2022) çalışmalarında öğretmen yetiştirme sisteminin önemli bir ayağı olan öğretmenlik uygulamalarının olumsuz etkilerini en aza indirmek için tasarlanan eylem planını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Eylem araştırması olarak planlanan çalışmanın katılımcıları, 2020-2021 Eğitim Öğretim yılında öğretmenlik uygulamalarında görev alan uygulama öğretmenleri ve öğretmen adaylarıdır. Araştırma sonunda katılımcı görüşlerinden hareketle, eylemin mesleki hayata etkileri, karşılaşılan engeller ve iyileştirme önerileri olmak üzere üç temaya ulaşılmıştır. Elde edilen veriler ışığında öğretim uygulamalarının uzaktan eğitime uygun görevlerle desteklenmesi, bu görevler arasında yenilikçi teknolojik

materyal geliştirmeye önem verilmesi ve ğretmen adaylarının bu materyalleri hazırlayabilecekleri ğretim süreçlerinden geçmeleri önerilmektedir.

zdemir, Baki ve elik (2021) alışmalarında Covid-19 nedeniyle ilk defa uzaktan eğitim süreciyle karşı karşıya gelen ortaokul matematik ğretmenlerinin bahar döneminde ne tür sorunlar yaşadıklarını ve bu sorunları zmek için göz döneminde ne tür tedbirler aldıklarını, hangi yöntem ve teknikleri kullanmaya başladıklarını, başarılı bir ders için ne tür öğretimsel içerikler hazırladıklarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle çalışma, nitel araştırma türlerinden biri olan fenomenolojik araştırma yaklaşımı çerçevesinde tasarlanmıştır. Çalışma, Türkiye'nin farklı bölgelerinde devlet ve özel okullarda görev yapan 25 ortaokul matematik öğretmeniyle yürütülmüştür. Katılımcı ğretmenlerin deneyimleriyle ilgili kapsamlı bilgi elde etmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Elde edilen verilerin incelenmesinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda öğretmenlerin uzaktan eğitim sürecinde ğretim elemanları (ğrenci, ğretmen ve matematiğe özgü), teknoloji ve dış faktör kaynaklı zorluklar yaşadıkları belirlenmiştir. Öğretmenlerin bu zorlukların üstesinden gelebilmek için öğretici tedbirleri kapsamında teknolojiyi takip etme ve kullanma, doküman/materyal eksikliğini giderme, öğrencinin aktif katılımını sağlama, ders süresini etkin kullanma ve iletişim yollarını artırma şeklinde önlemler aldıkları grlmştr.

Kilit ve Güner (2021) Bu çalışmanın amacı matematik derslerinin web tabanlı uzaktan eğitim ile yürütülmesine ilişkin matematik ğretmenlerinin görüşlerini incelemektir. Fenomenolojik araştırma deseni ile yürütülen çalışmada katılımcı grubunu 19 ortaokul matematik ğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplamak amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Matematik ğretmenleri web tabanlı eğitimin avantajlarını tekrarlanabilirlik, bireysel farklılıklara uygunluk, öğrenme etkinliklerinin çokluğu, kendi hızında ilerleme ve maliyetin azlığı kavramları ile dile getirmiştirler. Dezavantajlarının öğrencilerle iletişim kuramamak ve öğrencileri kontrol edememek olduğunu düşünmektedirler. Matematik ğretmenlerin çoğunluğu web tabanlı uzaktan eğitimin faydalı olduğunu fakat matematik eğitimi üzerinde etkili ve verimli olmadığını düşünmektedirler. Öğretmenler fırsat eşitliği konusundaki sıkıntılarını giderilmesini web tabanlı uzaktan eğitimin kalitesini artırmak için önemli görmektedirler.

Literatür taramasının sonucunda öğretmen adaylarının fonksiyonlar ile ilgili olarak alan bilgilerini lise ve üniversite eğitimleri boyunca yapılandıkları buna rağmen alan bilgilerinin zayıf olduğu (Even, 1990; Hacıömeroğlu, 2006; Karahasan, 2010), modern bir fonksiyon anlayışına sahip olmadıkları (Even, 1993; Meel, 1999) ve fonksiyon kavramına ilişkin kavram yanılgıları olduğu (Şandır, 2006; Aydın ve Köğce, 2008; Dede, Bayazit ve Soybaş, 2010; Özdemir Erdoğan, Erdoğan ve Yanık, 2012; Özkaya ve İşleyen, 2012; Özdoğan, 2018; Uz, 2019) görülmektedir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının konu alan bilgilerinin onların pedagojik alan bilgilerini (Hacıömeroğlu, 2006) ve öğretimlerini (Wilson, 1994; Even ve Tirosh, 1995; Sanchez ve Lineares, 2003) etkilediği; bu nedenle fonksiyonlar konusunda öğrenci zorlukları ve kavram yanılgılarına ilişkin ders içerikleri (Polat ve Şahiner, 2007), ders modülleri tasarlanabileceği (Uz, 2019) gibi öğretmen adaylarının alan bilgilerini derinleştirecek ve bütünleştirecek, öğretmek için matematik öğrenebilecekleri dersler geliştirilmesi (Even, 1990) önerilmektedir. Literatürden de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının öğretecekleri matematiği bilmeleri yeterli değildir (Wilson, 1994). Öğretmen adaylarının derslerini planlama, öğrenme hedefleri belirleme, öğrenme hedeflerine uygun olarak öğretim etkinlikleri tasarlama ve hedeflere ulaşıldığını gösteren öğrenci yanıtlarını öngörme ve ardından öğrencilerin düşünme ve öğrenme kanıtlarını inceleyerek derslerini değerlendirmeleri gibi sınıf dışı faaliyetlere odaklanan (Morris, Hiebert ve Spitzer, 2009) beceriler edinmeleri gerekmektedir. Ders analiz çerçevesi tüm bu becerileri sunarken araştırmalar okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması gibi derslerin içeriğinin ders analiz etkinlikleri ile zenginleştirilmesini (Baki ve Çelik, 2019; Baki vd., 2018) önermekte ve ders planı hazırlama ve uygulamaya dönük bir dersin rolünü tartışmaktadır (Bütün, 2015; Taylan, 2016; Aydın, 2017; Arslan 2021). Kaldı ki Covid 19 pandemisi nedeniyle uzaktan eğitimle yapılan öğretmenlik uygulamalarına yönelik yapılan araştırmalar da uzaktan eğitimle yapılan öğretmenlik uygulamasının içeriğinde ders planı hazırlama sürecine yer verilmesini ve derslerde bu ders planlarının tartışılmasını (Güven ve Uçar, 2020) önermektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının öğretim uygulamalarının uzaktan eğitime uygun görevlerle desteklenmesi, yenilikçi teknolojik materyal geliştirmeye önem verilmesi (Keleşoğlu ve Yetkiner, 2022), Web 2.0 araçlarından faydalanılmasını (İzgi Onbaşılı ve Sezginsoy Şeker, 2021), öğretmen adaylarının alanlarıyla ilgili güncel teknolojileri takip edip kullanmalarını sağlayacak ders içerikleri ve uygulamalarla (Saralar Aras ve Güneş, 2022) gelişimlerine imkan sağlanması önerilmektedir.

Bütün bu araştırmalar ışığında öğretmen adaylarının alan bilgilerini alana özgü öğretim yaklaşımları ile geliştirmek ve ders analiz çerçevesi ile öğretmeyi öğrenmelerini sağlayacak beceriler edinmelerini sağlamak amacıyla uzaktan eğitime uygun bir öğretim uygulaması tasarlamak hedeflenmiştir. Genel anlamda literatürde böyle bir öğretim uygulaması önerilse de bu kapsamda tasarlanmış bir öğretim uygulamasına rastlanmamıştır. Araştırmanın literatürdeki bu eksikliği kapatacağı düşünülmektedir.

4. YÖNTEM

Araştırmanın, modeli, aşamaları, her bir aşamada kullanılan veri toplama araçları, veri toplama süreci, verilerin analizi, katılımcıları, araştırmacının rolü ve etik ilkeleri ayrıntılı olarak aşağıda sunulmuştur.

4.1 Araştırma Modeli

Matematik öğretmen adaylarının matematiği öğretmeyi öğrenmeleri için çevirim içi, uygulamaya dayalı, kapsamlı ve sürdürülebilir bir öğretim uygulaması tasarlamayı amaçlayan bu araştırma bir eğitsel tasarım araştırmasıdır.

Eğitimde tasarım araştırması, yeni eğitim materyallerinin (örneğin bilgisayar araçları, öğrenme etkinlikleri veya bir mesleki gelişim programı) tasarımının, araştırmanın çok önemli bir parçası olduğu araştırmalardır (Bakker, 2019). McKenney ve Reeves (2012) eğitsel tasarım araştırmasını, bilimsel araştırma ile eğitim sorunlarına yönelik çözümlerin sistematik olarak geliştirilmesi ve uygulanmasının bir karışımı olarak nitelendirmektedir. Plomp'ın (2009) tanımına göre eğitsel tasarım araştırması; karmaşık bir eğitim problemini çözmek için bir müdahale (programlar, öğretme-öğrenme stratejileri ve materyalleri, ürünler ve sistemler) tasarlama ve geliştirmenin yanı sıra bu müdahalelerin özellikleri hakkındaki bilimizi geliştirmek için uygun bir araştırma tasarımıdır. Ayrıca eğitim tasarım araştırması, öğrenme süreçleri, öğrenme ortamları ve benzerleri hakkında teoriler geliştirmek veya doğrulamak amacıyla eğitim müdahalelerini tasarlama ve geliştirme süreçlerini içerir (Kelly, 2004; Plomp, 2009, s. 15; Van den Akker, 1999).

Collins, Joseph ve Bielaczyc (2004) bir araştırma yöntemi olarak tasarım araştırmasını aşağıda sunulan, öğrenme çalışmasının merkezinde yer alan konuları ele almak için geliştirmişlerdir:

- Bağlam içinde öğrenmenin doğası ile ilgili teorik soruları ele alma ihtiyacı.
- Öğrenme olgusunun laboratuvar yerine gerçek dünyada incelenmesine yönelik yaklaşımlara duyulan ihtiyaç.
- Dar öğrenme ölçütlerinin ötesine geçme ihtiyacı.
- Biçimlendirici değerlendirmeden araştırma bulguları elde etme ihtiyacı

Eğitim tasarımı araştırması doğal ortamda öğrenmeyi ve öğretmeyi açıklayan ve potansiyel olarak etkileyen yeni teoriler, eserler ve uygulamalar üretmeyi amaçlayan bir araştırma yaklaşımıdır (Barab ve Squire; 2004). Bu tanım Pragmatizm paradigması ile uyumludur ve bu nedenle, bu araştırma pragmatist paradigmada yer almaktadır. Çünkü pragmatist dünya görüşü gerçek hayattaki uygulamalar odaklı, problem merkezli, nicel veya nitel yöntemlerin kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın problemi çözmek için "işe ne yararsa" mantığıyla hareket eder (Creswell ve Plano Clark; 2015). Eğitsel tasarım araştırmalarında tasarıma dayalı içgörüler ve araştırmaya dayalı tasarımlar elde etmek amacıyla mevcut araştırma yaklaşımları esnek bir şekilde kullanılır. Araştırmacılar hem nitel hem de nicel yöntemleri kullanarak öğrencilerin öğrenme süreçlerinde rol oynayan pedagojik ve teknolojik faktörleri ortaya çıkaran zengin veriler toplamaya çalışırlar (Collins vd., 2004). Bu nedenle bazı uzmanlar tasarım araştırmasını metodolojik bir çerçeve olarak adlandırmayı tercih etmektedirler (Bakker, 2019).

Tasarım araştırmaları, çeşitli ülkelerdeki farklı geçmişi nedeniyle çeşitli isimler altında bilinmektedir (Bakker, 2019). Benzer yaklaşımlar için diğer terimler şunlardır:

- Gelişim veya geliştirme araştırması (Freudenthal, 1988; Gravemeijer, 1994; Lijense, 1995; Romberg,1973; Van den Akker, 1999)
- Tasarım deneyleri (Brown, 1992; Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer ve Schauble, 2003; Collins, 1990, 1992)
- Tasarım temelli araştırma (Hoadley, 2002; Design Based Research Collective, 2003)
- Eğitsel tasarım araştırması (McKenney ve Reeves, 2012; Plomp ve Nieveen, 2013; Van den Akker, Gravemeijer, McKenney ve Nieveen, 2006)
- Biçimlendirici deneyler (Reinking ve Bradley, 2008).

Tasarım araştırmasının temel bir özelliği, öğrenci veya öğretmen öğrenimi için eğitim fikirlerinin tasarımda formüle edilmesidir, ancak bu fikirlerin deneysel olarak test edilmesi sırasında, örneğin, bir tasarım fikri beklendiği gibi tam olarak çalışmadığında, ayarlanabilir. Diğer müdahaleci araştırma yaklaşımlarının çoğunda tasarım ve test net bir şekilde ayrılmıştır (Bakker, 2019). Tasarım araştırmaları müdahaleci doğasını deneysel araştırma ve eylem araştırması ile paylaşmaktadır.

Deneysel araştırmalar sistematik bir metodoloji kullanılarak, belli bir müdahalenin kontrol altına alınmış koşullarda belli bir sorunun üzümünde ne derece etkili olacağını görmek için yürütülen araştırmalardır. Tasarım araştırması ve deneysel araştırma karşılaştırmasında iki tartışma noktası genelleme ve nedensellik konularıdır. Deneysel araştırmada seçkisiz örneklemin kullanılması evrene genellemeye izin verir, ancak çoğu eğitim araştırmasında seçkisiz örnekleme kullanılamaz (Bakker, 2019). Rastgele bir örneklemden bir evrene genelleme yapmak (istatistiksel genelleme) yerine birçok (oğunlukla nitel) araştırma yaklaşımı bir teori, model veya konsepte genellemeyi amaçlar; buna teorik veya analitik genelleme denir (Yin, 2009; akt. Bakker, 2019). Tasarım araştırmasının deneysel araştırma ile karşılaştırılması Tablo 4.1 ile zet olarak sunulmuştur.

Tablo 4.1: Deneysel araştırma ile tasarım araştırmasının karşılaştırılması (Bakker, 2019).

Deneysel araştırma	Tasarım araştırması
<ul style="list-style-type: none"> • Teoriyi test etmek • Mevcut ğretim yöntemlerinin deney ve kontrol gruplarıyla karşılaştırılması • Ne işe yaradığının kanıtı • Araştırma değişkenlerin ayrı ayrı manipüle ederek izole edilmesiyle ilgilenir • İstatistiksel genelleme 	<ul style="list-style-type: none"> • Teoriyi aynı anda geliştirmek ve test etmek • Yenilikçi bir öğrenme ortamının tasarımı • Bir şeyin nasıl ve neden işe yaradığına dair i gr • Ekolojik yaklaşım • Analitik veya teorik genelleme, diğer durumlara aktarılabilirlik

Eğitimde tipik olarak öğretmenler tarafından yapılan eylem araştırması, pratik bir sorunu çözmeye odaklanır ve bir eylem planı hazırlamayı amaçlar (Bradbury, 2015; Denscombe, 2014). Eylem araştırması gibi, tasarım araştırması da müdahaleci ve açıktır, yansıtıcı ve genellikle döngüsel bir süreç içerir ve teori ile pratik arasında köprü kurmayı amaçlar (Opie ve Sikes, 2004). İki yaklaşımda da ğretmen aynı zamanda araştırmacı olabilir. Eylem araştırmasında araştırmacı gözlemci olamaz (Anderson ve Shattuck, 2012), tasarım araştırmasında ise gözlemci olabilir. Tasarım araştırması ile eylem araştırması arasındaki bir başka fark ise tasarım tabanlı araştırma genellikle tasarımcılar, araştırmacılar ve uygulayıcılar tarafından iş birliği içinde yürütülürken eylem araştırması genellikle doğrudan uygulayıcılar tarafından yürütülmektedir (Wang ve Hannafin, 2005). Ayrıca, tasarım

araştırmasında tasarım, araştırmanın çok önemli bir parçasıdır (Bakker, 2019), bir yeniliğin üretimine yönelik tasarım sorunlarına odaklanılır. Oysa eylem araştırmasında odak bir yenilik üretmek değil var olan uygulamaların etkililiğini artıran çalışmalar yapmaktır yani odak eylem ve değişim üzerindedir (Kuzu, Çankaya ve Mısırlı, 2011). Tasarım araştırması ayrıca eylem araştırmasından daha açık bir şekilde öğretim teorileri geliştirmeyi amaçlar. Eğitsel tasarım araştırması, bir dizi yinelemeli döngü yoluyla dönüşümsel değişimle ilgilenen eylem araştırmasıyla benzerliklere sahiptir ancak araştırma ve tasarımı bir araya getirerek aktarılabilir tasarım ilkelerinin geliştirilmesini bir hedef olarak ekler (Educause Learning Initiative, 2012; McKenney ve Visscher-Voerman, 2013).

Tasarım araştırması ve eylem araştırması arasındaki benzerlikler ve farklılıklar Tablo 4.2’de özetlenmiştir.

Tablo 4.2: Tasarım araştırması ve eylem araştırması arasındaki benzerlikler ve farklılıklar (Bakker, 2019).

	Tasarım araştırması	Eylem araştırması
Benzerlikler	Açık, müdahaleci, araştırmacı katılımcı olabilir, yansıtıcı döngüsel süreç	
Farklılıklar	<ul style="list-style-type: none"> • Araştırmacı gözlemci olabilir • Tasarım gerekli • Öğretim teorisine ve geliştirilmiş tasarıma odaklanmak 	<ul style="list-style-type: none"> • Araştırmacı yalnızca katılımcı olabilir • Tasarım mümkün • Eyleme ve bir durumun iyileştirilmesine odaklanmak

Eğitim tasarım araştırmaları araştırmanın amacına bağlı olarak geliştirme çalışmaları ve doğrulama çalışmaları olarak ikiye ayrılır:

- Geliştirme çalışmaları söz konusu olduğunda, eğitim tasarımı araştırmasının amacı, eğitim uygulamalarındaki karmaşık problemler için araştırmaya dayalı çözümler geliştirmektir. Bu tür tasarım araştırması, eğitim uygulamalarındaki karmaşık problemlere araştırmaya dayalı çözümler üretmek için eğitim müdahaleleri tasarlamak ve geliştirmek ve bu müdahalelerin özellikleri ve onların tasarım ve geliştirme süreçleri hakkında bilgilendirmek amaçlarının sistematik analizi olarak tanımlanır (Plomp,2013, s.16).

- Doğrulama çalışmalarında ise eğitim tasarım araştırmasının amacı bir teorinin geliştirilmesi veya doğrulanmasıdır. Bu tür tasarım araştırması, bu tür süreçler ve bunların nasıl tasarlanabileceği hakkında teoriler geliştirmek veya doğrulamak amacıyla eğitim müdahalelerinin (öğrenme süreçleri, öğrenme ortamları vb.) incelenmesi olarak tanımlanmaktadır (Gravemeijer ve Cobb,2013, s.75).

Geliştirme ve doğrulama çalışmaları arasındaki ayrımın kavramsal olarak önemli olduğunu belirtmek önemlidir; ancak, uygulamada tasarım araştırmacıları araştırmalarında iki yönü birleştirebilirler (Plomp, 2013, s.16). Araştırmanın öğretmen adaylarının sınıflarda zamanla daha etkili matematik öğretmenleri olmaları için ihtiyaç duydukları araçları sağlayacak bir öğretim uygulaması geliştirmeyi amaçladığı düşünüldüğünde tasarım araştırması, geliştirme çalışması türü olarak kategorize edilebilir. Ancak bu araştırma Hiebert, Morris ve Glass'ın (2003) önerdiği modelin başarılı bir şekilde uygulanıp uygulanamayacağını da doğrulamayı amaçladığından, aynı zamanda bir doğrulama çalışmasıdır. Araştırma Tablo 4.3'te özetlendiği gibi iki yaklaşımı birleştirmiştir.

Tablo 4.3: Tasarım araştırmasının özeti.

Araştırma modeli	Tasarım Araştırması (Geliştirme ve Doğrulama Çalışmaları)
Hedef	Öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeyi hedefleyen bir öğretim uygulaması tasarlamak ve değerlendirmek
Alt hedefler	<ul style="list-style-type: none"> • Fonksiyon kavramı ve gösterimi konusunu öğrenmek ve öğretmek için bir uygulama geliştirmek • Fonksiyon kavramı ve gösterimi konusunda öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini belirlemek, • Fonksiyon kavramı ve gösterimi konusunda öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeleri için bir öğretim uygulaması tasarlamak, • Tasarlanan uygulamanın etkisini ölçmek, • Öğretmen adaylarının kendi öğretimlerinden öğrenmeleri için gerekli araçları edindirmek
Beklenen sonuçlar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Öğretmeyi öğrenme uygulaması 2. Alınan dersler <ul style="list-style-type: none"> • Öğretmeyi öğrenme uygulamasının özellikleri • Öğretmeyi öğrenme uygulamasının geliştirme süreci • Uygulama süreci • Fonksiyon kavramı ve gösterimi konusunu öğrenmek ve öğretmek için yerel öğretim teorisi

Tasarım araştırması yazarları bu tür araştırmaların aşağıda Tablo 4.4'te yer alan bir dizi özelliği üzerinde hemfikirdir (Van den Akker vd., 2006, s. 5):

Tablo 4.4: Tasarım araştırmalarının özellikleri.

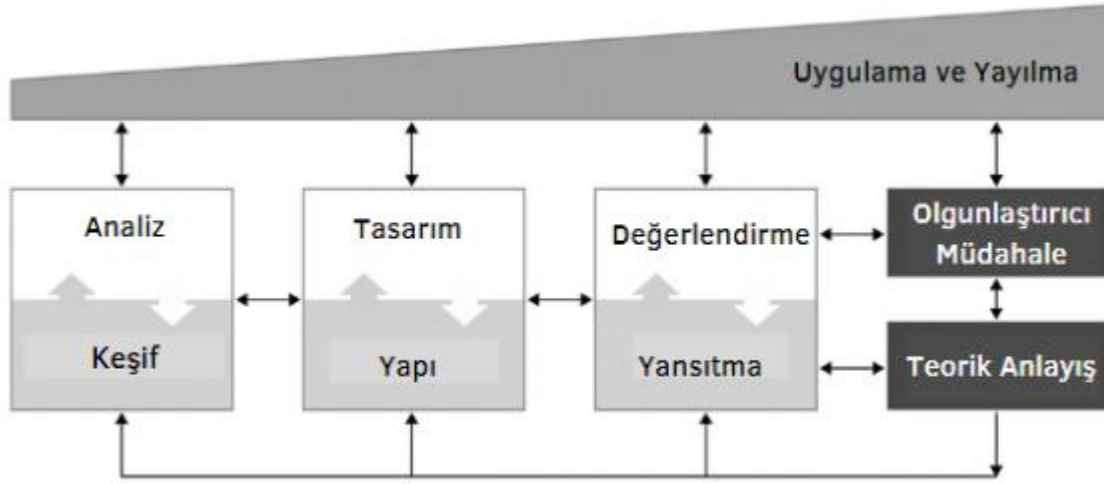
Müdahaleci	Araştırma gerçek dünya ortamında bir müdahale tasarlamayı amaçlamaktadır.
Yinelemeli	Araştırma, analiz, tasarım ve geliştirme, değerlendirme ve yenileme döngülerini içerir.
Süreç odaklı	Odak, müdahaleleri anlamak ve iyileştirmektir.
Fayda odaklı	Bir tasarımın değeri, kısmen gerçek bağlamlarda kullanıcılar için pratikliği ile ölçülür.
Teori odaklı	Tasarım (en azından kısmen) kavramsal bir çerçeveye ve teorik önermelere dayanırken, müdahalenin ardışık prototiplerinin sistematik değerlendirmesi teori oluşturmaya katkıda bulunur.
Uygulayıcıların katılımı	Araştırma, araştırmanın çeşitli aşamalarında ve faaliyetlerinde uygulayıcılarla aktif katılım veya iş birliğini içerir- bu, müdahalenin eğitim bağlamı için gerçekten alakalı ve pratik hale gelme şansını artıracak ve bu da başarılı bir uygulama olasılığını artıracaktır.

Tasarım araştırmasının özelliklerine göre araştırma:

- Müdahaleci, öğretmen adaylarının sınıflarda zamanla daha etkili matematik öğretmenleri olmaları için ihtiyaç duydukları araçları sağlayacak, gerçek hayat uygulamalarına dayanan bir öğretim uygulaması geliştirmeyi amaçladığı için,
- Süreç odaklı hem öğrenme süreci hem de tasarlanmış bir öğretim uygulamasının bu öğrenme üzerindeki etkisi anlaşılmaya çalışıldığı için,
- Fayda odaklı, öğretmen adaylarını sınıflarda etkili birer matematik öğretmeni olmalarını amaçladığı için.
- Teori odaklı, öğretmenlik programlarına yönelik Hiebert, Morris ve Glass'ın (2003) önerdiği modele göre tasarlandığı için,
- Uygulayıcıların katılımı, araştırmacı aynı zamanda uygulayıcı olduğu için,

bir eğitim tasarım araştırmasıdır.

McKenney ve Reeves (2018), mevcut eğitsel tasarım araştırması modellerinin sentezinde, eğitim alanındaki tasarım araştırması için Şekil 4.1’de gösterilen genel bir model sunar. Bu model, tek, entegre bir araştırma ve geliştirme çabasını gösterir. Uygulama ile etkileşim içinde yer alan ve bilgi ve müdahalenin ikili çıktılarını sağlayan üç ana aşamayı içeren esnek bir sürecin temel unsurlarını tasvir eder.



Şekil 4.1: Eğitsel tasarım araştırması yürütmek için genel model (McKenney ve Reeves, 2018).

McKenney ve Reeves (2018), Şekil 4.1’de gösterilen eğitsel tasarım araştırması yürütmek için genel modelin her bir unsurunu aşağıdaki şekilde açıklamaktadır.

Şekil 4.1'deki kareler üç çekirdek aşamayı gösterir ve aralarındaki oklar işlemin hem yinelemeli hem de esnek olduğunu gösterir. Analiz ve keşif aşaması, problem keşfi ile ilgili, pratik ve teorik olarak problem tanımının takip ettiği aşamadır. Bunu takiben, tasarım ve yapım aşaması, öğrenilenleri hesaba katmaya ve bu bilgiyi sorunu çözmek için ilgili ve pratik bir yenilik oluşturmak için uygulamaya odaklanır. Son aşama, değerlendirme ve yansıtma sırasında, tasarım fikirleri ve prototip çözümler ampirik olarak araştırılır ve müdahale özelliklerinin işe yarayıp yaramadığını, nasıl ve neden işe yaradığını (teorik) anlamak amacıyla bulgulara yansıtılır (McKenney ve Reeves, 2018).

Teori ve pratiğe yönelik ikili odak, sırasıyla pratik ve bilimsel çıktılarını temsil eden dikdörtgenler aracılığıyla açık hale getirilir. Eğitsel tasarım araştırmasından kaynaklanan pratik çözümler eğitim ürünleri, süreçler, programlar veya politikalar olabilir. Eğitsel tasarım araştırmasından kaynaklanan teorik anlayış, eğitim fenomenlerini tanımlamak, açıklamak,

tahmin etmek veya manipüle etmek için kullanılabilir. Daha önce belirtildiği gibi, tasarım araştırmasındaki teorik anlayış, müdahalenin tasarımının temelini oluşturur, bilimsel araştırmayı çerçeveler ve müdahalenin ampirik testi yoluyla oluşturulan bulgularla ilerletilir (McKenney ve Reeves, 2018).

Son olarak, model, uygulama ve yayılmayı temsil eden yamuk aracılığıyla pratik kullanıma dikkat edildiğini göstermektedir. Uygulama ile etkileşimin sonradan bir düşünce olarak değil, sürecin başlangıcından itibaren var olduğunu ve zamanla arttığını gösterir. Çift yönlü oklar, uygulamada olanın devam eden temel süreçleri ve nihai çıktıları etkilediğini ve bunun tersini gösterir. Burada gösterilmemesine rağmen, çalışmaya katılanların (hem uygulayıcılar hem de araştırmacılar) mesleki gelişimi genellikle genel sürecin ve özellikle uygulama çalışmasının bir yan ürünüdür (McKenney ve Reeves, 2018).

Farklı şekillerde ifade edilseler de genellikle tasarım tabanlı araştırmalar aşağıdaki üç temel aşamadan oluşur:

- *Ön araştırma aşaması:* ihtiyaç ve bağlam analizi, literatür taraması, araştırma için kavramsal veya kuramsal bir çerçeve geliştirme,
- *Geliştirme veya prototip aşaması:* müdahaleyi iyileştirmeyi ve geliştirmeyi amaçlayan biçimlendirici değerlendirme ile her biri araştırmanın bir mikro döngüsü olan yinelemelerden oluşan yinelemeli tasarım aşaması
- *Değerlendirme aşaması:* çözümün veya müdahalenin önceden belirlenmiş özellikleri karşılayıp karşılamadığına karar vermek için yarı-özetleyici değerlendirme. Bu aşama genellikle müdahalenin iyileştirilmesi için önerilerle sonuçlandırıldığından yarı-özet ifadesi kullanılır.

Tasarım tabanlı araştırma yöntemlerinden eğitsel tasarım araştırması modeline göre desenlenen bu araştırma, döngüsel ve yinelemeli olan tipik tasarım araştırma modelini takip eder ve sonuç olarak a) ön araştırma (1. Aşama), b) tasarlama ve geliştirme (2. Aşama) ve c) değerlendirme (3. Aşama) aşamalarından oluşur. Araştırma süreci üç aşamayı takip etmektedir ve bu aşamalar içinde on işlevsel döngüyü ilgili araştırma sorularıyla birleştirir. Araştırmanın aşamaları ve döngüler aşağıdaki Tablo 4.5'te özetlenmiş sonraki başlıkta ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tablo 4.5: Araştırmanın aşamaları ve döngüler.

AMAÇ		YÖNTEM	SONUÇLAR
1.AŞAMA	1.DÖNGÜ	Mart 2019 Kuramsal çerçeveyi oluşturmak ve öğretim uygulamasının sağlıklı bir şekilde tasarlanabilmesi için matematiğin belirli bir konusu ile sınırlandırmak amacıyla literatür taraması yapmak.	Hiebert, Morris ve Glass'ın (2003) önerdiği model tasarımın kuramsal çerçevesini oluşturmaktadır. Öğretim uygulaması "10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi" konusu ile sınırlandırılmıştır.
	2.DÖNGÜ	Kasım 2019 Öğretmen adaylarının fonksiyonlar konusu ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgilerini değerlendirmek için hazırlanacak testlerin içeriğini belirlemek amacıyla kapsamlı bir literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir. Aralık 2019 Literatüre uygun olarak hazırlanan testler için uzman görüşü alınmıştır.	Alan Bilgisi Testi ve Uzmanlık Alan Bilgisi Testi'nin (ilk tasarım) uygulanması ve nitel olarak değerlendirilmesi
2.AŞAMA	3.DÖNGÜ	Aralık 2019 Testlerin ilk uygulamasının nitel olarak değerlendirilmesi sonucu öğretim uygulaması tasarımında ihtiyaç duyulan içeriklerin hazırlanması için ihtiyaç analizi ve literatür taraması yapmak. Testlerin ilk uygulamasının nitel olarak değerlendirilmesi sonucunda test maddelerinin revize edilmesi	Şubat 2020 Öğretim uygulaması tasarımında ihtiyaç duyulan konular, kuramlar, örnekler, senaryolar, ... Nisan 2020 Ders Planları (ilk tasarım) Mayıs 2020 Alan Bilgisi Testi ve Uzmanlık Alan Bilgisi Testi (ikinci tasarım)
	4.DÖNGÜ	Tasarım Geliştirme Covid 19 pandemisi nedeniyle, yüz yüze eğitime göre tasarlanan ders planlarını uzaktan eğitime göre uyarlamak Uzaktan eğitim için literatür taraması yapmak	Ekim 2020 Ders Planları (ikinci tasarım) Ocak 2021 Ders Sunumları (ilk tasarım)

Tablo 4.5 (devam)

2. AŞAMA	5. DÖNGÜ	Tasarım Uygulama	16 Mart 2021 Öğretmen Adaylarının Araştırmaya Gönüllü Katılım Formunu Doldurması 23 Mart 2021 Alan Bilgisi Testi ve Uzmanlık Alan Bilgisi Testi'nin (ikinci tasarım) uygulanması (ön test)	Ders Planları (üçüncü tasarım) Ders Sunumları (ikinci tasarım)
	6. DÖNGÜ	Tasarım Uygulama	Ders planları doğrultusunda hazırlanan ders sunumları ile öğretim uygulamasına başlanması 31 Mart – 6 Nisan 2021 Kavramsal anlama Ders Sunumu 6 Nisan – 13 Nisan 2021 İşlemsel Akıcılık Ders Sunumu 13 Nisan – 20 Nisan 2021 Stratejik Yetkinlik Ders Sunumu 20 Nisan – 27 Nisan 2021 Uyarlamalı Akıl Yürütme Ders Sunumu 26 Nisan 2021 Matematiğin Doğası Hakkında İnançlar Ölçeği'nin uygulanması (ön test) 27 Nisan 2021 Üretken Eğilim Ders Sunumu 6 Mayıs 2021 Alan Bilgisi Testi ve Uzmanlık Alan Bilgisi Testi'nin (ikinci tasarım) uygulanması (son test)	Ders Planları (dördüncü tasarım) Ders Sunumları (üçüncü tasarım)

Tablo 4.5 (devam)

3. AŞAMA	7.DÖNGÜ	Tasarım Uygulama ve Değerlendirme	Öğretim Deneyi Ders Sunumu	11 Mayıs 2021 Öğretmen Adaylarının Ders Planları (ilk tasarım)
	8.DÖNGÜ	Değerlendirme	25 Mayıs 2021 Öğretmen adaylarının ders planlarının araştırmacı tarafından değerlendirilmesi 1 Haziran 2021 Öğretmen adaylarının ders planlarının diğer öğretmen adayları tarafından değerlendirilmesi	1 Haziran 2021 Öğretmen Adaylarının Ders Planları (ikinci tasarım) 8 Haziran 2021 Öğretmen Adaylarının Ders Planları (üçüncü tasarım)
	9.DÖNGÜ	Uygulama	12 Haziran 2021 Öğretmen Adaylarının Ders Planlarını Uygulamaları	2 Temmuz 2021 Öğretmen Adaylarının Ders Planları (dördüncü tasarım)
	10.DÖNGÜ	Değerlendirme	13 Haziran 2021 Alan Bilgisi Testi ve Uzmanlık Alan Bilgisi Testi'nin (ikinci tasarım) ön test ve son test puanlarının Wilcoxon testi ile karşılaştırılması Öğretmen adayları ile odak grup görüşmesi Ders planlarının değerlendirilmesi	Tasarlanan öğretim uygulamasının tasarım ilkeleri

Önceki çalışmalara dayanarak, Nieveen (1999), yüksek kaliteli müdahaleler için bir dizi genel kriter, yani geçerlilik, pratiklik ve etkililik önermektedir. Plomp (2013, s.28) bu kriterleri şu şekilde yorumlamıştır:

"Müdahale bir ihtiyaca hitap etmeli ve bileşenleri en son bilgiye dayalı olmalıdır (içerik geçerliliği, aynı zamanda uygunluk olarak da adlandırılır) ve tüm bileşenler tutarlı bir şekilde birbirine bağlanmalıdır (yapı geçerliliği, tutarlılık da denir). Müdahale bu gereksinimleri karşılıyorsa geçerli kabul edilir. Yüksek kaliteli müdahalelerin ikinci bir özelliği, öğretmenlerin (veya daha genel olarak, hedef kullanıcı grubunun temsilcilerinin) müdahaleyi geliştiricilerin niyetleriyle büyük ölçüde uyumlu bir şekilde kullanmanın onlar için kolay olduğunu ve müdahalenin kullanılabilir olduğunu düşünmeleridir. ... Bu koşullar karşılanırsa, bu müdahalelere pratik diyoruz. Yüksek kaliteli müdahalelerin üçüncü bir özelliği, istenen sonuçlarla sonuçlanmasıdır, yani müdahalenin etkili olmasıdır".

Yüksek kaliteli müdahaleler tasarlamak için genel kriterler aşağıda Tablo 4.6'da sunulmuştur:

Tablo 4.6: Yüksek kaliteli müdahaleler tasarlamak için genel kriterler.

Kriter	
Uygunluk düzeyi (içerik geçerliliği olarak da adlandırılır)	Müdahaleye ihtiyaç vardır ve tasarımı en son (bilimsel) bilgiye dayanmaktadır.
Tutarlılık (yapı geçerliliği olarak da adlandırılır)	Müdahale 'mantıksal olarak' tasarlanmıştır.
Pratiklik	Beklenen Müdahalenin tasarlandığı ve geliştirildiği ortamlarda kullanılabilir olması beklenmektedir. Gerçek Müdahale, tasarlandığı ve geliştirildiği ortamlarda kullanılabilir.
Etkililik	Beklenen Müdahalenin kullanılmasının istenen sonuçlarla sonuçlanması beklenir. Gerçek Müdahalenin kullanılması istenen sonuçlarla sonuçlanır.

Ek olarak, Nieveen ve Folmer (2009) beklenen pratiklik ve gerçek pratiklik ile beklenen etkililik ve gerçek etkililik arasındaki ayrımın önemine işaret etmektedir. Sadece hedef kullanıcılar müdahaleyi kullanma konusunda pratik deneyime sahip olduklarında, tasarımın gerçek pratikliği hakkında veriler elde edilebilir. Benzer şekilde, yalnızca hedef kullanıcılar müdahaleyi hedef ortamda kullanma fırsatına sahip olduklarında, değerlendirici gerçek etkililiğe ilişkin verileri almalıdır. Uzman değerlendirmeleri veya materyallere dayalı grup tartışmaları gibi diğer tüm durumlarda, araştırmacı yalnızca beklenen pratiklik ve / veya beklenen etkililik hakkında veri almalıdır. Gerçek pratikliği ve gerçek etkinliği göstermek için daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç duyulacaktır.

Araştırma problemini işlevsel hale getirmek için daha fazla araştırma problemi geliştirilirken Nieveen'in (2007) yüksek kaliteli müdahaleler için kriterleri- uygunluk, tutarlılık, pratiklik ve etkililik- dikkate alınmıştır. Uygunluk ölçütü ilk iki alt probleme uygulanır:

AP1. Öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyonlar ünitesi ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgilerini değerlendirmek için göz önünde bulundurulacak kriterler nelerdir?

AP2. Öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyonlar ünitesi ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgileri hangi düzeydedir?

Bu alt problemler fonksiyonlar ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgisinin neleri içerdiğini ve öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerinin nasıl olduğunu anlamak için geliştirildi. Araştırma tasarımının 1. Aşamasında ele alınan bu problemler müdahalenin uygunluk düzeyini araştırmaktadır. "Müdahale ve tasarımının son teknoloji (bilimsel) bilgiye dayanmasına ihtiyaç vardır" (Nieveen 2007, s. 94). Literatürün kapsamlı bir incelemesi ve bağlamın analizi, fonksiyonlarla ilgili alan ve uzmanlık alan bilgilerinin içeriğinin belirlenmesine ve öğretmen adaylarının bilgilerini ortaya çıkarmak için testlerin hazırlanmasına yardımcı oldu. Bu sayede müdahalenin tasarımı ve geliştirilmesi için kavramsal bir çerçeve geliştirildi.

Teoriden ve uygulamadan hareketle, bir sonraki araştırma problemi müdahalenin mantıksal olarak tasarlanmasını sağlamaya çalışan tutarlılık kriterini dikkate alarak, öğretmen adaylarına nasıl yardım edilebileceğini sorgular.

AP3. Öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgileri nasıl geliştirilebilir?

Bir müdahaleyi tasarlarırken, pratikliğinin araştırılması gerekir. İlk olarak, “müdahalenin tasarlandığı ve geliştirildiği ortamlarda kullanılabilir olmasının beklendiği” beklenen pratiklik belirlenmelidir. Bundan sonra, “müdahalenin tasarlandığı ve geliştirildiği ortamlarda kullanılabilir olduğu” gerçek pratikliğin de oluşturulması gerekmektedir (Nieveen, 2007, s. 94). Bu nedenle, müdahalenin pratikliği aşağıdaki araştırma sorusu ile ele alınmıştır:

AP4. Öğretim uygulaması alan ve uzmanlık alan bilgisini geliştirmede ne kadar uygundur?

Bir müdahale uygulandığında, etkinliği araştırılmalıdır, ancak yine beklenen etkililiği: "müdahalenin kullanılması istenen sonuçlara yol açması beklenir" ve gerçek etkililik: "müdahalenin kullanılması istenen sonuçlarla sonuçlanır" (Nieveen, 2007, s. 94). Bu nedenle, 3. Aşama öğretmen adaylarının sınıflardaki etkinliklerinin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Son araştırma soruları müdahaleyi değerlendirir:

AP5. Öğretmen adaylarının öğretmeyi öğrenme uygulamasına ilişkin görüş ve önerileri nelerdir?

AP6. Müdahale öğretmen adaylarının sınıflardaki etkinliklerinin desteklenmesinde ne kadar etkilidir?

4.2 Araştırma Süreci

Araştırma probleminin nasıl işlevselleştirildiği aşağıdaki aşamalarda tartışılmaktadır.

4.2.1 1.AŞAMA: Problem Tanımlama ve İhtiyaç Analizi

4.2.1.1 1.Döngü: Problemi Tanımlama

1.Aşamanın ilk döngüsünde kuramsal çerçeveyi belirlemek için literatür incelemesi yapılmıştır. Hiebert, Morris ve Glass'ın (2003) önerdiği model, ders analiz çerçevesi (Hiebert vd., 2007) ve öğretmek için matematik bilgisi modeli (Ball vd. 2008) tasarımın kuramsal çerçevesini oluşturmaktadır.

Öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeyi hedefleyen öğretim uygulamasının sağlıklı bir şekilde tasarlanabilmesi için matematiğin belirli bir konusu ile sınırlandırılması gerekmektedir. Literatür incelemesi sonucu ilköğretimden üniversiteye kadar her seviyedeki öğrencilerin karşılaştığı, problem çözümleri ve uygulamalar yaptığı (Bayazit, 2015) fonksiyonlar konusu seçilmiştir. Matematikteki önemine rağmen,

öğrencilerin fonksiyon kavramını anlamasına ilişkin literatür taraması, öğrencilerin zorluk yaşadığını göstermiştir (Akkoç, 2006; Hatisaru, 2013; Özmantar, Bingölbali, ve Akkoç, 2010; Sajka, 2003; Tall ve Bakar, 1991; Tall ve Vinner, 1981; Vinner, 1983, 2002; Vinner ve Dreyfus,1989). Öte yandan, öğretmen adaylarının fonksiyonlar hakkındaki bilgilerine odaklanan araştırmalar, birçok öğretmen adayının bilgisinin genellikle yetersiz olduğunu göstermiştir (Even, 1989, 1990, 1993; Hacıömeroğlu, 2006; Karahasan, 2010; Şandır, 2006).

4.2.1.2 2.Döngü: İhtiyaç Analizi

1.Aşamamın ikinci döngüsünde öğretmen adaylarının fonksiyonlar konusu ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgilerini değerlendirmek için hazırlanacak testlerin içeriğini belirlemek amacıyla yine kapsamlı bir literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir. Literatüre uygun olarak Alan Bilgisi Testi (ABT) ve Uzmanlık Alan Bilgisi Testi'nin (UABT) ilk tasarımı hazırlanmıştır. Uzman görüşü alındıktan sonra uygulanan testler hazırlanan derecelendirilmiş puanlama anahtarına göre nitel olarak değerlendirilmiş ve revize edilmiştir.

4.2.2 2.AŞAMA: Tasarım, Geliştirme ve Uygulama

Öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmelerine nasıl yardımcı olunabilir?

1. döngü öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerinin hangi konu alanı kapsamında inceleneceğinin belirlenmesiyle tamamlanmıştır. 2.döngü, öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerinin düzeylerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen Alan Bilgisi Testi ve Uzmanlık Alan Bilgisi Testi'nin (ilk tasarım) uygulanması ve nitel olarak değerlendirilmesi ile sonuçlanmıştır.

4.2.2.1 3.Döngü: İhtiyaç Analizi, Literatür Taraması, Tasarım ve Geliştirme

3.döngü testlerin ilk uygulamasının nitel olarak değerlendirilmesi sonucu öğretim uygulaması tasarımında ihtiyaç duyulan içeriklerin hazırlanması için ihtiyaç analizi ve literatür taraması ile başlamıştır. Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili eksik bilgileri, kavram yanlışları, matematiksel dilin kullanımı, matematiksel etkinlik tasarımları, öğretim programı bilgileri, öğrenci bilgileri, sınıf içi matematiksel söylem gibi başlıklar analiz edilerek ders planlarının ve içeriğinin hazırlanmasında ihtiyaç duyulan konu, kuram, örnek, senaryo ve benzeri literatürün kapsamlı incelenmesi ile belirlenmiştir.

4.2.2.2 4.Döngü: Tasarım ve Geliştirme

4. döngüde Covid 19 pandemisi nedeniyle yüz yüze eğitime ara verilmesinden dolayı tasarlanan ders planları (ikinci tasarım) uzaktan eğitime uyarlanmıştır. Ders planlarının yanı sıra ders sunumları (ilk tasarım) da hazırlanmıştır.

Ders sunumlarının tasarlanmasında Mayer'in (2009) söz ettiği, etkili bir çoklu ortamla öğrenme tasarımında yol gösterici tasarım ilkeleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu ilkeler Tablo 4.7'de gösterilmektedir.

Tablo 4.7: Çoklu ortamla öğrenmede tasarım ilkeleri (Mayer, 2009; akt. Kuzu, 2017).

Çoklu Ortam İlkeleri		
Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkeleri	Temel süreçleri Yönetme İlkeleri	Üretici Süreçleri Geliştirme İlkeleri
<ul style="list-style-type: none">• Tutarlılık• Dikkat çekme• Gereksizlik• Konumsal yakınlık• Zamansal yakınlık	<ul style="list-style-type: none">• Parçalara bölme• Ön – Alıştırma• Biçim	<ul style="list-style-type: none">• Çoklu ortam• Kişileştirme• Ses• Resim

Ders sunumları tasarlanırken yapılandırmacı öğrenme kuramının e-Öğrenme ortamlarına uyarlanmasında aşağıda yer alan öneriler de dikkate alınmıştır.

1. e-Öğrenme sürecinde öğrencilerin sürekli aktif olarak rol alacakları uygulamalar yaptırılmalı ve etkinlikler buna göre düzenlenmelidir.
2. Anlamli öğrenmenin oluşabilmesi için içeriğin tüm boyutları olabildiğince üst düzey etkileşim içermesi önemlidir.
3. Yapılandırmacı öğrenmeyi yönlendirmek için iş birliğine ve yardımlaşmaya dayalı etkinlikler tasarlanabilir.
4. Öğrenciler kendi öğrenme süreçlerini kontrol edebilmelidir.
5. Öğrencilerin öğrendikleri bilgileri yansıtabilecekleri uygulamalar ve ortamlar hazırlanmalıdır.
6. İçerik, bilgiyi anlamli kılacak şekilde yapılandırılmalıdır.

7. Öğrenciler süreçte sosyal olarak yer aldıklarını hissedebilecekleri bir yaşantı geçirebilmelidir. e-Öğrenme sürecinde bireysel ve topluluk olarak var olma, ancak farklı etkileşimlerin oluşması ile olasıdır (Ally, 2008; akt. Gülbahar, 2020).

Yukarıda bahsedilen öneri ve ilkeler temel alınarak ders sunumlarının ilk tasarımının yapılmasıyla 4. döngü tamamlanmıştır.

4.2.2.3 5.Döngü: Uygulama

Araştırmanın uygulaması 2020-2021 öğretim yılı bahar döneminde Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Programı'nda seçmeli olarak okutulan haftalık 3 saatlik bir derste gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, amaçlı örnekleme yöntemi ile derse kaydolan 15 öğretmen adaydır.

Derslerin başladığı ilk hafta öğretmen adayları araştırmanın amacı ve içeriği hakkında bilgilendirilmiş ve araştırmaya gönüllü olarak katılmak istediklerini Araştırmaya Gönüllü Katılım Formu 'nu onaylayarak belirtmişlerdir (bkz. EK A).

Katılımcıların onayları alındıktan sonra ABT ve UABT'nin (ikinci tasarım) uygulaması ön test olarak gerçekleştirilmiş ve nitel olarak değerlendirilmiştir.

Testlerin sonuçları göz önünde bulundurularak hazırlanmış olan ders planları (üçüncü tasarım) ve ders sunumları (ikinci tasarım) tekrar gözden geçirilerek revize edilmiştir.

4.2.2.4 6.Döngü: Uygulama

Ders kapsamında Hiebert, Morris ve Glass'ın (2003) önerdiği modele göre ders analiz çerçevesine uygun olarak hazırlanan ders planları doğrultusunda çevirim içi ders sunumları, içerikler ve etkinlikler tasarlanmıştır. Bu model, öğretmen adaylarının sınıflarda etkili matematik öğretmenleri olmaları için öğretmen hazırlığına yönelik iki temel ve kapsamlı öğrenme hedefine dayanmaktadır. Hedefler:

1. Matematiksel olarak yetkin olmak
2. Bir öğrencinin matematiksel olarak yetkin olmasına yardımcı olacak şekilde zaman içinde etkinliği artırarak öğretmeyi öğrenecek bilgi, yeterlilik ve eğilimleri geliştirmektir.

Birinci hedef uyarınca matematiksel yetkinliğin her bir bileşeni (kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik, uyarlamalı akıl yürütme ve üretken eğilim) için dersler tasarlanırken Kavramsal Anlama, İşlemsel Akıcılık, Stratejik Yetkinlik, Uyarlamalı Akıl Yürütme başlıkları altında fonksiyon konusuna odaklanılmıştır.

Ayrıca ders analizi için gerekli analitik becerilerden ikincisi olan " ders sırasında hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirme" becerisini geliştirmek için bu derslerde öğretmen adaylarının

- Kavramsal anlayış ve işlemsel akıcılık geliştirirken, akıl yürütme ve problem çözme teşvik eden etkinlikler seçmeleri
- Çeşitli çözüm stratejilerini karşılaştırırken ve analiz ederken matematiksel temsiller arasında bağlantı kurmaları,
- Sınıfta zengin bir matematiksel söylem için ortam oluşturmaları yani tüm öğrencilerin matematik öğrenimini destekleyecek şekilde öğrencilere birbirleriyle konuşma, soru sorma ve yanıt verme fırsatları vermeleri,
- Matematiksel söylemi geliştirmek için amaçlı sorular sormaları,
- Kullanılabilir tanımlar seçmeleri ve geliştirmeleri,
- Matematiksel simge ve dili kullanmaları,
- Öğrencinin akıl yürütmesini bilmeleri ve kavram yanlışlarını fark etmeleri hedeflenmiştir.

Dersler ders analiz çerçevesine göre planlanmıştır. Her bir ders için hedefler belirlenirken öğretmen adaylarının ABT ve UABT'ne verdikleri yanıtlar dikkate alınmıştır. Literatür taraması sonucu içerik belirlenmiş, öğretmen adaylarının hedeflere ne ölçüde ulaştığını belirlemek amacıyla etkinlikler tasarlanmıştır. Derslerde uygulanan etkinliklerin etkililiği üzerine hipotezler oluşturulmuş ve son olarak hipotezler test edilmiştir. Uygulanan derslere ait hedefler, içerikler ve etkinlikler bulgular bölümünde sunulmuştur.

4.2.3 3.AŞAMA: Tasarım, Uygulama ve Değerlendirme

4.2.3.1 7. Döngü: Tasarım, Uygulama ve Değerlendirme

Matematiksel olarak yetkin olma hedefine yönelik tasarlanan dersler tamamlandıktan ve ABT ile UABT ön test ve son test olarak uygulandıktan sonra öğretmen adaylarının öğretimlerini analiz etmeleri için gerekli olan diğer üç beceri ise ikinci hedef ile ilgili olarak Öğretim Deneyi başlıklı derste öğretmen adaylarına açıklanmıştır. Bu ders ile öğretmen

adaylarının ders için açık hedefler belirlemeleri ve planlanan öğretim etkinliklerini beklenen öğrenme sonuçları ile ilişkilendiren hipotezler oluşturmaları hedeflenmiştir.

Öğretmen adayları ile birinci beceri olan "öğrenciler için öğrenme hedefleri belirlemeyi " anlamlandırmaları için örnek senaryolarda geçen hedefleri ve bu hedeflerin alt kavramlarını açıklamalarının istendiği grup çalışmaları ve bireysel olarak ders analiz etme gibi etkinlikler gerçekleştirilmiştir.

Öğretmen adaylarının üçüncü beceri olan "dersin neden işe yarayıp yaramadığına dair hipotezler belirleme" becerisini anlamlandırmaları için örnek bir ders planındaki hipotezleri incelemeleri, yorumlamaları ve tartışmaları istenmiştir.

Matematiksel Yetkinlik ve Öğretim Deneyi dersleri ile öğretmen adaylarının derslerini planlarken ihtiyaç duyacakları ilk üç beceri ayrıntılı olarak işlendikten sonra öğretmen adaylarından ilk taslak ders planlarını hazırlamaları istenmiştir. 15 öğretmen adayı kendi tercihleri doğrultusunda 5 gruba ayrılmıştır. Her grup 10. sınıf Fonksiyon Kavramı ve Gösterimi ünitesi ile ilgili bir kazanım seçerek bu kazanıma uygun bir ders planı hazırlamıştır.

Gruplardaki öğretmen adaylarının dağılımı ve seçtikleri kazanımlar aşağıdaki Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8: Öğretmen adaylarının gruplara dağılımı ve seçtikleri kazanımlar.

Gruplar	Öğretmen Adayları	Kazanım Açıklaması
1. Grup	Ö4, Ö6, Ö15	Fonksiyon kavramı açıklanır.
2. Grup	Ö9, Ö13	Fonksiyonların grafiklerini çizer.
3. Grup	Ö1, Ö7, Ö8, Ö10	Fonksiyonların grafiklerini yorumlar.
4. Grup	Ö2, Ö3, Ö5	İki fonksiyonun eşitliği örneklerle açıklanır.
5. Grup	Ö11, Ö12, Ö14	f ve g fonksiyonları kullanılarak $f+g$, $f-g$, $f.g$, f/g işlemleri yapılır, ancak parçalı tanımlı fonksiyonlarda bu işlemlere girilmez.

4.2.3.2 8. Döngü: Değerlendirme

Grupların seçtikleri kazanımlara göre hazırladıkları ilk taslak planlar ders sunumu aşamasına gelene kadar ilk olarak tüm katılımcılarla sonrasında ise tek tek gruplarla birlikte en az üç kez gözden geçirilmiş, düzeltilmiş ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Öğretmen adayları aynı zamanda ders planları doğrultusunda uzaktan eğitime yönelik ders sunumları da hazırlamışlardır. Ders sunumlarını önce arkadaşları ile paylaşan öğretmen adayları gelen öneri ve eleştirilere göre sunumlarını revize etmişlerdir. Ders sunumundan önce son kez araştırmacı ile birlikte sunumlar incelenmiştir.

4.2.3.3 9.Döngü: Uygulama

Her gün tek bir grup, araştırmacının görev yaptığı lisede öğrenim gören, velilerinden izin alınarak araştırmaya gönüllü olarak katılan 9. sınıf öğrencilerine zoom platformu üzerinden sunumları ile planladıkları dersi işlemiştir ve her dersin sonunda o gruptaki öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmıştır. İşlenen dersler kaydedilmiştir.

Araştırmanın uygulama aşamaları aşağıdaki Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9: Araştırmanın uygulama aşamaları.

Tarih	Yöntem	Sonuç
11 Mayıs	Öğretim Deneyi Ders Sunumu	Öğretmen Adaylarının Ders Planları (ilk tasarım)
25 Mayıs	Öğretmen adaylarının ders planlarının araştırmacı tarafından değerlendirilmesi	Öğretmen Adaylarının Ders Planları (ikinci tasarım)
1 Haziran	Öğretmen adaylarının ders planlarının diğer öğretmen adayları tarafından değerlendirilmesi	Öğretmen Adaylarının Ders Planları (üçüncü tasarım)
12 Haziran – 2 Temmuz	Öğretmen Adaylarının Ders Planlarını Uygulamaları	Öğretmen Adaylarının Ders Planları (dördüncü tasarım)

4.2.3.4 10.Döngü: Değerlendirme

Öğretmen adayları öğretmeyi öğrenme uygulaması değerlendirme formu ile uygulamayı değerlendirirken ders sunumları sonrası ders planlarını revize ederek kendi öğretimlerini de analiz edip değerlendirmişlerdir. 10. döngü ile tasarımın makro döngüsü tamamlanmıştır.

4.3 Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları 2020-2021 öğretim yılı bahar döneminde Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören 3. sınıf öğrencileridir. Katılımcılar, amaçlı örnekleme stratejilerinden kolay ulaşılabilir (uygun) örnekleme tekniği ve ölçüt örnekleme tekniği (Patton, 2018, s.238-242) ile seçilen 15 öğretmen adaydır. Örneklemin belirlenmesinde ölçüt olarak araştırma ile matematik ve genel eğitim bilimleri dersleri ile öğretmenlik uygulaması dersleri arasında köprü görevi görecektir bir öğretim uygulaması tasarlamak amaçlandığından öğretmen adaylarının alan ve eğitim bilimleri derslerinin bir kısmını almış olmaları ve öğretmenlik uygulaması öncesi öğrenci düşüncesine odaklanan ders planları geliştirmeleri amacıyla araştırmanın katılımcıları 3. sınıf öğretmen adayları olarak belirlenmiştir. 15 öğretmen adayının 9'u kadın 6'sı erkektir. Öğretmen adayları Ö1, Ö2, ..., Ö15 şeklinde adlandırılmıştır.

4.4 Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri ABT (Alan Bilgisi Testi), UABT (Uzmanlık Alan Bilgisi Testi), öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları, online derslerin kayıtları ve uygulama sonrası yapılan değerlendirme formu ile elde edilmiştir. Araştırma sürecinde uygulanan tüm veri toplama işlemlerinin araştırmanın alt problemlerine göre dağılımları aşağıdaki Tablo 4.10'da sunulmuş ve ardından her bir veri toplama aracı başlıklar altında ele alınmıştır.

4.4.1 Alan Bilgisi Testi (ABT)

Öğretmen adaylarının 10. sınıf "Fonksiyon Kavramı ve Gösterimi" ünitesi kapsamında, fonksiyon kavramı ve gösterimine ilişkin alan bilgilerini belirlemek ve tasarlanan Öğretmeyi Öğrenme Uygulamasının (ÖÖU) öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili alan bilgilerine etkisini incelemek için Alan Bilgisi Testi (ABT) geliştirilmiştir. ABT ilk tasarımda 25 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Araştırmacı tarafından literatür taraması yapılarak hazırlanan sorular belirtke tablosu ile birlikte uzman görüşü alınarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Tablo 4.10: Araştırmanın alt problemleri ve veri toplama işlemleri.

Araştırmanın Alt Problemleri	Veri Toplama Araçları
AP 1: Öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili alan ve pedagojik alan bilgilerini değerlendirmek için göz önünde bulundurulacak kriterler nelerdir?	Alan Bilgisi Testi (ABT) Ön test Uzmanlık Alan Bilgisi Testi (UABT) Ön test
AP 2: Öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili alan ve pedagojik alan bilgileri hangi düzeydedir?	
AP 3: Öğretmen adaylarının alan ve pedagojik alan bilgileri nasıl geliştirebilir?	Alan Bilgisi Testi (ABT) son test Uzmanlık Alan Bilgisi Testi (UABT) son test
AP 4: Öğretim uygulaması alan ve pedagojik alan bilgisini geliştirmede ne kadar uygundur?	Ders Planı Değerlendirme Formu
AP 5: Öğretmen adaylarının öğretmeyi öğrenme uygulamasına ilişkin görüş ve önerileri nelerdir?	Değerlendirme formu
AP 6: Öğretim uygulaması öğretmen adaylarının sınıflardaki etkinliklerinin desteklenmesinde etkisi nedir?	Ders kayıtları

Araştırmanın ABT uygulaması, 2019-2020 öğretim yılı güz döneminde Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Programı'nda 4. sınıfta öğrenim gören 13 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar amaçlı örneklem yöntemi ile belirlenmiştir. Uygulamaya katılan öğretmen adaylarının sayısı ve demografik özellikleri aşağıdaki Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11: ABT (ilk tasarım) uygulamasına katılan öğrencilerin demografik özellikleri.

Testler	Kadın	Erkek	Toplam
Alan Bilgisi Testi	7	6	13

Öğrencilerin kağıtları 1’den 13’e kadar rastgele numaralandırılmıştır. Öğrencilerin cevapları matematiksel yetkinliğin dört bileşeni çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 4.12’de alan bilgisi testindeki maddelerin matematiksel yetkinlikler ve fonksiyonlar ünitesinin alt konu başlıkları arasında nasıl dağıldığı gösterilmektedir.

Tablo 4.12: Alan bilgisi testi maddeleri.

Matematiksel Yetkinlikler	Temel Alt Kavramlar	Maddeler
Kavramsal Anlama	Fonksiyon tanımı	1, 2, 3, 6
	Fonksiyonların temel özellikleri (keyfilik ve tek değerlilik gereksinimi)	5
	Fonksiyonun grafik temsili	4, 7
	Fonksiyonun tanım ve görüntü kümeleri	8
İşlemsel Akıcılık	Fonksiyon türleri	10
	Fonksiyonun tanım ve görüntü kümeleri	9, 11, 12, 13, 18
	Fonksiyonlarda dört işlem	14, 15, 16
	Fonksiyonun grafiği	17, 18, 19
	Parçalı fonksiyon	20
Stratejik Yetkinlik	Gerçek hayat problemleri	20
	Gerçek hayat problemleri, Fonksiyonun grafiği	21, 22, 23, 24
Uyarlamalı Akıl Yürütme	Fonksiyon tanımı	25

Öğretmen adaylarının bazı soruları boş bırakmaları ya da yüzeysel açıklamalarla yetinmeleri testin gerektiğinden uzun ve sıkıcı olabileceğini düşündürdüğünden aynı yeterliliği ölçen ya da ayırt ediciliğinin olmadığı görülen bazı sorular testten çıkarılmıştır. Alan bilgisi testinin uygulamaya hazır hali (bkz. Ek B) 20 sorudan oluşmaktadır. Testi oluşturan soruların kaynakları ve gerekçeleri aşağıdaki Tablo 4.13’te sunulmuştur.

Tablo 4.13: Alan bilgisi testi sorularının ilişkili olduğu temel alt kavramlar, kaynaklar ve gerekçeler.

Soru	Temel Alt Kavramlar	Kaynak	Gerekçe
1	Fonksiyon tanımı	Even (1989), Wilson (1994), Hacıömeroğlu (2006) Karahasan (2010)	Öğretmen adayları, fonksiyonların tanım kümesindeki her elemanın değer kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşlenmesi şartını dikkate alırken en önemli ikinci özelliği olan keyfilik özelliğini gözden kaçırmaktadır (Even 1989; Hacıömeroğlu, 2006).
2	Fonksiyon tanımı	Hacıömeroğlu (2006)	Öğretmen adayları genellikle cebirsel örnekler vermektedir. Grafik örneği verdiklerinde de dikey doğru testine göre fonksiyon olmayan grafikler çizmektedirler (Hacıömeroğlu, 2006).
3	Fonksiyon tanımı	Araştırmacı	Tanım ve değer kümelerinin elemanları arasındaki ilişkiler sayısal bir ilişkiden ibaret olmak zorunda değildir (Bayazit ve Aksoy, 2013).
4	Fonksiyonun farklı temsillerle gösterimi	Araştırmacı	Cebirsel gösterimde verilen bir fonksiyonun Venn-şeması, sıralı ikililer ve grafiksel olarak gösterimi öğrencilerdeki kavramsal bilginin gelişimine büyük katkılar sağlayacaktır (Bayazit, 2015).
5	Fonksiyonların temel özellikleri (keyfilik ve tek değerlilik gereksinimi)	Aydın ve Köğce (2008)	Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun fonksiyon kavramını tanımlamada yetersiz oldukları ve formal bir tanımlama yapamadıkları sonucuna varılmıştır (Aydın ve Köğce, 2008).
6	Fonksiyon tanımı	Aydın ve Köğce (2008)	Öğretmen adaylarının fonksiyon ve denklem kavramlarını tanımlamakta zorlandıkları, ilişkilendiremedikleri ve hatta çoğunluğunun fonksiyonları denklemlerin bir alt kümesi olarak gördükleri sonucuna varılmıştır (Aydın ve Köğce, 2008).
7	Fonksiyon grafiği	Bayazit (2015)	y 'yi x 'in fonksiyonu olarak düşündüğümüzde grafik bir fonksiyon belirtmez ancak ortamda farklı bir durum daha vardır ki, bu da x 'in y 'nin fonksiyonu olabileceğidir (Bayazit, 2015).
8	Fonksiyonlarda dört işlem	Araştırmacı	Fonksiyonlarda dört işlem konusu ile ilgili kavramsal bilgilerin ölçülmesi amaçlanmaktadır.
9	Fonksiyon türleri	Araştırmacı	Öğretmen adaylarının işlemsel akıcılığını ölçmek için.
10	Fonksiyon türleri	Araştırmacı	Fonksiyon türlerinden örten ve içine fonksiyona ilişkin kavramsal bilgilerin ölçülmesi amaçlanmaktadır.

Tablo 4.13 (devam)

11	Fonksiyon türleri	MEB Fen Lisesi Matematik 10 Ders Kitabı (2019)	Öğretmen adaylarının işlemsel akıcılığını ölçmek amaçlanmaktadır.
12	Fonksiyonlarda dört işlem	MEB Fen Lisesi Matematik 10 Ders Kitabı (2019)	Fonksiyonlarda dört işlem konusu ile ilgili kavramsal bilgilerin ölçülmesi amaçlanmaktadır.
13	Fonksiyonlarda dört işlem	MEB Fen Lisesi Matematik 10 Ders Kitabı (2019)	Öğretmen adaylarının işlemsel akıcılığını ölçmek amaçlanmaktadır.
14	Fonksiyon grafiği Fonksiyonun tanım ve görüntü kümeleri	MEB Fen Lisesi Matematik 10 Ders Kitabı (2019)	Grafik gösteriminde, birçok öğrenci tanım ve değer aralığını belirlemede zorlanırlar. Ek olarak, görüntü kümesini değer kümesinin bir alt kümesi olduğunu anlamakta güçlük çekerler (Markovits vd., 1986).
15	Fonksiyon grafiği Fonksiyonun tanım ve görüntü kümeleri	Bayazit ve Aksoy (2013)	Bir fonksiyon grafiğinin düzgün ve sürekli bir eğri veya doğru olması gerektiği gibi yanlış bir düşünce öğrenciler arasında oldukça yaygındır (Vinner, 1983; Tall ve Bakar, 1992; Janiever, 1998; akt. Bayazit, 2015).
16	Gerçek hayat problemleri	Üç Dört Beş Yayınları TYT Soru Bankası (2020)	Stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme
17	Fonksiyon grafiği Gerçek hayat problemleri	Üç Dört Beş Yayınları TYT Soru Bankası (2020)	Stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme
18	Fonksiyon grafiği Gerçek hayat problemleri	MEB Fen Lisesi Matematik 10 Ders Kitabı (2019)	Stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme
19	Fonksiyon grafiği Gerçek hayat problemleri	MEB Fen Lisesi Matematik 10 Ders Kitabı (2019)	Stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme
20	Fonksiyonun tanımı	Hatisaru (2013) Even (1989) Hitt, (1998) Tall ve Bakar (1991)	Pek çok öğrenci fonksiyon kavramının tanımını belirli bir temsile uygulayamaz (Vinner, 2002).

4.4.1.1 Alan Bilgisi Testinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Geçerlik, test ile bireyin ölçülmek istenen özelliğinin başka özelliklerle karıştırılmadan ne derece doğru ölçülebildiğiyle ilgilidir (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014). Literatürde yer alan pek çok farklı geçerlik ölçütü ölçme amacına göre ön plana çıkabilir. Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramına ilişkin alan bilgilerinin belirlenmesinin amaçlandığı araştırmada ABT kapsam geçerliliği ölçütüne göre incelenmiştir. Ölçme aracı ölçmek istediği özelliklerin (hedef, konu, ünite veya içeriği) tümünü kapsıyorsa bu kapsam geçerlidir. Kapsam geçerliği bir bütün olarak testin ve testteki her bir maddenin amaca ne derece hizmet ettiği. Testin geçerliği için öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesinin kazanımlarına uygun olup olmadığı, matematiksel yetkinliğin dört bileşenin (kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme) ölçülmesine yönelik olup olmadığı ve soruların ifade tarzlarının uygun olup olmadığı konusunda uzman görüşü almak için Alan Bilgisi Testi Uzman Değerlendirme Formu ve Belirtke Tablosu hazırlanmış ve EK C’de sunulmuştur.

Açık uçlu sorulardan oluşan ABT nitel olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle testin güvenirliliği nitel araştırmalardaki perspektiflere göre ele alınmıştır. Uzman görüşü alındıktan sonra testin ilk tasarımı aşağıda listelenen amaçlar doğrultusunda 13 öğretmen adayına uygulanmıştır.

- Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili alan bilgilerini ölçüp ölçmediğinin belirlenmesi
- Soruların anlaşılır, açık ve net olup olmadığının belirlenmesi,
- Testin uygulama süresi hakkında bilgi sahibi olunması,
- Değerlendirme ölçeklerinin hazırlanması,
- Testin güvenirlilik çalışmalarının yapılması.

13 öğretmen adayına uygulanan testten elde edilen veriler her soru için araştırmacı ve tez danışmanı tarafından incelenip ayrı ayrı kodlamaları yapılmıştır.

Araştırmacı ve tez danışmanının yaptığı kodlamalar Miles ve Huberman’ın (1994, s. 64)

$$\text{Güvenirlilik} = (\text{Görüş Birliği}) / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})$$

formülü ile hesaplanmış, araştırmacı ve tez danışmanı arasındaki uyum %94 bulunmuştur.

4.4.2 Uzmanlık Alan Bilgisi Testi (PABT)

Uzmanlık Alan Bilgisi Testi (UABT) ile öğretmen adaylarının 10. sınıf "Fonksiyon Kavramı ve Gösterimi" ünitesi kapsamında, uzmanlık alan bilgilerinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. UABT ilk tasarımda 13 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Araştırmacı tarafından literatür taraması yapılarak hazırlanan sorular uzman görüşü alınarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Tablo 4.14'te öğretmek için matematik bilgisinin uzmanlık alan bilgisi kapsamında fonksiyonlar ünitesinin alt konu başlıklarının test maddelerine nasıl dağıldığı gösterilmiştir.

Tablo 4.14: Uzmanlık alan bilgisi testi maddeleri.

Öğretme Bilgisi	Temel Alt Kavramlar	Maddeler
Kavram yanlışlıkları	Fonksiyonun grafiği	12
Öğrenci zorlukları	Fonksiyon kavramı	2
Matematiksel simge ve dili kullanma	Fonksiyon türleri	4, 5
Öğretmenin rolü	Tek ve çift fonksiyonlar	6
	Fonksiyonun grafiği	9
Kullanılabilir tanımlar seçme ve geliştirme	Fonksiyon kavramı	1
Belirli bir matematiksel noktaya dikkat çekmek için bir örnek bulma	Fonksiyonlarda dört işlem	8
	Eşit fonksiyonlar	7
Öğrencinin akıl yürütmesini bilme	Fonksiyon kavramı	3
	Fonksiyonun tanım ve görüntü kümeleri	10, 11
	Fonksiyonun grafiği	10, 11, 13

Araştırmanın UABT ilk tasarım uygulaması, 2019-2020 öğretim yılı güz döneminde Türkiye'deki bir devlet üniversitesinde Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü,

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Programı'nda 4. sınıfta öğrenim gören 7 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar amaçlı örneklem yöntemi ile belirlenmiştir. Uygulamaya katılan öğretmen adaylarının sayısı ve demografik özellikleri aşağıdaki Tablo 4.15'te sunulmuştur.

Tablo 4.15: UABT (ilk tasarım) uygulamasına katılan öğrencilerin demografik özellikleri.

Testler	Kadın	Erkek	Toplam
Uzmanlık Alan Bilgisi Testi	5	2	7

Öğrencilerin kağıtları 1'den 7'ye kadar rastgele numaralandırılmıştır. Öğrencilerin cevapları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak uzmanlık alan bilgisi testinin gerek uygulama süresi açısından gerekse anlaşılabilirlik açısından esas uygulamaya uygun olduğuna karar verilmiştir.

Uzmanlık alan bilgisi testinin uygulamaya hazır hali (bkz. Ek D) 14 sorudan oluşmaktadır. Testi oluşturan soruların kaynakları ve gerekçeleri aşağıdaki Tablo 4.16'da sunulmuştur.

Tablo 4.16: Uzmanlık alan bilgisi testi sorularının ilişkili olduğu temel alt kavramlar, kaynaklar ve gerekçeler.

Soru	Temel Alt Kavramlar	Kaynak	Gerekçe
1	Fonksiyon kavramı	Even (1989), Wilson (1994), Hacıömeroğlu (2006)	Öğretmen adayları, fonksiyonların tanım kümesindeki her elemanın değer kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşlenmesi şartını dikkate alırken en önemli ikinci özelliği olan keyfilik özelliğini gözden kaçırmaktadır (Even 1989; Hacıömeroğlu, 2006). Tanım ve değer kümelerinin elemanları arasındaki ilişkiler sayısal bir ilişkiden ibaret olmak zorunda değildir (Bayazit ve Aksoy, 2013).
2	Fonksiyon kavramı	Even (1989), Hacıömeroğlu (2013)	Öğretmen adaylarının çoğu, tüm fonksiyonların bir formül kullanılarak oluşturulabileceğini düşünmektedir (Even, 1989).
3	Fonksiyon kavramı	Hacıömeroğlu (2013)	Öğrencilerden fonksiyon örneği vermelerini istediğinizde genellikle cebirsel fonksiyonları yazarlar (Hacıömeroğlu, 2013).
4	Fonksiyon türleri	Araştırmacı	Matematiksel dili doğru kullanamayan öğretmenlerin yetiştirdikleri öğrencilerde kavramsal ve işlemsel yanlışların olması beklenebilir (Yeşildere, 2007).

Tablo 4.16 (devam)

5	Fonksiyon türleri	Araştırmacı	Sembollerde var olan mananın anlaşılması öğrencilerin fonksiyon düşüncesini anlamalarında belirleyici olmaktadır (Bayazit, 2015).
6	Tek ve çift fonksiyonlar	Araştırmacı	Öğretmen adaylarının fonksiyonların alt kavramlarına yönelik öğrencilerin kavramsal ve
7	Eşit fonksiyonlar	Araştırmacı	işlemsel bilgilerini değerlendirmek ve belirli bir matematiksel noktaya dikkat çekmek için bir örnek bulmaları istenmektedir.
8	Fonksiyonlarda dört işlem	Araştırmacı	
9	Fonksiyon grafiği	Araştırmacı	Öğrenciler arasında bir fonksiyon grafiğinin x ve y eksenlerinin her ikisini de kesen bir doğru olması gerektiği şeklinde bir yanlış algı vardır (Markovits, Eylon ve Brukheimer, 1986).
10	Fonksiyon grafiği	Markovits vd. (1986)	Grafik gösteriminde, birçok öğrenci tanım ve değer aralığını belirlemede zorlanırlar. Ek olarak, görüntü kümesini değer kümesinin bir alt kümesi olduğunu anlamakta güçlük çekerler (Markovits vd., 1986).
11	Fonksiyon grafiği Fonksiyonun tanım ve görüntü kümeleri	Markovits vd. (1986)	Pek çok öğrenci, grafik gösterimde x ekseninin tanım kümesini ve y ekseninin değer kümesini temsil ettiğini bilirken buna karşılık grafik üzerindeki noktanın (apsis, ordinat) sıralı ikililerinin fonksiyonu temsil ettiğini fark etmez (Markovits vd., 1986).
12	Fonksiyon grafiği Fonksiyonun tanım ve görüntü kümeleri	Bayazit (2015)	Az sayıda da olsa bir kısım öğrenciler bu soruda verilen şekilde görüldüğü gibi bir fonksiyonun, grafiğin x-ksenini kestiği noktadaki elemanı (x_1) y-ksenini kestiği noktadaki elemana (y_1) eşlediğini düşünmektedir (Goldenberg, 1988; akt. Bayazit, 2015).
13	Fonksiyon grafiği	mathshell.org Araştırmacı	Öğretmen adaylarından öğrencinin kavram yanılgısını belirleyip uygun şekilde gidermeleri beklenmektedir.
14	Fonksiyon Kavramı	Araştırmacı	Öğretmen adaylarından fonksiyonlar ünitesi ile ilgili konuları öğretim programı ve konu alanı kapsamında bilmeleri beklenmektedir.

4.4.2.1 Uzmanlık Alan Bilgisi Testinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramına ilişkin uzmanlık alan bilgilerinin belirlenmesinin amaçlandığı araştırmada UABT kapsam geçerliliği ölçütüne göre incelenmiştir. Ölçme aracı ölçmek istediği özelliklerin (hedef, konu, ünite veya içeriği) tümünü kapsıyorsa bu kapsam geçerlidir. Kapsam geçerliği bir bütün olarak testin ve testteki her bir maddenin amaca ne derece hizmet ettiği. Testin geçerliği için öğretmen

adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesinin kazanımlarına uygun olup olmadığı, uzmanlık alan bilgisinin gerektirdiği görevlerin ölçülmesine yönelik olup olmadığı ve soruların ifade tarzlarının uygun olup olmadığı konusunda uzman görüşü almak için Uzmanlık Alan Bilgisi Testi Uzman Değerlendirme Formu ve Belirtke Tablosu hazırlanmış ve EK E’de sunulmuştur.

Açık uçlu sorulardan oluşan UABT nitel olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle testin güvenilirliği nitel araştırmalardaki perspektiflere göre ele alınmıştır. Uzman görüşü alındıktan sonra testin ilk tasarımı aşağıda listelenen amaçlar doğrultusunda 7 öğretmen adayına uygulanmıştır.

- Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili uzmanlık alan bilgilerini ölçüp ölçmediğinin belirlenmesi
- Soruların anlaşılır, açık ve net olup olmadığının belirlenmesi,
- Testin uygulama süresi hakkında bilgi sahibi olunması,
- Değerlendirme ölçeklerinin hazırlanması,
- Testin güvenilirlik çalışmalarının yapılması.

7 öğretmen adayına uygulanan testten elde edilen veriler her soru için araştırmacı ve tez danışmanı tarafından incelenip ayrı ayrı kodlamaları yapılmıştır. Araştırmacı ve tez danışmanının yaptığı kodlamalar Miles ve Huberman’ın (1994, s. 64)

$$\text{Güvenirlilik} = (\text{Görüş Birliği}) / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})$$

formülü ile hesaplanmış, araştırmacı ve tez danışmanı arasındaki uyum %94 bulunmuştur.

4.4.2.2 Ders Kayıtları

Öğretmeyi öğrenme uygulaması uzaktan eğitim sürecinde uygulandığından öğretmen adayları ile yapılan bütün dersler Microsoft Teams uygulaması aracılığı ile, öğretmen adaylarının 9. sınıf öğrencileri ile yaptığı dersler ise Zoom platformu üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bütün dersler kayıt altına alınmıştır.

4.4.2.3 Ders Planı Değerlendirme Formu

Öğretim deneyi dersinin sonunda öğretmen adayları kendi tercihleri doğrultusunda 5 gruba ayrılmıştır. Her gruptan 10. sınıf Fonksiyon Kavramı ve Gösterimi ünitesi ile ilgili bir

kazanım seçmeleri ve bu kazanıma uygun bir ders planını aşağıdaki formata uygun olarak hazırlamaları istenmiştir.

- Konu:
- Süre:
- Dersin Hedefi: Öğretim hedefinizi açık ve net bir şekilde ifade ediniz.
- Alt Kavramlar: Varsa alt hedeflerinizi açık ve net bir şekilde ifade ediniz.
- Ders İçeriği: Ders sırasında hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirmek için öğrencilerinize ne sorarsınız ya da onların fikirlerini öğrenmek için ne yaparsınız?
- Öğretimin öğrencilerin öğrenimi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturunuz.

Grupların seçtikleri kazanımlara göre hazırladıkları ilk taslak planları ders sunumu aşamasına gelene kadar ilk olarak tüm katılımcılarla sonrasında ise tek tek gruplarla birlikte en az üç kez gözden geçirilmiş, düzeltilmiş ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarını derslerini işlemeden önce değerlendirebilmeleri amacıyla EK F’de sunulan bir değerlendirme formu tasarlanmıştır. Form tasarlanırken ders analiz çerçevesi kullanılmıştır. Çerçevede yer alan her bir beceri için göz önünde bulundurulacak kriterler belirlenmiştir. Ders analiz çerçevesinden yararlanılarak oluşturulan kriterler aynı zamanda öğretmen adayları derslerini işledikten sonra ders planlarını değerlendirmeleri amacıyla da kullanılmıştır. Sözü geçen kriterler aşağıda Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4.17: Dersin uygulanmasından sonra değerlendirilmesi için kriterler.

Dersi planlamadan önce ne yapılabilirdi?

- Öğrencilerin ön bilgileri belirlenebilir.
- Öğrencinin matematik dersine yönelik tutumları belirlenebilir.
- Öğrencilerin matematik dersinden beklentileri belirlenebilir.

Dersin hedefleri nasıl belirlenmeliydi?

- Hedef ön bilgilerle ilişkilendirilmeli. Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgiler tanımlanmalı. Öğrencilerin ön bilgilerine göre eksik bilgiler tamamlanacak, yanlış bilgiler düzenlenecek şekilde hedefler belirlenebilir.
 - Hedefler açık ve net ifade edilmeli.
 - Hedefler matematiksel yetkinlikleri (kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik, uyarlamalı akıl yürütme, üretken eğilim) kapsayacak şekilde oluşturulmalı.
 - Hedef öğretim programına dayanmalı.
 - Öğrenciler hedeften haberdar edilmeli.
 - Öğretim hedefi ders planına rehberlik etmeli.
-

Tablo 4.17 (devam)

Ders sırasında hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı nasıl değerlendirilmeliydi?

- Kullanılabilir tanımlar seçilmeli ve geliştirilmeli. Öğrencinin tepkisi gözlenmeli.
- Matematiksel simge ve dil kullanılmalı. Öğrencinin tepkisi gözlenmeli.
- Etkinlik tasarlama
- Derse giriş için etkili bir problem seçilmeli. Öğrencilerin problemin çözümü üzerinde çalışarak kavramsal anlamaları gerçekleştirilmeli. Öğrenciler bilgiyi kendileri keşfetmeli.
- Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgiler matematiksel görev ve matematiksel amaçla ilişkilendirilmeli.
- Öğrencilerin doğru çözümleri ve hatalı çözümleri öngörülmesi.
- Öğrencinin akıl yürütmesi bilinerek kavram yanılgıları fark edilmeli.
- Kavramsal anlayış ve işlemsel akıcılık geliştirirken, akıl yürütme ve problem çözmeyi teşvik eden etkinlikler seçilmeli.
- Öğrencilerin problemi çözerken kullanabileceği doğru stratejiler/yaklaşımlar belirtilmeli.
- Öğrenci düşünmesini değerlendirip ilerletecek sorular sorulmalı.
- Sınıf tartışması için öğrenci çözümlerinin amaçlı olarak seçilmesi, çözümlerin tartışma sırasının belirlenmesi ve öğrencilerin problem üzerinde çalışmalarını veya düşüncelerini ortaya çıkaracak amaçlı sorular sorulmalı.
- Dersteki matematiksel fikirleri belirginleştirecek tartışma düzenlenmeli.

Öğretimin öğrencilerin öğrenimi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler nasıl oluşturmalı? Öğretim öğrencilerin öğrenmesine nasıl yardımcı oldu (veya olmadı)?

- Hipotezler öğrenme sürecinde beklenen başlıca kritik eylemlerle ilgili olmalı.
- Hipotezler, öğretici olayın amaçlanan öğrenmeyi nasıl etkilediğine dair iddialar olmalı.
- Hipotezler, sonraki öğretim bölümlerinde test edilebilecekleri kadar ayrıntılı ve özgüllükle ifade edilmeli.
- Hipotezler öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmaları hakkında yapılmalı.
- Hipotezler, öğretme ve öğrenme arasındaki bağlantıları açıklığa kavuşturmak, gerekçelendirmek, test etmek ve iyileştirmek için yeterli ayrıntıyla belirtilmeli.
- Belirli öğrenme hedeflerine uygun, iyi desteklenen ilkelere başvurulmalı.

Öğretimde İyileştirmeler Önermek için Analizi Kullanma: Öğretim, Öğrencilerin Öğrenmesine Nasıl Daha Etkili Bir Şekilde Yardımcı Olabilir?

- Daha etkili bir öğretim için hedeflerimi nasıl belirlemeliyim?
 - Öğrenciler dersi öğrendi mi?
 - Ders içi etkinliklerim öğrencilerin öğrenmesinde etkili oldu mu? Nasıl daha etkili olabilir?
 - Ders içi etkinliklerim öğrencilerin düşüncelerine erişebilmemi sağladı mı?
 - Tasarladığım sınıf içi tartışmalar amacına ulaştı mı?
 - Başlangıçta belirlediğim hipotezlerimin ne kadarını gerçekleştirdim?
 - Farklı sorular, problemler eklemeli miyim?
-

4.4.2.4 Ders Planı Değerlendirme Formu Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Hazırlanan ders planı değerlendirme formu için uzman görüşü alınmıştır. Ayrıca formlar doldurulduktan sonra öğretmen adayları ile çevirim içi ders esnasında görüşülmüş ve görüşmeler kaydedilmiştir.

4.4.3 Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması Değerlendirme Formu

Ders sunumları sonrası bütün videolar paylaşılıp, ders planları revize edilip süreç tamamlandıktan sonra öğretmen adaylarının sürece ilişkin görüşlerini almak amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan bir anket hazırlanmıştır. Ankette, öğretmen adaylarının ders planı hazırlama sürecinin ve ders anlatma deneyiminin öğretmen olarak gelişimlerine katkısına; ders anlatırken ki duygu ve düşüncelerine, ders planı hazırlama oturumlarındaki tartışma atmosferi ve danışmanın rolüne; ders planı hazırlama, sunma ve değerlendirmede zorlandıkları konulara ve öğretmen adayları için tasarlanan bu dersin geliştirilmesi için önerilere; yönelik sorular yer almaktadır. Öğretmeyi öğrenme uygulaması değerlendirme formu Ek G’de sunulmuştur.

4.4.3.1 Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması Değerlendirme Formu Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Öğretmeyi öğrenme uygulaması değerlendirme formu için uzman görüşüne başvurulmuştur. Öğretmen adayları formu doldururken araştırmacı da öğretmen adaylarının sorularına yanıt vermek amacıyla online olarak süreci takip etmiş ve gereken noktalarda açıklamalar yaparak formun eksiksiz olarak tamamlanmasını sağlamıştır. Tüm süreç kayıt altına alınmıştır.

4.5 Verilerin Analizi

Nicel ve nitel verilerin toplandığı araştırmada nicel ve nitel verilerin analizi ayrı başlıklar altında verilmiştir.

4.5.1 Nicel Verilerin analizi

4.5.1.1 Alan Bilgisi Testinin Analizi

ABT öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesi kapsamında sahip oldukları alan bilgisini belirlemek amacıyla ön test olarak, öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan bilgilerini geliştirmedeki etkisini belirlemek amacıyla son test olarak uygulanmıştır. Açık uçlu 20 sorudan oluşan testin değerlendirilmesi için

derecelendirilmiş puanlama anahtarı hazırlanmıştır (bkz. EK H). Öğretmen adaylarının yanıtları doğru, kısmen doğru veya eksik, yanlış ve boş olarak kodlanmış ve puanlanmıştır.

Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan bilgilerini geliştirmedeki etkisini belirlemek için verilerin analizinde betimsel (descriptive) istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 26 programı kullanılmıştır.

Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan bilgisi testinden puanlarına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olup olmadığını ölçmek için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılmıştır. Wilcoxon İşaretli Sıralar testi katılımcı sayısının az olduğu parametrik olmayan çalışmalarda, aynı denekler üzerinde farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden elde edilen puanların arasındaki farkın anlamlılığını ölçmek için kullanılmaktadır (Büyüköztürk vd., 2014). Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları bulgular kısmında sunulmuştur.

4.5.1.2 Uzmanlık Alan Bilgisi Testinin Analizi

UABT öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesi kapsamında sahip oldukları uzmanlık alan bilgisini belirlemek amacıyla ön test olarak, öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan bilgilerini geliştirmedeki etkisini belirlemek amacıyla son test olarak uygulanmıştır. Açık uçlu 14 sorudan oluşan testin değerlendirilmesi için derecelendirilmiş puanlama anahtarı hazırlanmıştır (bkz. EK I). Öğretmen adaylarının yanıtları doğru, eksik, yanlış ve boş olarak kodlanmış ve puanlanmıştır.

Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının uzmanlık alan bilgilerini geliştirmedeki etkisini belirlemek için verilerin analizinde betimsel (descriptive) istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 26 programı kullanılmıştır.

Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının uzmanlık alan bilgisi testinden puanlarına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olup olmadığını ölçmek için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılmıştır. Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları bulgular kısmında sunulmuştur.

4.5.2 Nitel Verilerin Analizi

4.5.2.1 Ders Planı Değerlendirme Formunun Analizi

Öğretmen adaylarının grup olarak hazırladıkları ders sunumu öncesi son şekli verilen ders planları ile derslerini sunduktan sonra revize ettikleri ders planları betimsel olarak analiz

edilmiştir. Ders analiz çerçevesinden yararlanılarak oluşturulan kriterlere göre yorumlanmıştır.

Ders planlarından elde edilen verilerin betimsel analizinde Yıldırım ve Şimşek'in (2006) tanımladığı dört aşama takip edilmiştir.

1. Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma: Ders analiz çerçevesinde belirtilen 4 temel beceri, öğrenme hedefleri belirleme, öğrenci düşüncesini ve öğrenmesini analiz etme, öğretimin öğrencilerin öğrenmesi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturma ve öğretimde iyileştirmeler önermek için analizi kullanma, temalar olarak belirlenmiştir.
2. Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi: Bu aşamada ders planlarından elde edilen veriler bir önceki aşamada belirlenen temalara göre düzenlenmiş ve anlamlı bir şekilde bir araya getirilmiştir. Ayrıca bu aşamada sonuçlar yazılırken kullanılacak doğrudan alıntılar da seçilmiştir.
3. Bulguların tanımlanması: Düzenlenen veriler tanımlanarak bulgular kısmında doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.
4. Bulguların yorumlanması: Tanımlanan bulguların açıklanması, ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılması bu aşamada yapılmıştır.

4.5.2.2 Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması Değerlendirme Formunun Analizi

Öğretmen adaylarının öğretmeyi öğrenme uygulaması sürecine ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan ankete verilen yanıtlar içerik analizi ile taranmıştır. İçerik analizi hacimli bir nitel materyali (mülakat dökümleri, günlükler ve dokümanlar) olarak temel tutarlılıkları ve anlamları belirlemeye yönelik nitel veriye indirgeme ve anlamlandırma girişimini ifade etmektedir (Patton, 2018). Microsoft Forms aracılığıyla çevirim içi olarak toplanan yanıtlar bilgisayar ortamında düzenlenmiştir. Öğretmen adayları Ö1, Ö2, ... şeklinde adlandırılmış aynı numaralandırma araştırmanın uygulama aşamasına katılan 15 öğretmen adayının yanıtlarında da kullanılmaya devam edilmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtları dikkatlice okunduktan sonra iki araştırmacı tarafından gizli içerik ile kodlama yapılmış ve kodlamalardan yola çıkarak kategoriler oluşturulmuştur. Kodlar karşılaştırıldığında ortak olmayan kodlar üzerinde tartışılarak sonuca gidilmiştir. Kategorilerin tekrarlanma sıklığı (frekans) belirlenmiş ve her bir kategoriye en iyi temsil eden öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler sunulmuştur.

4.6 Araştırmacının Rolü

Araştırmacı, 18 yıllık deneyime sahip bir matematik öğretmenidir. Araştırmacı, öğretmen adayları için geliştirilen öğretmeyi öğrenme uygulamasının hem tasarlayıcısı hem de uygulayıcısı rolündedir. Tasarlanan uygulamayı yürütürken katılımcıları doğal ortamlarında gözlemlemiş, araştırmacı kimliği ile ortamda yaşanan olay ve olguları bireysel önyargılarından ve yönelimlerinden bağımsız şekilde algılayarak yansıtmıştır. Öğretmen adayları ile iletişim kurarken onlara meslektaşı olarak yaklaşmıştır. Öğretmen adaylarının kendi derslerini planlamaları ve sunmaları sürecinde onlara danışmanlık yaparken Feiman-Nemser'in (2001) tanımladığı ilke ve stratejileri göz önünde bulundurmuştur. Bu anlamda araştırmacı öğretmen adaylarına kendi tarzını empoze etmekten kaçınarak öğretmen adaylarını öğrencilerin düşüncelerini dikkate almaları, derslerini planlarken günlük hayatla ilişkilendirmeleri ve yapılandırmacı bir yaklaşımla ele almaları yani öğrencilere bilgiyi hazır olarak sunmak yerine bilgiyi yapılandırmalarını sağlayacak örnek ve problemler tasarlamaları konularında desteklemiş bu konularda öğretmen adayları ile birlikte düşünen (cothinker) olarak hareket etmiştir. Araştırmacıya göre öğretmeyi öğrenme bir gelişim sürecidir bu nedenle öğretmen adaylarının kendi öğretimlerinden öğrenebilmeleri için araştırmacıya göre yanlış veya eksik noktalar olduğunda öğretmen adaylarına önerilerde bulunmuş ancak son kararı öğretmen adaylarının kendilerine bırakmıştır. Öğretmen adaylarını ders anlatımları sırasında gözlemlerken doğal olarak oluşan süreci kontrol etmeye ya da değiştirmeye çalışmamıştır. Araştırmacı öğretmen adaylarının teori ve uygulama arasında bağlantılar kurmalarına yardımcı olmayı amaçlamıştır.

4.7 Etik

Araştırmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Araştırmanın etik açıdan değerlendirilmesi amacıyla Balıkesir Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Komisyonu'na başvurularak uygunluk belgesi alınmıştır. Ayrıca Milli Eğitim Müdürlüklerine bağlı kurumlarda araştırma yapmak için gerekli olan izin belgesi Balıkesir Milli Eğitim Müdürlüğüne başvuruda bulunarak alınmıştır. Aşağıda etik kurul onayı ve araştırma izin belgesinin tarih ve sayı numaraları yer almaktadır. Ayrıca EK İ'de sunulmuştur.

- Etik Değerlendirmeyi Yapan Kurul Adı: Balıkesir Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Komisyonu
Etik Değerlendirme Kararının Tarihi: 21.12.2020

Etik Değerlendirme Belgesi Sayı Numarası: E-19928322-302.08.01-1915

- Balıkesir İl Milli Eğitim M¼d¼rl¼ę¼
- Tarih:11.06.2021
Sayı: E-99191664-605.01-26339901

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma öğretmen adaylarının alan bilgilerini alana özgü öğretim yaklaşımları ile geliştirirken öğretim deneyi ile deneyimlerini derinlemesine düşünmelerini sağlayacak bir öğretim uygulamasının nasıl tasarlanabileceğine odaklanmaktadır.

Bu odak araştırmayı iki amaca yöneltmektedir. İlk olarak öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi bağlamında alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeyi hedefleyen bir öğretim uygulaması tasarlamak amaçlanmaktadır. İkinci olarak bu öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının kendi öğretimlerinden öğrenmelerine olası katkılarının ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

Bu amaçların bir sonucu olarak bu bölümde eğitimsel araştırma modelinin aşamalarına göre sınıflandırılmış araştırma problemlerine ait bulgular üç başlık altında sunulmuştur.

5.1 1.AŞAMA: Problemi Tanımlama ve İhtiyaç Analizine İlişkin Bulgular

5.1.1 1. Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgilerini değerlendirmek için göz önünde bulundurulacak kriterleri belirlemek amacıyla ihtiyaç analizi yapılmıştır. Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi konusundaki ön bilgileri ile öğretim uygulamasının sonunda sahip olmaları beklenen bilgiler arasındaki fark ihtiyacı göstermektedir. İhtiyacı belirlemek amacıyla literatür taraması yapılmış, öğretmen adaylarının fonksiyonlar hakkındaki bilgilerine odaklanan araştırmalar, birçok öğretmen adayının bilgisinin genellikle yetersiz olduğunu göstermiştir (Even, 1990, 1993; Hacıömeroğlu, 2006; Şandır, 2006; Aydın ve Köğce, 2008; Özdemir Erdoğan, Erdoğan ve Yanık, 2012). Öğretmen adaylarının sahip olmaları beklenen bilgiler ise NCTM'in yayımladığı kaynaklardan (Cooney, Beckmann ve Lloyd, 2010; Ronau, Meyer ve Crites; 2014) ve MEB'in standart ve yeterliliklerinden elde edilmiştir. Ayrıca araştırmanın kuramsal alt yapısını oluşturan çerçeveler ve modeller belirlenmiştir.

5.1.2 2. Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ile ilgili alan ve uzmanlık alan bilgilerinin belirlenmesi amacıyla ABT ve UABT geliştirilmiş ve ön test olarak uygulanmıştır. Bu testlerin ön test uygulamasına ait bulgular matematiksel yetkinliğin dört

bileşeni (kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme) çerçevesinde aşağıda sunulmuştur.

5.1.2.1 Kavramsal Anlamaya İlişkin Bulgular

Kavramsal bilginin ölçülmesinde soruların kavramla ilgili örtük veya açık bilgi gerektirip gerektirmediğine göre değişir. Açık kavramsal bilgiyi ölçmek için öğrencilerden tanımlar ve açıklamalar yapmaları istenirken örtük kavramsal bilgi örneğin temsiller arası geçişler yapmaları istenerek ölçülebilir (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015). ABT ve UABT’nde yer alan kavramsal anlamaya ilişkin sorulara verilen yanıtlardan elde edilen bulgular; bunlara ilişkin yorumlar, açıklamalar ve tartışmalarla birlikte sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının alan bilgisi testinin ilk sorusuna ait yanıtlarının örnekleri, ortak kategorilerin frekans ve yüzde değerleri Tablo 5.1’de sunulmuştur.

Tablo 5.1: Soru 1’e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 1: Fonksiyon kavramını tanımlayınız.			
Kategori	Örnek yanıtlar	<i>f</i>	%
Bağıntı	<i>A</i> ve <i>B</i> boş olmayan iki küme, <i>f</i> ise <i>A</i> ’ dan <i>B</i> ’ ye bir bağıntı olsun. Eğer <i>f</i> bağıntısı <i>A</i> kümesindeki her elemanı <i>B</i> kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşliyorsa bu bağıntıya <i>A</i> ’ dan <i>B</i> ’ ye bir fonksiyon denir. (Ö1, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15)	12	80
Dönüşüm	Tanımlı aralıkta dönüşüm yapabilme becerisine fonksiyon denir. (Ö2, Ö9)	2	13
İlişki	<i>A</i> ve <i>B</i> boş olmayan iki küme olmak üzere <i>A</i> kümesinin her bir elemanını <i>B</i> kümesinin bir ve yalnız bir elemanı ile eşleyen ilişkiye <i>A</i> ’ dan <i>B</i> ’ ye tanımlı fonksiyon denir. (Ö3)	1	7

Matematiksel yetkinliğin ilk bileşeni olan kavramsal anlamayı ölçmek amacıyla sorulan soruların ilki öğretmen adaylarının fonksiyonu nasıl tanımladıklarına ilişkindir. Öğretmen adaylarının fonksiyonu, ilk olarak Bourbaki tarafından ortaya atılan (Bayazıt ve Aksoy, 2013) bağıntı kavramından hareketle tanımladıkları görülmektedir. Dede, Bayazıt ve Soybaş’ta (2010) çalışmalarında öğretmen adaylarının %87 sinin fonksiyonu benzer şekilde tanımladıklarını bulmuşlardır. Vinner ve Dreyfus (1989) öğrencilerin fonksiyonu tanımlarken Dirichlet-Bourbaki tanımını kullandıklarını ancak tanımı bilmelerinin onların

fonksiyon ve fonksiyon olmayan örnekleri sınıflandırmaları sırasında hata yapmalarına engel olmadığını ifade etmektedir. Polat ve Şahiner'e (2007) göre bu durum fonksiyon konusunun, bağıntı ve fonksiyonun tanımı, bağıntının özellikleri, bağıntının hangi koşulları sağladığında fonksiyon olduğu gibi konuların, soyut bir şekilde kural ve tanım ezberine dayalı olarak öğretilmesinden kaynaklanmaktadır.

UABT'ne ait ikinci soruda (bkz. Tablo 5.2) öğretmen adaylarından öğrencileri için fonksiyonu tanımlamaları istenmiştir.

Tablo 5.2: Soru 2'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 2: Fonksiyon kavramını öğrencilerinize nasıl tanımlarsınız?			
Kategori	Örnek yanıtlar	<i>f</i>	%
Bağıntı	<i>A</i> ve <i>B</i> boş olmayan iki küme, <i>f</i> ise <i>A</i> ' dan <i>B</i> ' ye bir bağıntı olsun. Eğer <i>f</i> bağıntısı <i>A</i> kümesindeki her elemanı <i>B</i> kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşliyorsa bu bağıntıya <i>A</i> ' dan <i>B</i> ' ye bir fonksiyon denir. (Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15)	8	53
Günlük hayat örnekleri	Anne-çocuk örneği (Ö1, Ö3, Ö5) Makine örnekleri	3	20
Dönüşüm	Belirli bir tanım aralığındaki dönüşümlere fonksiyon denir. (Ö2)	1	7
Kural	Değişken sayılarını girdi olarak kabul eden bunlardan bir çıktı sayısı oluşmasını sağlayan kural (Ö6, Ö9, Ö14)	3	20

Öğretmen adaylarının öğrencileri için fonksiyonu tanımlamaları istendiğinde de öğretmen adayları yine ağırlıklı olarak Bourbaki tanımını tercih etmişlerdir. Oysaki 2013 yılında ortaöğretim matematik öğretim programı güncellenmiş ve bağıntı konusu programdan çıkartılmıştır. Özdoğan'a (2018) göre bu durum öğretmen adaylarının fonksiyon kavramını kendi öğrenme süreçlerine bağlı olarak tanımladıklarını ortaya koymaktadır.

Matematikte kavram tanımları öğretme ve öğrenme sürecinin çok temel bir bileşenidir. (Zaslavsky ve Shir, 2005). Öğrencilerin kavram gelişimine yardımcı olmak, kavramın özünü yakalamak, ispat ve teoremlere temel oluşturmak, terimleri netleştirerek iletişimi kolaylaştırmak için kavram tanımları hayati öneme sahiptir. Bu nedenle matematik öğretmenleri kavram tanımlarını derinlemesine anlamalı, bir kavramın farklı eşdeğer tanımları hakkında bilgi sahibi olmalı, tanımların taşıması gereken özellikleri bilmeli ve

farklı tanımları pedagojik özelliklerine göre değerlendirebilmelidir (Leikin ve Winicki-Landman, 2000). Öğrenciler için kullanılabilir tanımlar seçme ve geliştirme öğretimin matematiksel görevlerinden biridir (Ball vd., 2008). UABT’nde yer alan 3. soruda (bkz. Tablo 5.3) öğretmen adaylarından alternatif bir fonksiyon tanımı yapmaları istenmiştir.

Tablo 5.3: Soru 3’e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 3: Fonksiyon kavramını öğrencilerinize tanımladınız ancak bir öğrenci bu tanımı anlamadığını söyledi. Öğrencinin anlamasına yardımcı olacak alternatif bir fonksiyon tanımını nasıl yaparsınız?			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Örnek	Günlük hayattan örnekler vermeyi denerim. (Ö3, Ö5) Anne-çocuk örneği veririm. (Ö1, Ö4, Ö11, Ö12) Fonksiyon makinesi örneği veririm. (Ö6)	7	47
Venn Şeması	Venn şemasıyla fonksiyon olan veya olmayan örnekler verirdim. (Ö7, Ö9, Ö13, Ö14, Ö15)	5	33
Grafik	Grafik üzerinden anlatmaya çalışırım. (Ö2, Ö10)	2	13
Etkinlik	Buluş yoluyla bir etkinlik düzenlerim. (Ö8)	1	7

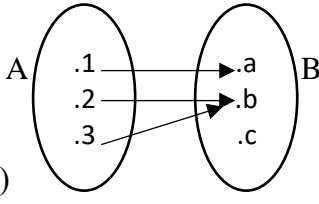
Öğretmen adaylarının alternatif bir fonksiyon tanımı yerine fonksiyonun özellikle tek değerlilik özelliğini vurguladıkları örnekler üzerinden kavramı açıklamayı tercih ettikleri görülmektedir. Bu örnekler içinde en çok kullanılan örnek (4 öğretmen adayı bu örneği vermiştir) ise anne-çocuk örneğidir. Anne-çocuk örneği fonksiyon olma şartını vurgulayan örnekler içinde literatürde de karşımıza çıkmaktadır (Şandır, 2006; Polat ve Şahiner, 2007; Bayazit, 2011; Hatısar, 2013). Bayazit (2011) çalışmasında 14 öğretmen adayının fonksiyon kavramını açıklamak için analogi kullandığını, bu analogilerden 10 tanesinin eşleme, 4 tanesinin dönüştürme mantığını esas aldığını ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının günlük hayat örneklerine bakıldığında da Bayazit’in (2011) çalışmasına benzer olarak 7 öğretmen adayından 5’i eşleme, 2’si dönüştürme mantığını esas alan örnekler vermişlerdir. Yalnız bir öğretmen adayı öğrencilerin fonksiyon kavramını keşfetmeleri için buluş yoluyla bir etkinlik düzenlemekten bahsetmiştir. Ancak bu öğretmen adayı etkinliğini açıklarken fonksiyonun birebir ve örten olma şartına vurgu yaparak fonksiyon tanımına uygun olmayan bir etkinlik örneği vermiştir.

"Öğrencilere ikişerli sistemde aletler dağıtım. Örneğin iki öğrenciye kalem, iki öğrenciye silgi, iki öğrenciye top gibi ve aynı eşyalara sahip olan öğrencilerin eşleşmelerini isterim.

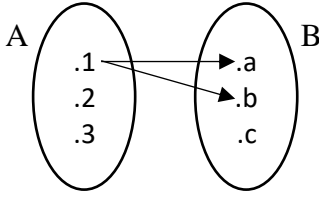
Bu etkinlikle öğrencilere birebir ve örten fonksiyonunun nasıl sağlandığını tekrar gösteririm ve tanımı tekrar veririm. " Ö8

Tablo 5.4 ve Tablo 5.5'te 4. ve 5. sorular öğretmen adaylarının fonksiyonlara ilişkin sahip oldukları kavram imajlarını ortaya çıkarmak için sorulmuştur.

Tablo 5.4: Soru 4'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 4: Bir fonksiyon örneği veriniz.			
Kategori	Örnek Yanıtlar	f	%
Cebirsel	$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ $f(x) = 3x + 1 \quad (\text{Ö2})$	11	74
Venn Şeması	 <p>(Ö15)</p>	2	13
Liste yöntemi	$A = \{1, 3, 5\} \quad B = \{2, 4, 6\}$ $f = \{(1,2), (3,4), (5,6)\}$	2	13
Grafik		0	0

Tablo 5.5: Soru 5'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 5: Fonksiyon olmayan bir örnek veriniz.			
Kategori	Örnek Yanıtlar	f	%
Cebirsel	$f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$ $f(x) = 1/(x - 1) \quad (\text{Ö1})$	10	67
Venn Şeması	 <p>(Ö7)</p>	2	13
Liste yöntemi	$A = \{1, 3, 5, 6\}, B = \{a, b, c\} \quad f = \{(1,a), (1,b), (3,b)\}$	3	20
Grafik		0	0

Fonksiyon olan ve olmayan örnekler incelendiğinde cebirsel örneklerin bir hayli fazla olduğu, venn şeması ve sıralı ikili gösterimlerin de bulunduğu ancak hiç grafik örneği olmadığı görülmektedir. Dede, Bayazit ve Soybaş (2010) ve Özdoğan (2018) da çalışmalarında neredeyse aynı bulguları elde etmiştir. Öğretmen adaylarının verdiği 23 fonksiyon örneğinden 18'i cebirsel, 2'si liste, 2'si günlük hayat, 1'i şema örneğidir ve hiç grafik örneği verilmemiştir (Özdoğan, 2018). Dede ve arkadaşlarının (2010) çalışmasında ise katılımcıların yaklaşık üçte ikisi (%64) cebirsel ifadeleri fonksiyon örnekleri olarak verirken bunu %14 lük bir oranla Venn-şeması örnekleri takip etmiş, bir öğrenci grafik çizerken bir öğrencide fonksiyon makinesi örneği vermiştir. Öğrencilerin kavram imajı, onlara sunulan bir fonksiyonun modern tanımıyla değil, birlikte çalıştıkları fonksiyonlar tarafından belirlenir (Even, 1993). Dolayısıyla araştırmaya katılan öğretmen adaylarının matematik derslerinde karşılaştıkları fonksiyonların çoğunun cebirsel gösterimle ifade edilen türden olduğu düşünülebilir.

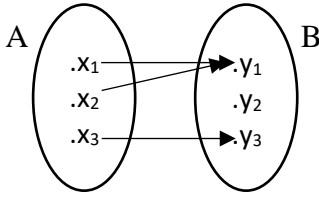
Tablo 5.6: Soru 6'ya ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 6: Öğrencilerinizden fonksiyon için örnek vermelerini istediğinizde sizce ne tür örnekler vereceklerdir? Belirtiniz.			
Kategori	Örnek Yanıtlar	<i>f</i>	%
Cebirsel	$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ $f(x) = x + 5$ (Ö4)	8	53
Venn şeması	Fonksiyon olma koşullarına uyarak kendileri iki kümenin elemanlarını eşleştirebilirler. (Ö7, Ö8)	2	13
Liste	Liste yöntemiyle soru yazabilirler. (Ö3)	1	7
Günlük hayat	Anne-çocuk örneği, kıyma makinesi örneği gibi. (Ö1, Ö5, Ö6, Ö15)	4	27

Öğretmen adaylarının verdikleri fonksiyon örnekleri ile öğrencilerinden bekledikleri fonksiyon örnekleri de paralellik göstermektedir (bkz. Tablo 5.6). Öğretmen adayları öğrencilerinin cebirsel gösterimle özellikle doğrusal fonksiyon örnekleri vereceklerini düşünmektedirler. Günlük hayat örneklerine baktığımızda ise Polat ve Şahiner'in (2007)

bahsettiği gibi öğretmen adaylarının lisede öğrendikleri benzetmeleri kullandıkları ve öğrencilerinin de onların kullandıkları örnekleri verebileceklerini düşündükleri söylenebilir.

Tablo 5.7: Soru 7'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 7: Öğrencilerinizin fonksiyonlar konusundaki anlayışını ortaya çıkarabilecek bir soru yazmak istediğinizi hayal edin, ne tür bir soru sordunuz?			
Kategori	Örnek Yanıtlar	f	%
Cebirsel	<ul style="list-style-type: none"> • $f(x) = (x - 5)/(x - 2)$ fonksiyon mudur? (Ö11) • $f(x)=5$ bir fonksiyon mudur? (Ö6) 	8	53
Venn şeması	 <p>Yukarıdaki bağıntı bir fonksiyon mudur? (Ö1, Ö13)</p>	2	13
Tanım	Fonksiyon kavramının matematiksel tanımını yapmalarını isterdim. (Ö2, Ö9)	2	13
Günlük hayat	Günlük hayattan örnek vermelerini isterdim. (Ö4)	1	7

Belirli bir matematiksel noktaya dikkat çekmek için bir örnek bulma öğretimin matematiksel görevlerinden biridir (Ball vd., 2008). UABT'nde yer alan 7. Soruda (bkz. Tablo 5.7) öğretmen adaylarından öğrencilerin fonksiyonlar konusundaki anlayışını ortaya çıkarabilecek bir soru yazmaları istenmiştir. Öğretmen adayları fonksiyon olma şartına vurgu yapan, en geniş tanım aralığını bulmalarını istedikleri sorular sormayı tercih etmişlerdir. Bir öğretmen adayı fonksiyon türlerinden sabit fonksiyonun, fonksiyon olup olmadığını sorarak bir kavram yanlışlığını tespit etmeye çalışmıştır.

Tablo 5.8'de öğretmen adaylarının üçte birinin kurala dayalı bir fonksiyon kavramına sahip oldukları görülmektedir. Birçok öğrenci fonksiyonu içerisinde x ve y gibi değişkenler bulunan cebirsel ifadeler olarak düşünmektedir (Bayazit ve Aksoy, 2010).

Tablo 5.8: Soru 8'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 8: Her fonksiyonun bir kuralı (cebirsel ifadesi) olmak zorunda mıdır? Nedeniyle açıklayınız.			
Kategori	Örnek yanıtlar	<i>f</i>	%
Evet	Fonksiyon olması için gereken şartlar olduğundan fonksiyonun kuralı olmalıdır. (Ö3, Ö6, Ö8, Ö10, Ö14)	5	33
Hayır	Cebirsel ifadesi olmak zorunda değildir. Örneğin sabit fonksiyon. (Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15)	10	67

18. yüzyılda Drichlet tarafından yapılan değişkenler arası ilişki mantığına dayanan fonksiyon tanımı "x ve y belli bir kural çerçevesinde birbirine bağlı iki değişken olsun. Eğer, x değişkenindeki her değişime karşın y değişkeninde de bir değişim söz konusu oluyorsa y'ye x'in bir fonksiyonu denir. " şeklinde tanımlamıştır (Boyer, 1968, s.600; akt. Bayazit ve Aksoy, 2013). Matematğin tarihsel gelişimi ve kümeler teorisiyle Bourbaki tarafından fonksiyonun özel bir bağıntı olduğu düşüncesini ifade eden fonksiyon tanımı " A ve B boş olmayan iki küme, f ise A' dan B' ye bir bağıntı olsun. Eğer f bağıntısı A kümesindeki her elemanı B kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşliyorsa bu bağıntıya A' dan B' ye bir fonksiyon denir." şeklinde yapılmıştır. Öğretmen adaylarının önceki sorulara verdikleri yanıtlara bakıldığında öğretmen adaylarının fonksiyon tanımları ve örnekleri ile bu iki tanıma vurgu yaptıkları görülmektedir. Even (1993) modern fonksiyon tanımını "f, bir kümeden diğerine, diyelim ki A'dan B'ye bir fonksiyondur, eğer f, kartezyen çarpımının bir alt kümesi olarak tanımlanırsa A (tanım kümesi) ve B (değer kümesi), öyle ki her $a \in A$ için tam olarak bir $b \in B$ vardır, öyle ki $(a, b) \in f$ " şeklinde ifade etmiştir. Fonksiyon kavramının iki temel özelliğinden biri olan rastgele eşleme özelliği fonksiyon tanımında örtük olarak bulunurken, tanım kümesindeki her bir elemanın değer kümesinde bir ve yalnız bir elemanla eşleşmesi yani tek değerlilik şartı açıkça belirtilir (Even, 1993). Yürürlükte olan 2018 Matematik Öğretim Programı (MEB, 2018) ile uyumlu olan ve fonksiyonun temel özelliklerini içeren bu fonksiyon tanımına öğretmen adaylarının çoğunun sahip olmadığı görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları fonksiyonu doğru bir şekilde tanımladıkları halde sahip oldukları kavram imajlarının çoğunlukla cebirsel ve venn şeması gösterimiyle sınırlı kalmasının sonucu olarak fonksiyonun keyfilik özelliğinin farkında olmadıkları görülmektedir.

Tablo 5.9’da öğretmen adaylarının öğrencilerine denklem ve fonksiyon kavramları arasındaki farkı nasıl açıklamayı tercih ettikleri görülmektedir. Meel (1995) öğrencilere formel tanımı vermeden önce öğrencilerin sezgisel olarak kavramı anlamaları için keşfetmeye yönelik etkinlikler ve somut örnekler ile kavramın sunulmasını önermektedir. Yalnızca 3 öğretmen adayı örnekler üzerinden öğrencilerin farkı anlamalarını sağlayarak açıklama yapacaklarını ifade ederken öğretmen adaylarının çoğu kavramların tanımlarına vurgu yapmıştır.

Tablo 5.9: Soru 9’a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 9: Denklem ve fonksiyon kavramları arasındaki farkı öğrencilerinize nasıl açıkladınız?			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Tanım	<ul style="list-style-type: none"> • Denklem bir eşitliktir. Fonksiyon ise bir ilişkidir. Ö1, Ö6, Ö8, Ö12 • Denklem eşitlik – fonksiyon dönüşüm Ö4, Ö10, Ö11 • Denklem bir eşitlik belirtir. Fonksiyonlar aldıkları değere göre farklı çözümler verirler. Ö2, Ö3, Ö15 	10	67
Örnek	Her iki konuyla ilgili örnekler verip farkı gösterirdim. Ö5, Ö7, Ö9	3	20
Boş	Ö13, Ö14	2	13

Tablo 5.10’da sunulan 10. soruda fonksiyon ve denklem kavramlarına ilişkin ifadeler verilmiş ve öğretmen adaylarının doğru yanlış olarak kodlamaları istenmiştir.

Ortaöğretim süresince öğrenciler cebirsel fonksiyon örnekleriyle diğer herhangi bir fonksiyon temsilinden daha sık karşılaşılırlar. O kadarki denklem ve fonksiyon kavramlarını birbirine karıştırırlar (Ronau, Meyer ve Crites; 2014). Tablo 5.10’da öğretmen adaylarının fonksiyon ve denklem kavramlarına ilişkin temel bilgilere ait 3., 7., 8. ve 10. ifadeleri doğru şekilde kodladıkları 2. ve 4. ifadelerde ise küçük bir oranda yanlış oldukları görülmektedir. Ancak 1., 5. ve 9. ifadelerde denklem ve fonksiyon kavramları arasındaki ilişkiyi ortaya koyamadıkları görülmektedir. 6. ifade de ise öğretmen adaylarının denklem ve fonksiyona ait verilen özellikleri karıştırdıkları düşünülmektedir. Sonuçlar Aydın ve Köğçe’nin (2008) bulguları ile paralellik göstermektedir.

Tablo 5.10: Soru 10'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 10: Aşağıda denklem ve fonksiyon kavramları ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir. Bu ifadelerin karşısına doğru olanlar için “D”, yanlış olanlar için “Y” yazınız. Gerekçelerinizi belirtiniz.

	Doğru		Yanlış	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
1. Her fonksiyonun kuralı bir denklem belirtir.	5	33	10	67
2. Her fonksiyon bir denklemdir.	4	27	11	73
3. Denklemler ve fonksiyonlar kavramsal olarak birbirinden farklıdır.	15	100	0	0
4. Her denklem bir fonksiyondur.	3	20	12	80
5. Bazı denklemler aynı zamanda bir fonksiyon belirtir.	13	87	2	13
6. Denklemlerde bağımlı ve bağımsız değişkenlerden söz edilirken, fonksiyonlarda bilinmeyenler vardır.	8	53	7	47
7. Fonksiyonlarda tanım ve değer kümelerinden söz edilirken, denklemlerde çözüm kümesi söz konusudur.	15	100	0	0
8. Kavramsal olarak denklemler ve fonksiyonlar aynı anlamı ifade ederler.	0	0	15	100
9. $A \neq \emptyset$, $B \neq \emptyset$ ve $b \in B$ olmak üzere $f: A \rightarrow B$ fonksiyonu için $f(x) = b$ şeklindeki ifadeler birer denklem belirtir.	8	53	7	47
10. Denklemler bir eşitlik belirtirken, fonksiyonlar bir dönüşüm tanımlarlar.	14	93	1	7

Fonksiyon kavramının modern tanımının temel şartı tek değerlilik (Meel, 1995). Tablo 5.11'de 12 öğretmen adayının tek değerlilik şartını sembolik veya sözel olarak ifade edebildiği görülmektedir. 2 öğretmen adayı fonksiyon olma şartının tanım kümesi ile ilgili olan kısmı yani tanım kümesinde boşta eleman kalmamalı şartını vurgularken ikinci şart olan her elemanın değer kümesinde bir ve yalnız bir elemanla eşleşmesi kısmını eksik bırakmışlardır.

Fonksiyonu birebir eşleme yapan bir bağıntı olarak görme (Vinner, 1983; Dubinsky ve Harel, 1992) ve tanım kümesinde açıkta eleman kalmama şartını değer kümesinde de açıkta

elaman kalmamalı şeklinde algılama (Bayazit, 2015) literatürde yer alan öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarındandır.

Tablo 5.11: Soru 11'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

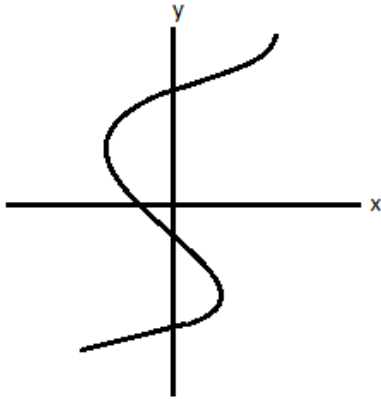
Soru 11: Verilen bir ifadenin fonksiyon olması için gerekli şartlar nelerdir? Açıklayınız.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Sözel	Tanım kümesinde boşta eleman kalmamalı, tanım kümesindeki bir eleman değer kümesindeki birbirinden farklı iki elemana gitmemeli. (Ö1, Ö3, Ö6, Ö7, Ö11, Ö12, Ö15)	7	47
Sembolik	$f: A \rightarrow B \text{ ve } A, B \neq \emptyset$ $\forall x \in A \text{ için } \exists y \in B \text{ için } f(x) = y$ $x_1, x_2 \in A \text{ iken } x_1 = x_2 \Rightarrow f(x_1) = f(x_2)$ (Ö5, Ö10)	4	26
	$A \text{ ve } B \text{ iki küme olsun. } f \subset AXB$ $\forall x \in A \text{ için } (x, y) \in f$ $\text{olacak şekilde yalnız ve tek bir tane}$ $y \in B \text{ varsa } f \text{ fonksiyondur.}$ (Ö4)	1	7
Eksik	Tanımlı aralıkta olması gerekmektedir. (Ö2, Ö9)	2	13
Yanlış	Verilen bir ifadenin fonksiyon olabilmesi için birebir ve örtenliği sağlaması gereklidir. (Ö8)	1	7

Bir öğretmen adayının da bu tür bir kavram yanlışlığına sahip olduğu verdiği yanıtta anlaşılmaktadır. Polat ve Şahiner, (2007) 190 sınıf öğretmeni adayıyla yaptıkları çalışmada %40 oranında bir bağıntının fonksiyon olabilmesi için gerekli koşul olarak bağıntının birebir ve örten olması gerektiği yanıtını almışlardır.

Fonksiyon grafikleri sunulurken geleneksel olarak x eksenini tanım ve y eksenini değer kümesi olarak adlandırılır, bu durumun tam tersinin de geçerli olabileceği düşüncesi genellikle ihmal edilir (Bayazit, 2015). Tablo 5.12'de 13 öğretmen adayı da Bayazit' in (2015) bahsettiği şekilde bir hata yapmıştır. Tall ve Bakar'ın (1992) çalışmalarında benzer şekilde katılımcıların tamamı $y=x^2$ grafiğini fonksiyon olarak kabul ederken yalnız 2 katılımcı $x=y^2$ grafiğinin x'in y'nin fonksiyonu ($f(y)=x$) olarak yorumlanabileceğini ifade etmiştir. Öğrenciler, sözde dikey doğru testi gibi yüzeysel veya yanıltıcı göstergelere güvenebilirler. Dikey doğru testi gibi kurallar ve anımsatıcılar, yalnızca onları destekleyen kavramsal bilgi kadar etkilidir.

Tablo 5.12: Soru 12'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 12: Şekilde verilen grafik bir fonksiyon belirtir mi? Açıklayınız.



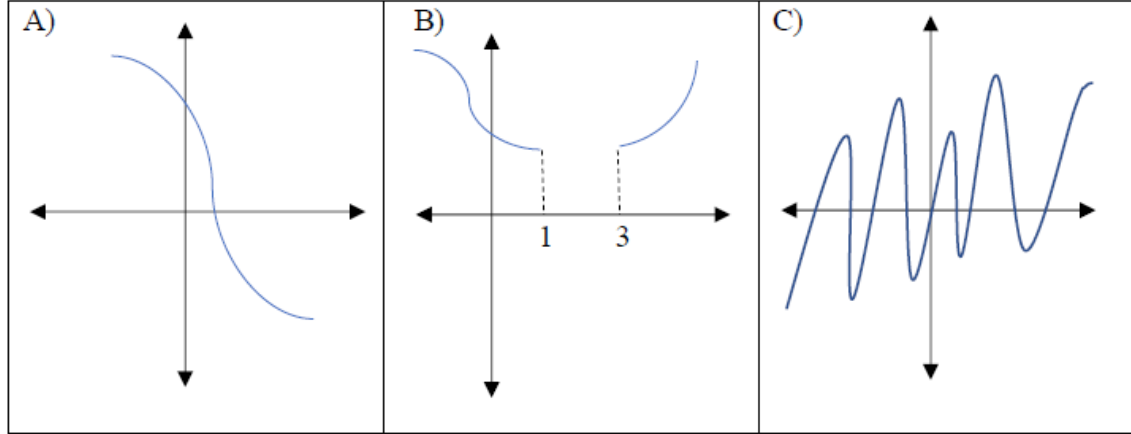
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Belirtir	y'yi x'in ($f(x)=y$) fonksiyonu şeklinde düşündüğümüzde grafik bir fonksiyon belirtmez. Ancak x'in y'nin ($f(y)=x$) fonksiyonu olduğunu düşündüğümüzde verilen eğri bir fonksiyon grafiğidir. (Ö12, Ö14)	2	13
Belirtmez	Fonksiyon belirtmez. Dikey doğru testi çizildiğinde grafiği iki noktada keser.	13	87

Bazı durumlarda, bu anımsatıcılar kavramsal bilgiyi baltalar (Ronau, Meyer ve Crites; 2014). Şekilde verilen grafiğe baktığımızda tanım kümesi y, değer kümesi x eksenini olarak tanımlandığı koşulda bir fonksiyondur. Ancak dikey doğru testi böyle bir ayırım yapmaz: şekildeki gibi bir grafik tanım kümesi ve değer kümesi dikkate alınmadığında testte başarısız olur. Even'in (1993) çalışmasındaki 152 matematik öğretmen adayının yaklaşık üçte biri, dikey doğru testi kullanarak öğrencilere fonksiyonları açıklamıştır. Common Core States Yazarlar Takımı'na (2012) göre dikey doğru testi sorunludur, çünkü "x, y'nin bir fonksiyonu mudur" sorusu y'nin x'e karşı bir grafiği ile sunulduğu zaman tartışmayı zorlaştırır.

Öğrenciler bir fonksiyonun grafiğinin düzgün ve sürekli bir eğri veya doğru olması gerektiği gibi yanlış bir yargıya sahiptirler (Vinner,1983; Leinhardt vd., 1990; Tall ve Bakar, 1992; Even, 1993). Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu verilen grafiklerin tanım ve değer kümelerini doğru ifade ederken 4 öğretmen adayı B şikkında verilen grafiğin fonksiyon olmadığını ifade etmiştir (bkz. Tablo 5.13).

Tablo 5.13: Soru 13'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 13: Aşağıda verilen bağıntı grafiklerinin fonksiyon olup olmadıklarını nedenleriyle açıklayınız. Ya da tanım ve değer kümeleri nasıl olmalı ki bu grafikler birer fonksiyon grafiği olabilsinler?



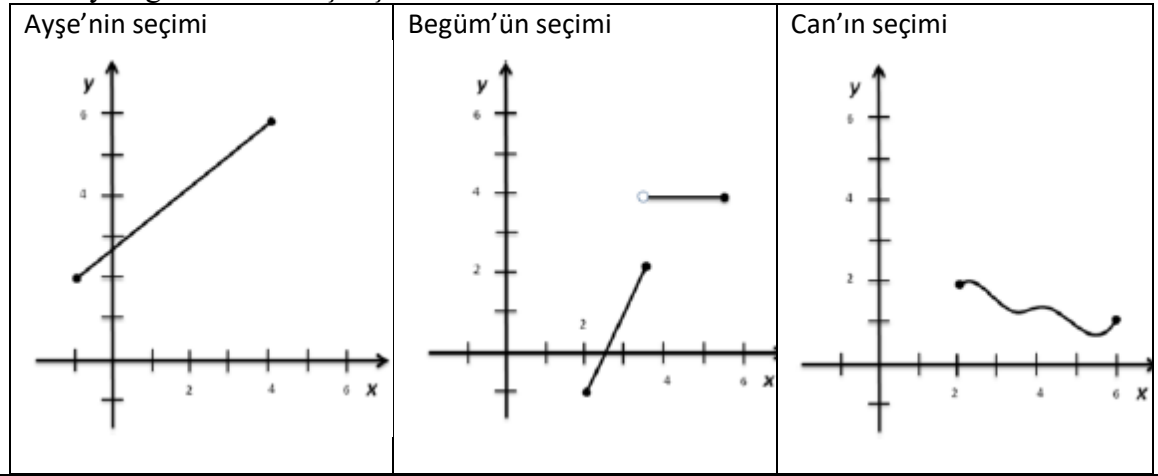
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	A) $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ fonksiyondur. B) $\mathbb{R} - [1,3] \rightarrow \mathbb{R}$ fonksiyondur. C) $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ fonksiyondur.	9	60
Eksik	B, fonksiyon değildir. Çünkü tanım kümesinde boşta eleman kalmıştır. (Ö6, Ö8, Ö10, Ö13)	4	27
Yanlış	Hepsi fonksiyondur. (Ö11) Hiçbiri fonksiyon değildir. (Ö15)	2	13

Oysa bir ilişkinin tanım kümesini bir fonksiyon olacak şekilde sınırlandırmak yaratıcılık gerektirir, ayrıca matematiksel notasyonları yani sembolik mantık dilini kullanmak için de bu tür etkinlikler fırsatlar sunmaktadır. (Ronau, Meyer ve Crites; 2014).

Tablo 5.14'te sunulan 14. soru Markovits, Eylon ve Bruckheimer'in (1986) ortaöğretim öğrencilerine uyguladıkları anketten uyarlanmıştır. Markowitz vd.'nin (1986) çalışmasında öğrencilerin görüntü kümesinin değer kümesinin bir alt kümesi olduğunu anlamakta ve parçalı fonksiyonlarda zorlandıkları rapor edilmiştir. Aynı soru Hatisaru'nun (2013) tezinde bu sefer öğretmenlere bir fonksiyonun tanım kümesi ile değer kümesini grafiğiyle ilişkilendirmede öğrencilerin yaşadıkları zorlukları değerlendirmeleri amacıyla sorulmuştur. Hatisaru (2013) da Markovits vd'nin (1986) bulgularına benzer olarak öğretmenlerin çoğunun görüntü kümesinin değer kümesinin bir alt kümesi olan fonksiyonun (Can'ın seçimi) grafiğini belirlemede zorluk yaşadığını ifade etmiştir.

Tablo 5.14: Soru 14'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 14: Öğrencilerinizden $\{x: 2 \leq x \leq 6\}$ aralığından $\{y: -1 \leq y \leq 4\}$ aralığına tanımlı bir fonksiyonun grafiğini seçmesini istediğinizi varsayın. Öğrencileriniz aşağıda verilen fonksiyon grafiklerini seçmiş olsun.



a) Hangi öğrenciniz doğru bir seçim yapmış olur? Neden? Lütfen cevabınızı açıklayınız.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	Tanım kümesi ile değer kümesini fonksiyonun grafiğiyle doğru şekilde ilişkilendirmiş. Begüm ve Can'ın seçimini doğru bularak Ayşe'nin seçimini yanlış bulmuşlar ve gerektiği şekilde açıklamışlardır. (Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14)	8	53
Eksik	Ayşe ve Can'ın seçimleri yanlıştır. Ayşe'nin seçimindeki grafikte x ve y soruda verilen aralıklarda değildir. Can'ın seçiminde ise x istenilen aralıkta olmasına karşın y verilen aralıkta değildir. (Ö3, Ö6, Ö8, Ö10, Ö13, Ö15) Ayşe x ve y'lerin yerini karıştırmış bu yüzden aralıklar yanlış. Can'ın da y değerleri yanlış aralıkta çizilmiştir. (Ö5)	7	47

b) Hangi öğrenciniz yanlış bir seçim yapmış olur? Neden? Lütfen cevabınızı açıklayınız.

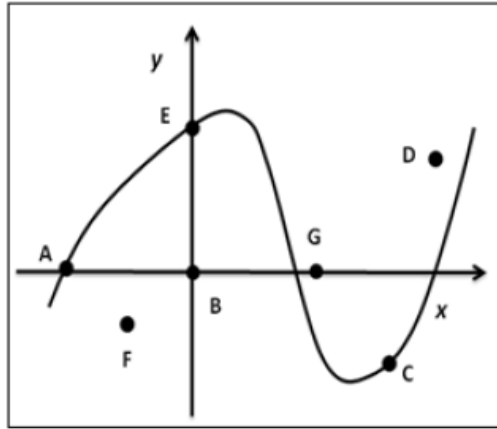
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	Ayşe tanım ve değer kümesini karıştırmıştır. (Ö12)	1	7
Eksik	Ayşe'nin seçimi yanlıştır. Çünkü tanım kümesinde boşta eleman vardır. Değer kümesinde ise verilen aralığın dışında değerlere yer verilmiştir.	7	47
Eksik	Tanım kümesi ile değer kümesini fonksiyonun grafiğiyle yanlış şekilde ilişkilendirmiş.	7	47

Literatürdeki sonuçlarla 14. soruya ait bulgular paralellik göstermektedir. Öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı soruyu doğru yanıtlarken diğer yarısı Can'ın seçimini yanlış olarak yorumlamışlar ve Hatisaru (2013) ve Markovits vd.'in (1986) ifade ettiği gibi görüntü kümesinin değer kümesinin alt kümesi olduğunu fark etmemişlerdir. Ayrıca öğretmen

adaylarının çoğu Ayşe'nin seçimini yanlış bulsalar da sadece 3 öğretmen adayı Ayşe'nin hatasının tanım kümesi ile değer kümesinin yer değiştirmesinden kaynaklandığını fark etmiştir.

Tablo 5.15: Soru 15'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 15: Aşağıdaki grafik ile ilgili olarak; aşağıda verilen öğrenci yanıtlarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz. Yanıtınızı açıklayınız.



- a) Öğrencilerinize grafik üzerinde belirtilmiş olan noktalardan hangilerinin tanım kümesinin elemanı olduğunu sorduğunuzu varsayalım.

Ayşe: A, E ve C noktaları tanım kümesinin elemanıdır.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	Ayşe'nin yanıtı yanlış. Yalnız A noktası tanım kümesinin elemanı.	13	87
Yanlış	Doğrudur çünkü koordinat düzleminde.	2	13

- b) Öğrencilerinize grafik üzerinde belirtilmiş olan noktalardan hangilerinin değer kümesinin elemanı olduğunu sorduğunuzu varsayalım.

Begüm: E, B ve G noktaları görüntü kümesinin elemanıdır.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	Yanlış. Değer kümesinin elemanları y ekseninde bulunur. Tanım kümesindeki elemanların alacağı değerleri belirtir. E, B.	12	80
Yanlış	Doğrudur. Değer kümesi görüntü kümesini kapsar.	3	20

- c) Öğrencilerinize grafik üzerinde belirtilmiş olan noktalardan hangilerinin fonksiyonun elemanı olduğunu sorduğunuzu varsayalım.

Can: B ve G noktaları fonksiyonun elemanıdır.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	Yanlış. Elemanlar çizilmiş eğrinin üzerinde olmalı.	14	93
Boş		1	7

Markovits vd.'nin (1986) ortaöğretim öğrencilerine uyguladıkları anketten uyarlanan 15. soruda (bkz. Tablo 5.15) öğretmen adayları fonksiyonun elemanlarını belirlemede tanım ve görüntü kümesinin elemanlarını belirlemeye göre daha başarılı olmuşlardır. Markovits vd. (1986) de öğrencilerin eğri üzerindeki noktaların fonksiyonun elemanlarını temsil ettiğini ve eğri üzerinde olmayan noktaların (F, D) ise etmediğini anladıklarını ancak ilgili ekseninde yer aldıklarını fark etmeden apsis ve ordinatları bulmakta oldukça zorlandıklarını ifade etmiştir. Bulgular, Markovits ve meslektaşlarının (1986) bulguları ile paralellik göstermektedir. Aynı soru Hatisaru'nun (2013) tezinde bu sefer öğretmenlere öğrencilerinin yanıtlarının doğru veya yanlış olarak değerlendirmeleri ve yanlış ise öğrencinin yanıtını tahmin etmeleri için sorulmuştur. Soruyu 42 öğretmenden yalnızca 8'inin doğru yanıtladığı araştırmada öğretmenlerin sınırlı alan bilgilerinin öğrencilerinin öğrenme çıktıları ile bağlantılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Hatisaru, 2013). Tablo 5.15 incelendiğinde Hatisaru'nun (2013) bulgularının aksine öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bu soruyu doğru yanıtladığı görülmektedir. Tablo 5.14'teki 14. soru ile Tablo 5.15'teki 15. soru karşılaştırıldığında öğretmen adaylarının grafiği verilen bir fonksiyonun tanım ve görüntü kümelerini belirlemede zorlandıkları ancak grafik üzerinde verilen noktaların fonksiyona ait olup olmadıklarını doğru buldukları görülmektedir.

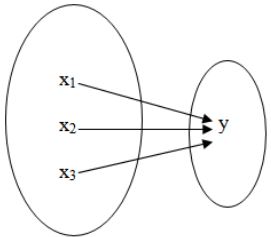
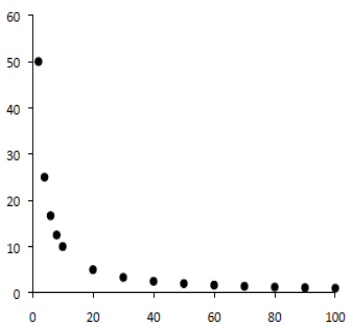
Tablo. 5.16'da öğretmen adaylarından grafik, venn şeması, sıralı ikililer ve cebirsel ifadeler ile temsil edilen ilişkilerin her birini fonksiyon olup olmadıklarına dair yorumlamaları istenmiştir.

Tablo 5.16: Soru 16'ya ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 16: Aşağıdakilerin her birinin matematiksel bir fonksiyonu temsil edip etmediğini belirleyiniz. Çalışırken düşüncenizi tanımlamayın, özellikle de kararınızı neden verdiğinizi açıklamayı unutmayınız.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
a) $2x - 3y = 5$	Fonksiyondur. Doğrusal fonksiyon. (Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14)	8	53
	İki bilinmeyenli denklem sistemidir. Fonksiyon belirtmez. (Ö1, Ö8, Ö15)	3	20

Tablo 5.16 (devam)

b) $x^2 - y = 5$	Fonksiyondur. Parabol. İkinci dereceden polinom fonksiyon. (Ö3, Ö5, Ö11, Ö12, Ö14)	5	33
	Fonksiyon değildir. 2 ve -2 değerlerinin görüntüleri aynıdır. (Ö1, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö15)	6	40
c) $x^2 + y^2 = 4$	Fonksiyon değildir. Çember denklemi. (Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15)	11	73
	Fonksiyondur.	0	0
d) $\{(1,2), (2,3), (3,4), (4,5)\}$	Tanımlı olduğu aralıkta fonksiyondur. (Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15)	9	60
	Fonksiyon değildir. Fonksiyonun tanım ve görüntü kümeleri belirtilmemiş. Bu ifadenin fonksiyon olup olmadığını söyleyemeyiz. (Ö1, Ö3)	2	13
e) $y=4$	Fonksiyondur. Sabit fonksiyon. (Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15)	8	53
	Fonksiyon değildir. Her x için aynı y değeri alınıyor. (Ö1, Ö7, Ö10)	3	20
f) $f(x) = \begin{cases} 1, & x \text{ rasyonel sayı ise} \\ 0, & x \text{ irrasyonel sayı ise} \end{cases}$	Fonksiyondur. Parçalı fonksiyon. Ancak grafiği çizilemez. (Ö1, Ö5, Ö6, Ö8, Ö11, Ö12)	6	40
	Fonksiyon değildir. Aynı y değerini alan birçok x vardır. (Ö7, Ö10, Ö15)	3	20
g) 	Fonksiyondur. Sabit fonksiyon. (Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15)	10	67
	Fonksiyon değildir. Her x aynı y değerini alıyor. (Ö10)	1	7
h) 	Tanımlı olduğu aralıkta fonksiyondur. (Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö15)	7	47
	Fonksiyon değildir. $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ için fonksiyon değildir. (Ö1, Ö3, Ö8, Ö14)	4	27

Tablo 5.16’da verilen soruyu 4 öğretmen adayı (Ö2, Ö4, Ö9, Ö13) boş bırakmıştır. İlk üç şıkta verilen cebirsel ifadeleri doğru olarak sınıflandıran öğretmen adayları bu ifadeleri grafikleriyle (doğru grafiği, parabol, çember gibi) ilişkilendirerek yorumlamayı tercih etmişlerdir. Hacıömeroğlu’nun (2006) tezinde uyguladığı fonksiyon anketinde de öğretmen adayları benzer cebirsel ifadelerin fonksiyon olup olmadıklarına karar vermek için grafiklerini çizerek dikey doğru testi ile sonucu bulmuşlardır. İlk üç şıkta yanlış yanıt veren öğretmen adaylarının yorumlarına bakıldığında denklem ve fonksiyon kavramlarını karıştırdıkları görülmektedir.

Sıralı ikililer şeklinde verilen ilişkiyi çoğu öğretmen adayı doğru yorumlarken iki öğretmen adayı tanım ve görüntü kümeleri belirtilmediği için yorum yapılamayacağını ifade etmiştir. Benzer bir sorunun sorulduğu Hatırsaru’nun (2013) çalışmasında uyguladığı ankette öğretmenlerin çoğu fonksiyon değildir derken bunun nedenini bir kural olmamasına bağlamışlardır.

Öğrencilerin (Markovits vd.,1986) ve öğretmen adaylarının (Meel, 1995) birçoğunun sabit fonksiyonu fonksiyon olarak kabul etmediği önceki araştırmaların bir sonucudur. Meel (1995) öğretmen adaylarının birçoğunun fonksiyon kavramının kurala dayalı bir yorumuna sahip olduklarını ve bu öğretmen adaylarının sabit fonksiyonları fonksiyon olarak reddetme yönünde güçlü bir eğilimi olduğunu tespit etmiştir. 8 öğretmen adayı e şikkında verilen ilişkiyi sabit fonksiyon oluşu için fonksiyon olarak kabul ederken 3 öğretmen adayı fonksiyon olmadığını ifade etmiştir. Fonksiyon olmadığını iddia eden bir öğretmen adayının yanılığısı fonksiyonun tek değerlilik şartını birebir olma durumu ile karıştırmamasından kaynaklanmaktadır.

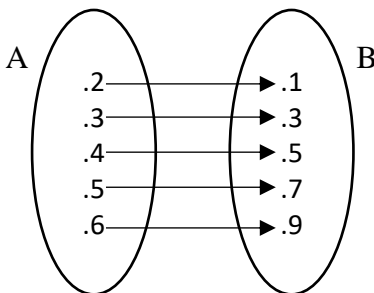
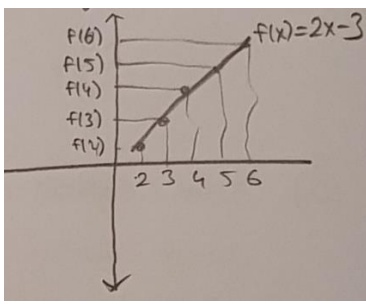
Sabit fonksiyon gibi öğrencilerin zorlandıkları fonksiyon türlerinden birisi de parçalı fonksiyondur (Markovits vd.,1986). 6 öğretmen adayı f şikkında verilen parçalı fonksiyonu fonksiyon olarak kabul ederken grafiğinin de çizilemeyeceğini belirtmiştir. Fonksiyon olmadığını iddia eden öğretmen adayı ise yine fonksiyonun tek değerlilik şartını birebir olma durumu ile karıştırmaktadır. Aynı öğretmen adayı küme eşleştirmesinin olduğu g şikkındaki ilişkinin de birebir olmadığından fonksiyon olmadığını ifade etmiştir.

Markovits vd. (1986) öğrencilerin aşına oldukları fonksiyonların grafiklerini çizerken tanım ve değer kümesini dikkate almadıklarını, doğal sayılarda tanımlı bir fonksiyonun grafiğini

reel sayılarda tanımlıymış gibi çizdiklerini ifade etmiştir. Çünkü onlara göre fonksiyonun grafiği düzgün ve sürekli olması gerekiyordu (Hacıömeroğlu, 2006). Benzer şekilde 4 öğretmen adayı noktalardan oluşan bir grafiği fonksiyon olarak kabul etmemiştir.

Tablo 5.17: Soru 17'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 17: $A = \{2, 3, 4, 5, 6\}$ ve $B = \{1, 3, 5, 7, 9\}$ olmak üzere $f: A \rightarrow B, f(x) = 2x - 3$ fonksiyonunu farklı temsiller kullanarak gösteriniz.

Kategori	Örnek Yanıtlar	f	%
Venn Şeması	 <p>(Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö15)</p>	9	50
Liste yöntemi	<p>{(2,1), (3,3), (4,5), (5,7), (6,9)}</p> <p>(Ö1, Ö3, Ö5, Ö8, Ö12, Ö15)</p>	6	32
Grafik	 <p>(Ö13)</p>	1	6
Boş	Ö4, Ö14	2	12

Matematiksel bir nesnenin birden fazla temsili vardır ve bu temsiller arasında kurulacak ilişkiler, kavramsal anlama için bir gerekliliktir (Hiebert ve Carpenter,1992; akt. Delice ve Sevimli, 2016). Öğretmen adaylarının fonksiyonun çoklu temsillerine ilişkin yaklaşımlarını ortaya çıkarmak amacıyla sorulan 17. soruda (bkz. Tablo 5.17) öğretmen adaylarının çoğunlukla fonksiyonun tanımsal özelliklerine vurgu yapan venn şeması ve sıralı ikili

gösterimini tercih ettikleri görülmektedir. Akkoç'a (2006) göre küme eşlemesi diyagramı öğrencilere tanımsal özellikler açısından yardımcı olsa da fonksiyonun değişim yönünü vurgulamamaktadır. Sirpinska'nın (1992) da ifade ettiği gibi her temsilin sınırlılıklarının farkında olmak fonksiyon kavramını anlamak açısından önemlidir. Yalnızca bir öğretmen adayı grafik temsilini göstermiştir. Ancak bu öğretmen adayı da Markovits vd. 'nin (1986) ifade ettiği gibi tanım ve değer kümesini dikkate almadan fonksiyonun grafiğini reel sayılarda tanımlıymış gibi çizmiştir. Fonksiyonun tablo ve fonksiyon makinesi ile gösterimini ise hiçbir öğretmen adayı tercih etmemiştir.

Etkili öğretim, öğrencilerin kavramları ve işlemleri anlamalarını derinleştirmek, öğrenciler arasında matematiksel söylemi desteklemek ve problem çözümede araç olarak kullanmak için matematiksel temsiller arasında bağlantı kurmayı ve kullanmayı vurgular çünkü öğrenciler bağlamsal, fiziksel, görsel, sözel ve sembolik temsilleri kullandıkça ve bunlar arasında bağlantı kurdukça, matematiği birleşik, tutarlı bir disiplin olarak takdir etmede gelişirler (Leinwand, Brahier ve Huinker, 2014 s.28-29). Bu nedenle öğretmen adaylarının farklı temsillerin özelliklerini bilmeleri ve sınırlılıklarının farkında olmaları önemlidir. 17. soruda 5 öğretmen adayı fonksiyonu liste yöntemi ve venn şeması ile temsil ederken 1 öğretmen adayı grafik ve venn şeması ile temsil etmiştir. Tablo 5.17'de ise öğretmen adaylarının bir fonksiyonu birden fazla farklı temsille gösteremedikleri görülmektedir.

Öğretilen bir konu ile daha önceki ve daha sonraki yılların konuları arasında bağlantı kurma öğretimin matematiksel görevlerinden biridir (Ball vd., 2008). Fonksiyonlar konusunu işleyen bir öğretmen etkili bir öğretim gerçekleştirebilmek için ortaokuldaki doğrunun eğimi konusu ile lisenin ilerleyen sınıflarındaki fonksiyon türleri konularının arasındaki ilişkinin farkında olması gerekir ki bu sayede öğretmen öğrencilerin ön bilgilerine dayanan, aynı zamanda sonraki konular için önlerini açan bir ders planlarken öğretim tekniklerini ve materyallerini seçebilir (Aslan-Tutak ve Köklü, 2016). Tablo 5.18'de sunulan 18. soru ile öğretmen adaylarından fonksiyon konusuna ilişkin öğrencilerin sahip olmasını bekledikleri ön bilgileri yazmaları istenmiştir. Fonksiyonu bağıntı kavramına dayanarak tanımlamayı tercih eden öğretmen adayları öğrencilerinin de ön bilgi olarak bağıntı ve küme kavramlarını bilmeleri gerektiğini ifade etmektedir. Yine fonksiyonun kurala dayalı bir kavram imajına sahip öğretmen adayları öğrencilerinin denklem ve cebirsel ifadeler konuları hakkındaki ön bilgilerini ölçeceklerini söylemişlerdir. Yalnızca 3 öğretmen adayı fonksiyon konusu ile koordinat sistemi ve grafiği ilişkilendirmiştir.

Tablo 5.18: Soru 18'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Kategori	Örnek Yanıtlar	f	%
Bağıntı	Bağıntı kavramını bilmeliler. (Ö12)	9	35
Küme	Kümeler ile ilgili bir sıkıntılar olup olmadığını ve bağıntı ile ilgili ne bildiklerine dikkat ederim. (Ö7)	5	19
Cebirsel ifade / Denklem	Denklemler, cebirsel ifadeler ve koordinat sistemi bilgilerini ölçerim. (Ö15)	5	19
Kartezyen çarpım	Kümeler, kartezyen çarpım, bağıntı. (Ö4) Kartezyen çarpımı işlerken gördüğümüz bağıntının bazı özelliklere sahip olduğunda fonksiyon olduğunu söylerim. (Ö10)	2	8
Koordinat sistemi	Koordinat sisteminde bazı noktaları göstermelerini isterim. (Ö6)	2	8
Grafik	Grafik çizmeyi bilmeliler. (Ö1)	1	4
Günlük hayat örneği	Anne-çocuk örneği veririm. (Ö11)	1	4
Sayı kümeleri	Sayı kümelerinden haberdar olmalı, kümeleri iyi anlamış olmalı. (Ö1)	1	4

Kavramsal anlamaya ilişkin ABT ve UABT'nin ön test uygulamasından elde edilen bulgular öğretmen adaylarının fonksiyon kavramını kendi öğrenim süreçlerine bağlı olarak bağıntı kavramından hareketle tanımladıklarını, seçtikleri fonksiyon olan ve olmayan örneklerin küme eşleştirmesi ve kurala dayalı fonksiyon kavram imajlarına sahip olduklarını, bir fonksiyonu farklı temsillerle gösteremediklerini ve dikey doğru testine fazla önem verdiklerini işaret etmektedir. Ayrıca bulgular bazı öğretmen adaylarının literatürde geçen kavram yanılgılarına da sahip olduklarını göstermektedir.

5.1.2.2 İşlemsel Akıcılığa İlişkin Bulgular

Kavramsal anlama, işlemsel akıcılığın geliştirilmesi için temeli oluşturur ve gereklidir (NRC, 2001). Kavramsal anlamayı ölçen soruların aksine işlemsel bilgi soruları genellikle öğrencilerin aşına oldukları problemlerdir (Rittle-Johnson ve Schneider, 2015). ABT ve UABT'nde yer alan işlemsel akıcılığa ilişkin sorulara verilen yanıtlardan elde edilen bulgular; bunlara ilişkin yorumlar, açıklamalar ve tartışmalarla birlikte sunulmuştur.

Tablo 5.19: Soru 19'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 19:			
$f: (-\infty, 2] \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = 2x - 3$ $g: [2, \infty) \rightarrow \mathbb{R}, g(x) = 5x - 1$ } <i>fonksiyonları için $\left(\frac{f}{g}\right)(a)$ değeri kaçtır?</i>			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	$(-\infty, 2] \cup [2, \infty) = 2$ olduğundan $a = 2 \Rightarrow \frac{f(2)}{g(2)} = \frac{1}{9}$ Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14	10	67
Eksik / işlem hatası	$\frac{f}{g}(a) = \frac{f(a)}{g(a)} = \frac{2a - 3}{5a - 1}$ Ö5, Ö6, Ö10, Ö15	4	26
Boş/ yanlış	Ö3	1	7

Kavramsal anlama ile işlemsel akıcılık iç içedir (Leinwand, Brahier ve Huinker, 2014). Tablo 5.19'da verilen sorunun çözümü için öğretmen adaylarının fonksiyonlarda dört işlemin hangi koşulda yapılabileceğine dair kavramsal bilgiye sahip olmaları gerekir. 10 öğretmen adayı fonksiyonların tanım kümelerinin kesişiminde ancak fonksiyonlarda dört işlemin yapılabileceğini bildiklerinden 19. soruyu doğru yanıtlamışlardır.

Tablo 5.20: Soru 20'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 20: $f(x) = x^3 + x^2 - 4x - 4$ fonksiyonunun x eksenini kestiği noktaların koordinatlarını bulunuz.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	$f(x) = 0$ olmalı $x^3 + x^2 - 4x - 4 = 0$ $x^2(x + 1) - 4(x + 1) = 0$ $(x + 1) \cdot (x^2 - 4) = 0$ $(x + 1)(x - 2)(x + 2) = 0$ $x = -1 \quad x = 2 \quad x = -2$ Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14	14	93
Boş/ yanlış	Ö15	1	7

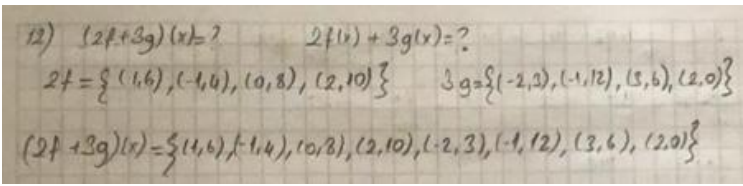
Tablo 5.20’de sunulan soruyu 1 öğretmen adayı yanıtlamamış, diğer öğretmen adaylarının tamamı doğru yanıtlamıştır. Matematik eğitimi alanında eğitim alan öğretmen adaylarının işlem becerisi gerektiren bu soruyu doğru yanıtlamaları beklenen bir durumdur.

Tablo 5.21: Soru 21’e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 21: $f(x)$ bir doğrusal fonksiyon olmak üzere			
$f(2x - 1) + f(x + 2) = 6x + 5$			
Olduğuna göre $f(1) + 2.f(3) + f(4)$ işleminin sonucu kaçtır?			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Kısa yol	$x = 1$ için $f(1) + f(3) = 6.1 + 5 = 6 + 5 = 11$ $x = 2$ için $f(3) + f(4) = 6.2 + 5 = 12 + 5 = 17$ <i>eşitlikleri bulunur.</i> <i>Bu eşitlikler taraf tarafa toplanırsa</i> $f(1) + 2f(3) + f(4) = 28$	8	53
Uzun yol	$f(x) = mx + n$ doğrusal fonksiyon olmak üzere $f(2x - 1) = m(2x - 1) + n$ $f(x + 2) = m(x + 2) + n$ $f(2x - 1) = 2mx - m + n$ $f(x + 2) = mx + 2m + n$ $f(2x - 1) + f(x + 2) = 6x + 5$ $2mx - m + n + mx + 2m + n = 6x + 5$ $3mx + m + 2n = 6x + 5$ $3mx = 6x$ $m + 2n = 5$ $3m = 6$ $2 + 2n = 5$ $m = 2$ $n = \frac{3}{2}$ $f(x) = 2x + \frac{3}{2}$ $f(1) + 2f(3) + f(4) = \frac{7}{2} + 2 \cdot \frac{15}{2} + \frac{19}{2}$ $= \frac{56}{2}$ $= 28$	6	40
Yanlış	Ö11	1	7

Fonksiyonlarda dört işlem konusu ile ilgili olarak liste yöntemiyle verilen iki fonksiyon arasındaki işlemi yapmalarının istendiği Tablo 5.22’de verilen soruyu sadece 4 öğretmen adayı doğru yanıtlamıştır. Yine fonksiyonlarda dört işlem konusu ile ilgili olarak cebirsel olarak verilen iki fonksiyon arasındaki işlemi yapmalarının istendiği Tablo 5.19’daki soruyu ise daha fazla öğretmen adayı doğru yanıtlamıştır. Bu durumun öğretmen adaylarının fonksiyonlarda dört işlem konusundaki kavramsal bilgilerinin eksikliğinden ve öğrenim hayatları boyunca cebirsel örneklerle daha fazla karşılaştıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 5.22: Soru 22’ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 22: $f = \{(1,3), (-1,2), (0,4), (2,5)\}$ ve $g = \{(-2,1), (-1,4), (3,2), (2,0)\}$ fonksiyonları veriliyor. Buna göre $(2f + 3g)(x)$ fonksiyonunu bulunuz.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	Ortak tanım kümesi $\{-1, 2\}$ dir. $(2f + 3g)(x) = 2f(x) + 3g(x)$ $= \{(-1, 2 \cdot f(-1) + 3g(-1)), (2, 2f(2) + 3g(2))\}$ $= \{(-1, 2 \cdot 2 + 3 \cdot 4), (2, 2 \cdot 5 + 3 \cdot 0)\}$ $= \{(-1, 16), (2, 10)\}$ Ö3, Ö5, Ö6, Ö7	4	27
Eksik	Sadece $x = -1$ için $(2f + 3g)(-1) = 2f(-1) + 3g(-1)$ $= 2 \cdot 2 + 3 \cdot 4$ $= 16$ (Ö1, Ö4)	2	13
Yanlış	 Ö2, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13	5	33
Boş	Ö10, Ö12, Ö14, Ö15	4	27

Tablo 5.23: Soru 23'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 23: $f, g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ olmak üzere

$(f + g)(x) = x^3 + 2x - 1$ ve $f(x) = 3x + 1$ olduğuna göre $g(-1)$ değerini bulunuz.

Çözümünüzü sizin için en kısa yoldan yapınız.

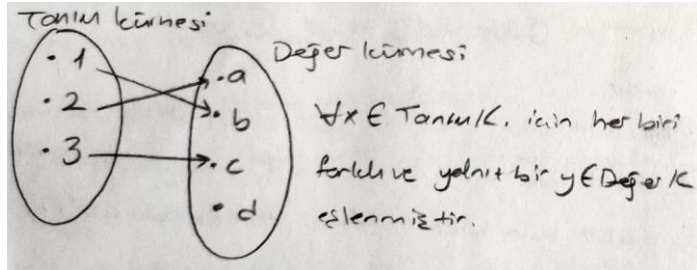
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Kısa yol	$(f + g)(-1) = f(-1) + g(-1)$ olduğundan $(-1)^3 + 2(-1) - 1 = 3(-1) + 1 + g(-1)$ $-1 - 2 - 1 = -3 + 1 + g(-1)$ $-4 = -2 + g(-1)$ $g(-1) = -2$ Ö4, Ö7	2	13
Uzun yol	$(f + g)(x) = x^3 + 2x - 1$ ise $f(x) + g(x) = x^3 + 2x - 1$ ifadesinde $g(x)$ yalnız bırakılırsa $g(x) = x^3 + 2x - 1 - f(x)$ $g(x) = x^3 + 2x - 1 - (3x + 1)$ $= x^3 + 2x - 1 - 3x - 1$ $= x^3 - x - 2$ $g(-1) = (-1)^3 - (-1) - 2$ $= -1 + 1 - 2$ $= -2$ Ö2, Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15	11	73
Yanlış	Ö6	1	7
Boş	Ö1	1	7

Rittle-Johnson ve Schneider'a (2015) göre işlemsel akıcılık kavramsal bilgi ile pozitif ilişkilidir. Tablo 5.23'te sunulan soru ile fonksiyonlarda dört işlem konusu ile ilgili verilen diğer iki soru birlikte değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının fonksiyonlarda dört işlem konusu ile ilgili kavramsal bilgi eksiklikleri onların işlemsel akıcılığını olumsuz etkilediği, her ne kadar soruyu doğru yanıtlasalar da sonuca kısa yoldan götürecek çözüm stratejisini fark etmediklerini göstermektedir.

Tablo 5.24: Soru 24'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 24: $f : A \rightarrow B$ fonksiyonu verilsin. Tanım kümesindeki elemanların her biri, değer kümesinde bulunan farklı bir eleman ile eşleşiyorsa f fonksiyonuna bire bir fonksiyon denir.

Yukarıda verilen tanımı sembolik mantık dili ile ifade ediniz.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	<ul style="list-style-type: none"> $\forall x_1, x_2 \in A$ için $x_1 \neq x_2$ iken $f(x_1) \neq f(x_2)$ veya $\forall x_1, x_2 \in A$ için $f(x_1) = f(x_2)$ iken $x_1 = x_2$ <p>oluyorsa f fonksiyonu birebirdir.</p> <p>Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö9, Ö15</p>	7	47
Eksik	<p>$f(x_1) = f(x_2)$ iken $x_1 = x_2$</p> <p>Ö12</p>	1	7
Yanlış	<ul style="list-style-type: none"> $x_1 = x_2$ iken $f(x_1) = f(x_2)$ (Ö7, Ö10) A kümesinde 1 elma, 1 armut, 1 muz ve 1 erik varsa ve B kümesinde de aynı elemanlar varsa aynı çeşitteki meyveler birbiri ile eşleşir ve bu verilen fonksiyonun bire birliğini gösterir. (Ö8) <ul style="list-style-type: none">  <p>Ö6</p> 	6	40

Hiebert ve Lefevre (1986) işlemsel bilginin iki bileşeni olduğunu belirtmişlerdir. Birincisi, matematiğin simgesel dili ya da sembolik gösterimlerinin bilinmesi iken diğer bileşeni ise matematiksel problemleri çözebilmek için ilgili kuralların ve algoritmaların bilinmesidir. Matematiksel simge ve dili kullanma ve kullanımını irdeleme öğretimin matematiksel görevlerinden biridir (Ball vd., 2008). Tablo 5.24'te sunulan soruda öğretmen adaylarından birebir fonksiyon tanımını sembolik mantık dili ile ifade etmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının 7si tam ve doğru şekilde sembolik mantık dilini kullanırken 6 öğretmen adayı yanlış ve alakasız yanıtlar vermiştir. Yeşildere'de (2007) çalışmasında öğretmen adaylarının matematiksel alan dilini yeterli şekilde kullanamadıkları sonucuna ulaşmıştır. Doğan ve Güner (2012) ise İlköğretim Matematik Öğretmen adaylarının sınıf düzeyine göre

matematiksel dili anlayabilme ve kullanabilme düzeylerinde anlamlı farklılıklar olduğunu, sınıf seviyesi ilerledikçe öğretmen adaylarının matematiksel dili anlama ve kullanma düzeylerinin arttığını ifade etmektedirler. 24. soruya verilen yanıtlardan elde edilen bulgular Yeşildere'nin çalışması ile paralellik göstermektedir. Ancak 3. ve 4. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının sözel bir tanımını sembolik mantık dili ile ifade etmekte Doğan ve Güner'in (2012) çalışmasındaki gibi daha yetkin olmaları beklenirken sonuçlar beklentinin altında kalmıştır.

Tablo 5.25: Soru 25'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 25: $f: A \rightarrow B$, $f(x)$ verildiğinde			
$\forall y \in B$ için $y = f(x)$ olacak şekilde $\exists x \in A$ var ise f fonksiyonu örtendir.			
a) Şeklinde verilen örten fonksiyon tanımını sözel olarak ifade ediniz.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	<ul style="list-style-type: none"> $f: A \rightarrow B$ bir fonksiyon olmak üzere $f(A)=B$ ise fonksiyon örtendir. ((Ö2, Ö9, Ö15) Değer kümesinde açıkta eleman kalmıyorsa f fonksiyonu örtendir. (Ö5, Ö10, Ö12) Değer kümesindeki her bir eleman için tanım kümesinde öyle bir eleman olmalı ki bu elemanın görüntüsü değer kümesindeki o eleman olsun. (Ö1) 	14	93
Yanlış	Görüntü kümesindeki her eleman için en az bir eleman tanım kümesinde bulunuyorsa örtendir. (Ö7)	1	7
b) Şeklinde verilen örten fonksiyon tanımını öğrencilerinize nasıl açıklarsınız?			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	Örten fonksiyon tanımını sözel olarak açıklarım. (Ö1, Ö4, Ö8, Ö11, Ö12, Ö15)	6	40
	Günlük hayat örnekleri veririm. (Ö3, Ö6, Ö7, Ö13)	4	27
	Venn şeması kullanarak açıklarım. (Ö5, Ö10, Ö14)	3	20
	Fonksiyonun grafiğini çizerek açıklarım. (Ö2, Ö9)	2	13
c) Tanımını bu şekilde vermek sizce uygun mudur? Neden?			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Uygun	Bence doğrudur. Öğrencinin matematik diline alışmasını sağlar. (Ö2)	4	27
Uygun değildir	Günlük hayatla bağdaştırmak kalıcı öğrenmeyi sağlar. (Ö3) Sözel olarak açıklanmalı. (Ö6)	8	53
Boş	Ö1, Ö4, Ö15	3	20

Tablo 5.25’te sunulan sorunun a şıkkı incelendiğinde öğretmen adaylarının sembolik mantık dilini anlamakta, sembolik mantık dilini kullanmayı gerektiren 24. soruya göre çok daha başarılı oldukları görülmektedir. Sembolik mantık dili ile ifade edilmiş örten fonksiyon tanımını öğrencilerine nasıl açıklayacakları sorulduğunda ise 6 öğretmen adayı tanımlı sözel olarak açıklayacağını ifade etmiştir. Örten fonksiyonu açıklamak için ders kitaplarında en çok kullanılan temsil şekli venn şeması ile gösterim olmasına rağmen sadece 3 öğretmen adayı bu gösterimi tercih etmiştir. Öğretmen adaylarının 8’i sembolik mantık dili ile tanımlı vermenin uygun olmayacağını ifade ederken 4 öğretmen adayı öğrencilerin bu dile alışmaları için tanımın bu şekilde verilmesini uygun bulmuştur. Öğretmenlerin matematiksel dili doğru kullanmalarının önemini vurgulayan Yeşildere (2007) çalışmasında öğretmen adaylarının matematiksel dilin kullanımında yetersiz olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmada ise öğretmen adayları sembolik mantık dilini açıklamakta sorun yaşamazken kullanmakta zorluklar yaşadıkları görülmektedir. Gürefe (2018) çalışmasında öğretmen adaylarının matematiksel dili yeterince kullanamadıklarını ve genellikle kavramları sembollerle açıklayamadıklarını belirlemiştir.

Tablo 5.26: Soru 26’ya ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 26: R de tanımlı tek ve çift fonksiyonları ayırt etmeleri için öğrencilerinize nasıl bir kural verirdiniz?			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Tanım	$f(-x) = f(x) \Rightarrow$ çift fonksiyon $f(-x) = -f(x) \Rightarrow$ tek fonksiyon Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15	11	69
Terim	<ul style="list-style-type: none"> Terimlerin derecelerine göre karar vermelerini söyledim. (Ö1) $f(x) = x^n$ olmak üzere n tek ise tek, n çift ise çift fonksiyondur. (Ö11) 	4	25
Grafik	$f(x) = f(-x)$ ise çift fonksiyondur ve y eksenine göre simetrikse çifttir. (Ö2)	1	6

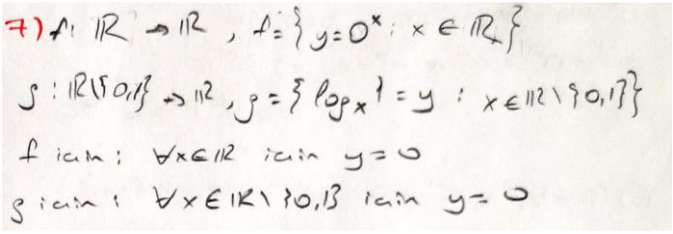
Matematik dersleri kavramsal ağırlıklı işlenmediği zaman konular öğrenme yerine ezberlenmektedir (Leinwand vd., 2014). Tablo 5.26’da yer alan soruda öğretmen adaylarından tek ve çift fonksiyonları ayırt etmek için bir kural vermeleri istenmiştir ancak öğretmen adaylarının büyük bir kısmı kural vermek yerine tek ve çift fonksiyon kavramlarını

açıklamayı tercih etmiştir. 4 öğretmen adayı fonksiyonu oluşturan terimlerin derecelerine ilişkin bir kural vermişlerdir ancak kuralı gerekli şekilde sınırlandırmadıkları için (örneğin bir polinom fonksiyonda tüm terimlerin dereceleri tek sayı ise fonksiyon tek, çift sayı ise çift fonksiyondur) kullanışlı olmamıştır. Yalnız bir öğretmen adayı tanımla beraber çift fonksiyonların grafik özelliğine vurgu yapmıştır.

Tablo 5.27: Soru 27'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 27: $f: A \rightarrow B$ ve $g: A \rightarrow B$ iki fonksiyon olmak üzere $\forall x \in A$ için $f(x) = g(x)$ oluyorsa f ve g fonksiyonlarına **eşit fonksiyonlar** denir ve $f = g$ biçiminde gösterilir.

Buna göre eşit fonksiyonlara bir örnek veriniz.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	<ul style="list-style-type: none"> $A = \{1,2\} B = \{2,3,5,6\}$ $f: A \rightarrow B, f(x) = x^2 + 1$ $g: A \rightarrow B, g(x) = 3x - 1$ ise $f = g$ Ö15	6	40
Eksik	<ul style="list-style-type: none"> $A = \{-1,0,1\} B = \{0,1,2\}$ $f(x) = x^3 - 1$ ve $g(x) = x - 1$ ise $f = g$ Ö3	6	40
Yanlış	 Ö14	3	20

Belirli bir matematiksel noktaya dikkat çekmek için bir örnek bulma öğretimin matematiksel görevlerinden biridir (Ball vd., 2008). Tablo 5.27'de yer alan 27. soruda öğretmen adaylarından eşit fonksiyonlara örnek vermeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının tamamı cebirsel örnekler verirken 6'sı tam ve doğru örnekler vermiştir. Diğer 6 öğretmen adayı tanım ve değer kümelerini belirtmemiş ya da fonksiyonların nerden nereye tanımlı

olduklarını göstermemişlerdir. 3 öğretmen adayının verdiği örnekler ise eşit fonksiyon olma özelliği taşımamaktadır.

Tablo 5.28: Soru 28'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 28: Fonksiyonlarda cebirsel işlemleri ($f + g$, $f - g$, $f \cdot g$, f/g) gerçekleştirebilmek için gerek ve yeter şart nedir? Öğrencilerinize açıklamak için bir örnek gösteriniz.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Şart	<ul style="list-style-type: none"> Tanım kümelerinin kesişimi boş kümeden farklı olmalıdır. İşlemler bu kümeden tanımlanmalıdır. (Ö3) Tanım ve Görüntü kümelerinde ortak elemanlar olmalıdır. (Ö6) 	13	87
Bölme	Bölme işleminde paydayı sıfır yapan değere dikkat edilmelidir. (Ö6, Ö7, Ö8)	3	
Boş		2	13
Doğru örnek	<ul style="list-style-type: none"> $f = \{(2,5)\}$ $g = \{(2,6)\}$ $2f + 3g = \{(2,28)\}$ (Ö5) $A = \{2,3,5\}$ $f: A \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = x^2$ $B = \{2,3\}$ $g: A \rightarrow \mathbb{R}$, $g(x) = x$ $(f + g)(5)$ bulunamaz çünkü B kümesinde 5 yok Ö1	4	27
Yetersiz örnek	$f(x) = 13x$, $g(x) = 5x$ $f(x) - g(x) = 8x$ Ö2	2	13

Tablo 5.28'de öğretmen adaylarına fonksiyonlarda cebirsel işlemleri gerçekleştirebilmek için gerek ve yeter şartı sorulduğunda 12 öğretmen adayı "iki fonksiyonun toplam, fark, çarpım ve bölümlerinin tanım kümesi, bu iki fonksiyonun tanım kümelerinin kesişimidir." şeklinde açıklamıştır. 3 öğretmen adayı ek olarak bölme işleminde paydayı sıfır yapan değere dikkat edilmesi gerektiğini ifade etmiştir. 2 öğretmen adayı soruyu yanıtlamamıştır. Yukarıda sunulan fonksiyonlarda dört işlem konusu ile ilgili sorularla beraber incelendiğinde öğretmen adaylarının çoğunun bu konuya ilişkin kavramsal bilgiye sahip oldukları ve cebirsel tipte verilen sorularda sıralı ikili gösterimine göre daha başarılı oldukları sonucuna varılabilir. Öğretmen adaylarının fonksiyonun farklı gösterimlerinde

sınırlılıkları olmasına rağmen bu konuda alan bilgisine sahiptirler. Ancak öğrencilerine açıklamaları için örnekler vermeleri istendiğinde yalnız 4 öğretmen adayı konuya özgü örnek verebilmiştir.

Tablo 5.29: Soru 29'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 29: Fonksiyonun grafiğini çizmek ne anlama geliyor? Doğrusal fonksiyonun grafiğini çizmeleri için öğrencilere nasıl bir yol gösterirdiniz? Açıklayınız.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Tanım	Bağımlı değişkenin değişimini incelemek için bize kolaylık sağlar. (Ö1)	1	7
	Fonksiyonun eşlediği iki elemanı koordinat sisteminde göstermek anlamına gelir. (Ö3)	2	13
	Fonksiyonun aldığı değerleri geniş bir çerçeveden görmemizi sağlıyor. (Ö10)	1	7
	Onları görselleştirip derli toplu tutmaktır.	1	7
	Fonksiyonun tanım ve görüntü kümelerini görmemizi sağlar. (Ö7)	1	7
	Koordinat sisteminde x'in tanım kümesi ve y'nin görüntü kümesi olup fonksiyonu şekillendirmek. (Ö13)	1	7
	Koordinat sisteminde verilen fonksiyonun köklerini bularak x eksenini kestiği noktaların ve tanım kümesinde verilen x değerlerinin değer kümesindeki y değerlerinin gösterilmesidir. (Ö12)	1	7
Kural	$y = f(x)$ fonksiyonunda x yerine 0 yazarak fonksiyonun grafiğinin y eksenini kestiği nokta; y yerine 0 yazarak da grafiğin x eksenini kestiği nokta bulunur. (Ö1, Ö2, Ö6, Ö9, Ö15)	5	33
	Fonksiyona ait iki nokta bulup grafiği çizdirirdim. (Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14)	9	60
	$f(x) = x$ fonksiyonunu bildiklerinden emin olduktan sonra yapılan ekleme çıkarmalarla doğrusal fonksiyonu çizmeyi öğrettirdim. (Ö10)	1	7

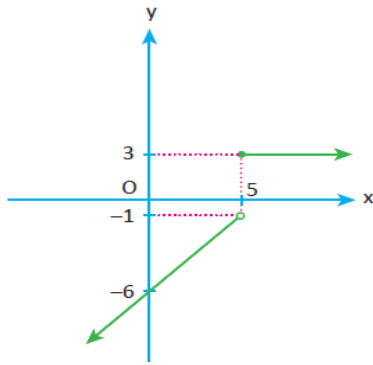
Tablo 5.29'da öğretmen adaylarından fonksiyonun grafiğini çizmenin ne anlama geldiğini sorduğumuzda 8 öğretmen adayı açıklama yapmıştır. Bir fonksiyonun grafiği fonksiyona ait bütün noktaların koordinat sisteminde gösterilmesiyle oluşan noktalar kümesi anlamına gelirken bu tanıma en yakın açıklamayı 2 öğretmen adayı yapmıştır. Şandır'ın (2006) tezinde öğretmen adaylarına sorduğu benzer bir soruya (Bir fonksiyonun grafiğini neden çizeriz?) öğretmen adaylarının hemen hepsi fonksiyonu görselleştirmek ve fonksiyonun hareketini

kestirebilmek için çizildiğini söylemişlerdir. Yukarıdaki tabloda sunulan açıklamalarda da Şandır'ın (2006) bulgularına paralel ifadeler yer almaktadır.

Doğrusal fonksiyonun grafiğini çizmek için nasıl bir yol gösterirsiniz sorusuna ise 9 öğretmen adayı fonksiyona ait en az iki nokta bulup birleştirerek grafiği çizebileceklerini ifade etmişlerdir. 5 öğretmen adayı ise öğrencilerine eksenleri kesen noktaları bulmaları için x ve y 'ye 0 değerini vermeleri şeklinde bir yol göstermektedir. Bu yanıtla öğretmen adaylarının arasında doğrusal fonksiyonun grafiğinin x ve y eksenlerinin her ikisini de kesen bir doğru olması gerektiği gibisinden bir yanlış algılama olduğu görülmektedir.

Tablo 5.30: Soru 30'a ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 30: Grafiği verilen f fonksiyonunun tanım ve görüntü kümelerini bulunuz.



Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	<ul style="list-style-type: none"> Grafik üzerindeki her noktadan y eksenine paralel çizilen doğruların x ekseninde kestiği noktalar tanım kümesi olduğundan fonksiyonun tanım kümesi \mathbb{R} olur. Grafik üzerindeki her noktadan x eksenine paralel çizilen doğruların y ekseninde kestiği noktalar fonksiyonun görüntü kümesi olduğundan fonksiyonun görüntü kümesi $(-\infty, -1) \cup \{3\}$ olur. 	5	33
Eksik	Tanım kümesi doğru görüntü kümesi yanlış <ul style="list-style-type: none"> Görüntü kümesi: $(-\infty, 5]$ (Ö3) Görüntü kümesi: $\mathbb{R} - \{[1, 3]\}$ (Ö2, Ö9) Görüntü kümesi: $(-\infty, 3]$ (Ö4, Ö6, Ö10) 	7	47
	Görüntü kümesi doğru tanım kümesi yanlış <ul style="list-style-type: none"> Tanım kümesi: $(-\infty, +\infty) - \{5\}$ (Ö7) 	1	7
Yanlış	<p>Tanım kümesi -</p> <p>Görüntü kümesi $[-6, -1) \cup (-1, 3]$</p> <p>Ö15</p>	1	7
Boş	Ö8	1	7

Tablo 5. 30'da sunulan soruda öğretmen adaylarından grafiği verilen fonksiyonun tanım ve görüntü kümelerini bulmaları istenmiştir. Yalnız 5 öğretmen adayı bu soruyu doğru yanıtlarken 7 öğretmen adayı görüntü kümesini yanlış bulmuştur. Markowitz vd.'nin (1986) çalışmasında öğrencilerin görüntü kümesinin değer kümesinin bir alt kümesi olduğunu anlamakta ve parçalı fonksiyonlarda zorlandıkları rapor edilmiştir. Öğretmen adayları şekilde verilen parçalı fonksiyonun grafiğinin görüntü kümesini bulmakta Markowitz vd.'nin (1986) de belirttiği gibi zorlanmışlardır. Özkaya ve İşleyen (2012) fonksiyonlardaki tanım ve görüntü kümesini cebirsel ve geometriksel olarak belirlemeye yönelik kavram yanılgılarını araştırdıkları çalışmalarında öğretmen adaylarının cebirsel gösterime göre geometriksel gösterimde daha çok zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Parçalı bir fonksiyonun grafiğini tanım ve değer kümesi ile ilişkilendirilmesinin istenildiği Tablo 5.14'te sunulan 14. soruya öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlarla bu soruya verilen yanıtlar birbirine paraleldir.

İşlemsel akıcılığa ilişkin ABT ve UABT'nin ön test uygulamasından elde edilen bulgular öğretmen adaylarının eşit fonksiyonlar ve fonksiyonlarda dört işlem konularına özgü örnekler vermekte zorlandıklarını, fonksiyonlarda dört işlem konusunu kavramsal olarak bildiklerini ancak cebirsel formda verilen sorularda sıralı ikili gösterimine göre daha başarılı olduklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının sembolik mantık dilini açıklamakta sorun yaşamazken kullanmakta zorluklar yaşadıkları görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları grafiği verilen bir fonksiyonun tanım ve görüntü kümesini belirlemede de zorlanmışlardır.

5.1.2.3 Stratejik Yetkinliğe İlişkin Bulgular

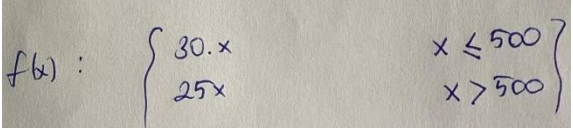
Stratejik yeterlilik ve uyarlanabilir akıl yürütme, öğrencilerin hem gerçek hayatta hem de matematik ve diğer disiplinlerde karşılaşılabilecekleri matematik problemlerini çözmek için matematiksel düşünme yolları geliştirme ihtiyacını temel alır (NRC, 2001). ABT'nde yer alan stratejik yetkinliğe ilişkin sorulara verilen yanıtlardan elde edilen bulgular, bunlara ilişkin yorumlar, açıklamalar ve tartışmalarla birlikte sunulmuştur.

Tablo 5.31'de verilen problemde öğretmen adaylarından parçalı fonksiyon ifadesini cebirsel olarak göstermeleri istenmiştir.

Tablo 5.31: Soru 31'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 31: Bir yayınevi Balıkesir'deki bayisine bir kitabı 30 TL'den vermektedir. Yayınevi ve bayi arasında yapılan sözleşmeye göre bayiinin alım adedi 500'den fazla olduğu durumlarda 500 adedin üzerindeki ilave her kitap için 5 TL prim, yayınevi tarafından bayiye verilecektir.

Buna göre, yayınevinin bayiye sattığı x adet kitaptan elde edeceği geliri gösteren fonksiyonu yazınız.

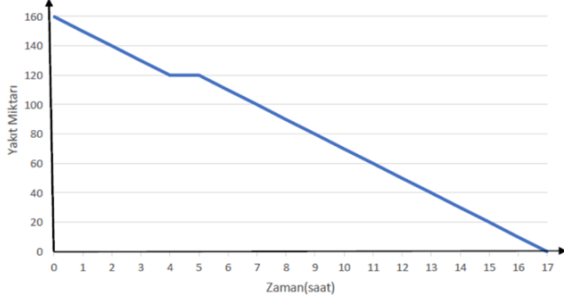
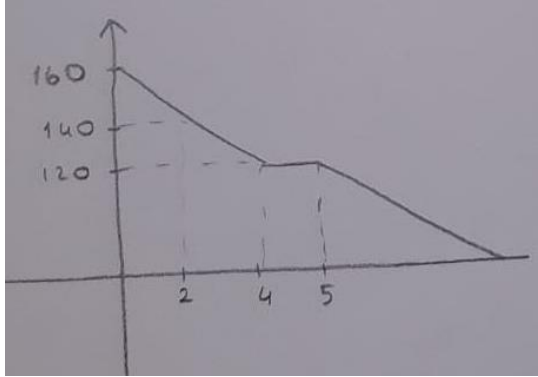
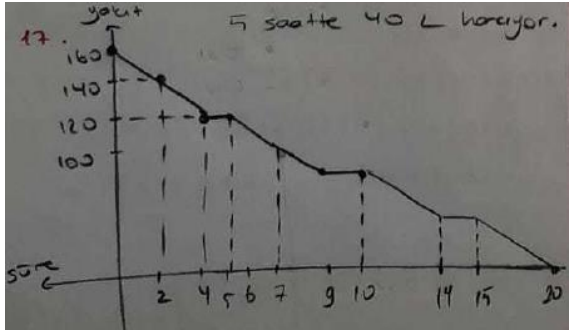
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	$x \leq 500$ için $f(x) = 30x$ $x > 500$ için $f(x) = 30x - (x - 500).5$ $= 30x - 5x + 2500$ $= 25x + 2500$ $f(x) = \begin{cases} 30x, & x \leq 500 \\ 25x + 2500, & x > 500 \end{cases}$ Ö3, Ö4, Ö5, Ö7	4	26
Yanlış	 Ö1, Ö2, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14	10	67
Boş	Ö15	1	7

Öğretmen adaylarından 4'ü problemi doğru yanıtlarken 10 öğretmen adayı yanlış yanıtlamış ve 1 öğretmen adayı yanıtlamamıştır. Öğretmen adayları Tablo 5.30'da sunulan parçalı tanımlanmış fonksiyonun tanım ve görüntü kümesini belirlemede de zorlanmışlardır. Markowitz vd.'nin (1986) çalışmasında da problemin özel doğası ne olursa olsun öğrencilerin en çok zorlandıkları üç fonksiyon türünden birisi parçalı tanımlanmış fonksiyonlardır.

Öğretmen adaylarından Tablo 5.32'de sunulan problemdeki değişimin grafiğini çizmeleri istenmiştir. Sözel olarak ifade edilmiş fonksiyonel bir değişimin grafiğini tam olarak yalnız 2 öğretmen adayı çizmeyi başarmıştır. 6 öğretmen adayının grafiklerinde ise eksik bırakılmış kısımlar vardır. 4 öğretmen adayı grafiği yanlış çizerken 3 öğretmen adayı soruyu yanıtlamamıştır.

Tablo 5.32: Soru 32'ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

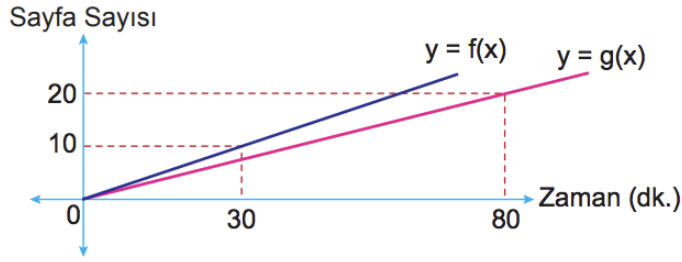
Soru 32: Deposunda başlangıçta 160 litre yakıt bulunan bir araç, her 2 saatte bir 20 litre yakıt harcamaktadır. Araç harekete başladıktan 4 saat sonra 1 saat mola verdiği göre, bu aracın yakıtı bitene kadar deposunda kalan yakıt miktarının zamana bağlı değişimini ifade eden grafiği çiziniz.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	 <p>Ö1, Ö8</p>	2	
Eksik	 <p>Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10</p>	6	
Yanlış	 <p>Ö7, Ö11, Ö12, Ö14</p>	4	
Boş	Ö4, Ö13, Ö15	3	

Tablo 5. 33'te ise grafikten yola çıkarak problemin çözümü istenmiştir.

Tablo 5.33: Soru 33'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 33:



Yukarıda iki öğrencinin okudukları sayfa sayılarının zamana göre değişimlerini gösteren f ve g fonksiyonlarının grafikleri verilmiştir.

Buna göre kaç dakika sonra iki öğrencinin okudukları toplam sayfa sayısı 140 olur?

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Orantı	<p>Doğru</p> <p>$f(x) =$ 30 dk' da 10 sayfa $g(x) =$ 60 dk' da 20 sayfa</p> <p>240 dk' da 140 sayfa</p> <p>Ö2, Ö5, Ö7, Ö9, Ö11</p>	5	33
	<p>Yanlış</p> <p>I → 30dk 10sayfa 60dk 20sayfa II → 80dk 20sayfa 80dk 40sayfa 70dk 35sayfa 250dk 140 sayfa</p> <p>Ö1</p>	1	7
Cebirsel	<p>Doğru</p> $f(x) = \frac{x}{3}$ $g(x) = \frac{x}{4}$ $f(x) + g(x) = 140$ $\frac{x}{3} + \frac{x}{4} = 140$ $x = 240$ <p>Ö8, Ö10, Ö12</p>	3	20
	<p>Yanlış</p> <p>18. $g(x) : y - 20 = \frac{1}{4}(x - 80)$ $y = \frac{x - 80}{4} + 20 \Rightarrow y = \frac{x}{4}$</p> <p>$f(x) : y - 10 = \frac{1}{3}(x - 30)$ $y = \frac{x}{3}$</p> <p>$140 = \frac{4x + 3x}{12} \Rightarrow 140 = \frac{7x}{12} \Rightarrow x = 220$</p> <p>Ö14</p>	1	7
Boş	Ö3, Ö4, Ö6, Ö13, Ö15	5	33

Öğretmen adayları 33. sorunun çözümünde cebirsel ve orantı olmak üzere iki farklı strateji kullanmışlardır. Orantı stratejisini kullanan öğretmen adaylarının sayısı cebirsel gösterimden yararlanarak soruyu çözmeye çalışanlardan fazladır. Yanlış yanıtlar ise işlem hatasından kaynaklanmaktadır. 5 öğretmen adayı soruyu yanıtlamamıştır.

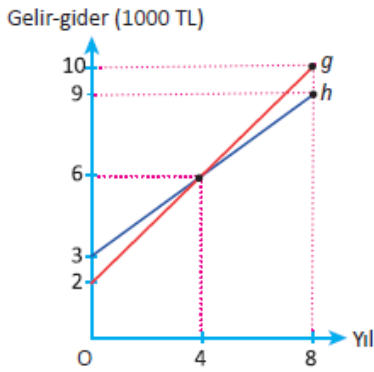
Tablo 5.34’de yer alan problemde zamana bağlı gelir ve gider değişimleri cebirsel olarak verilmiş ve gelir gider fonksiyonlarının grafiklerini çizmeleri istenmiştir.

Tablo 5.34: Soru 34’e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 34: Bir firmanın zamana (x yıl) bağlı gelir (1000 TL) fonksiyonu $g(x)$, gider fonksiyonu $h(x)$ tir.

$0 \leq x \leq 8$ için , $g(x) = x + 2, h(x) = 3/4 x + 3$ olarak verildiğine göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) $g(x)$ ve $h(x)$ fonksiyonlarının grafiklerini aynı koordinat sisteminde çiziniz.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	 <p>Ö1, Ö5, Ö7, Ö8, Ö12, Ö14</p>	6	40
Boş	Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15	9	60

b) Gelir ve giderin hangi yılda eşit olduğunu bulunuz.

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	$h(x) = g(x)$ $\frac{3}{4}x + 3 = x + 2$ $\frac{3}{4}x - x = 2 - 3$ $-\frac{x}{4} = -1$ $x = 4$ <p>Firmanın 4. yılındaki gelir ve gideri birbirine eşit olur.</p> <p>Ö1, Ö2, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö12, Ö14</p>	8	53
Boş	Ö3, Ö4, Ö6, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15	7	47

Tablo 5.34 (devam)

c) Hangi yıldan itibaren gelir gider farkının 1000 TL ve üzerinde olacağını bulunuz.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	$g(x) - h(x) \geq 1$ $x + 2 - \left(\frac{3}{4}x + 3\right) \geq 1$ $x + 2 - \frac{3}{4}x - 3 \geq 1$ $\frac{x}{4} - 1 \geq 1$ $\frac{x}{4} \geq 2$ $x \geq 8$ <p><i>Bu durumda 8. yıldan itibaren gelir gider farkı 1000 TL ve üzerinde olur.</i> Ö5, Ö7, Ö14</p>	3	20
Yanlış	$x+2 - \left(\frac{3}{4}x+3\right) > 1000$ $x+2 - \frac{3}{4}x - 3 > 1000$ $\frac{x}{4} > 1001$ $x > 4004$ <p>Ö1, Ö2</p>	2	13
Boş	Ö3, Ö4, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15	10	67
ç) Hangi yılda gelirin gidere oranının 8/9 olacağını bulunuz.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	<p><i>x yıl sonra gelirin gidere oranı $\frac{8}{9}$ ise $\frac{g(x)}{h(x)} = \frac{8}{9}$ olmalıdır.</i></p> $\frac{x + 2}{\frac{3}{4}x + 3} = \frac{8}{9}$ $9x + 18 = 6x + 24$ $x = 2$ <p><i>Bu durumda 2. yılda gelir gider oranı 8/9 olur.</i> Ö2, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö12, Ö14</p>	7	47
Boş	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15	8	53

Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu grafik çizmelerinin istendiği a şıkkını yanıtlamamıştır. b şıkkını yanıtlayan öğretmen adaylarından da yalnızca ikisi çizdikleri grafikten yararlanmış diğerleri cebirsel olarak soruyu çözmüştür. Aynı şekilde c şıkkının çözümünde de öğretmen adayları grafik çözümündense cebirsel çözümü tercih etmişlerdir.

Eşitsizlik içeren c şikkını yanıtlamayan öğretmen adayları orantı içeren ç şikkındaki soruyu yanıtlamışlardır.

Problem çözmedeki başarı aynı zamanda öğrencilerin temsiller arasında esnek hareket edebilmeleriyle de ilgilidir. Öğrenciler bir soruna birkaç bakış açısıyla yaklaşabilmeli ve durumu anlayana ve onları çözüme götürecek bir yol izleyene kadar temsiller arasında geçiş yapmaya teşvik edilmelidir. Bu, öğrencilerin temsilleri kendi başlarına bir amaç olarak değil, sorunları çözmelerine yardımcı olmak için kullanabilecekleri araçlar olarak gördükleri anlamına gelir (Leinwand vd., 2014).

Stratejik yetkinliğe ilişkin ABT ve UABT'nin ön test uygulamasından elde edilen bulgular öğretmen adaylarının farklı temsiller arasında geçiş yapmalarını gerektiren problemler karşısında zorlandıklarını göstermektedir.

5.1.2.4 Uyarlamalı Akıl Yürütmeye İlişkin Bulgular

Öğrencilerin üst düzey düşünme fırsatına sahip olmalarını sağlamak için öğretmenler, muhakeme ve problem çözmeyi teşvik eden görevleri düzenli olarak seçmeli ve uygulamalıdır (Leinwand vd., 2014). ABT ve UABT'nde yer alan uyarlamalı akıl yürütmeye ilişkin sorulara verilen yanıtlardan elde edilen bulgular; bunlara ilişkin yorumlar, açıklamalar ve tartışmalarla birlikte sunulmuştur.

Tablo 5.35'te yer alan soruda öğretmen adaylarından tam sayılarda tanımlı bir doğrusal fonksiyonun örten veya içine olup olmadığını incelemeleri istenmiştir.

Öğretmen adaylarının 9'u soruyu doğru yanıtlarken, soruyu yüzeysel olarak değerlendiren 4 öğretmen adayı yanlış yanıtlamıştır. 2 öğretmen adayının yanıtı ise net değildir. Öğretmen adaylarının açıklamalarından örten ve içine fonksiyon kavramlarının tanımlarını bildikleri anlaşılmaktadır. Ancak soruyu yanlış yanıtlayan öğretmen adayları fonksiyonun tanım ve görüntü kümesini dikkate almamışlardır. Özkaya ve İşleyen (2012) de çalışmalarında öğretmen adaylarının verilen fonksiyonu düşünmeden sadece tanım kümesinden yola çıkarak görüntü kümesini bulmaya odaklanma kavram yanılıgısına düştüklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 5.35: Soru 35'e ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 35: $f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}, f(x) = 3x - 2$ fonksiyonunun örten veya içine olup olmadığını inceleyiniz.			
Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Doğru	<p>$\forall x \in \mathbb{Z}$ için $3x - 2$ daima tek sayıdır. Bu durumda değer kümesindeki çift sayılar açıkta kalır. Dolayısıyla f örten fonksiyon değil içine fonksiyondur.</p> <p>10) Örten değildir. $3x-2=0$ dırtı için $x=\frac{2}{3}$ dırtı. Ana tanım kümesi \mathbb{Z} kümesi. İçine bir fonksiyondur. 0 değeri kümesinde açıkta kalıyor.</p> <p>Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13</p>	9	60
Yanlış	<p>10) Fonksiyonun değeri kümesinde açıkta eleman kalmamaktadır. Bu nedenle fonksiyon örten dir.</p> <p>Ö5, Ö7, Ö8, Ö11</p>	4	27
Belirsiz	<p>10) Tanım kümesindeki elemlerin değeri kümesindeki elemlerin tamamıyla eşleşmesi örten fonksiyondur</p> <p>$x=-3$ $f(-3)=-11$ $x=-2$ $f(-2)=-8$ $x=-1$ $f(-1)=-5$ $x=0$ $f(0)=-2$ $x=1$ $f(1)=1$ $x=2$ $f(2)=4$ $x=3$ $f(3)=7$</p> <p>Değeri kümesinde en az bir eleman açıkta kalıyorsa içine fonksiyon denir,</p> <p>Ö14, Ö15</p>	2	13

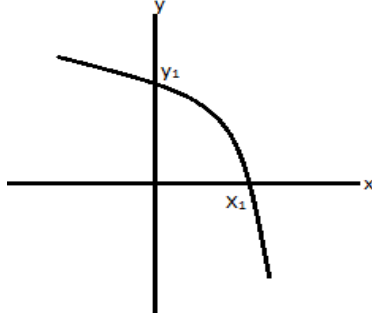
Tablo 5.36'da sunulan soruda öğretmen adaylarından bir öğrencinin bir soruya verdiği yanıtı değerlendirerek kavram yanlışısını tespit etmeleri ve bu yanlışığı nasıl giderebileceklerini açıklamaları istenmiştir.

5 öğretmen adayı Tablo 5.36'daki soruyu yanıtsız bırakmıştır. Ball ve meslektaşlarının (2008) belirttiği gibi bazı öğretmenler hatalı bir öğrenci yanıtının nedenini uzmanlık alan bilgilerini kullanarak açıklarken, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini bilen ve deneyimli öğretmenlerin alan ve öğrenci bilgilerini kullanarak açıklama yapacaklarını ifade etmiştir. Sınıf ortamı deneyimi olmayan öğretmen adayları Tablo 5.36'daki hatalı bir öğrenci yanıtının nedenini uzmanlık alan bilgilerini kullanarak açıklamışlardır.

Tablo 5.36: Soru 36'ya ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

Soru 36: Şekilde verilen $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiği için
 $f(x_1) = y_1$

Değerini bulan bir öğrenci



a) Nasıl düşünmüş olabilir?

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Açıklama	<p>a) sadece grafiğin x eksenini kesen noktasının y eksenini kesen noktasına eşit olduğunu düşünmüş olabilir.</p> <p>Ö6</p>	10	
Boş	Ö2, Ö4, Ö9, Ö11, Ö15	5	

b) Öğrencinin nasıl düşündüğüne dair fikrinizin doğruluğunu test etmek için kendisine ne sorardınız?

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Açıklama	<p>Bir doğrusal fonksiyon grafiği vererek aynı soruyu yöneltebilirdim. Ö12</p> <p>Koordinat sisteminde bir noktayı nasıl belirleriz? Mesela (1,2) noktası nerededir? Ö6</p> <p>Grafiğe x_1 noktasından çıkıp bittiği noktayı y eksenini ile birleştirirsen hangi noktaya gelirdin? Ö1</p>	10	
Boş	Ö2, Ö4, Ö9, Ö11, Ö15	5	

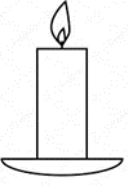
c) Bu Öğrencinin kavram yanlışlığını nasıl giderirdiniz?

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Açıklama	<ul style="list-style-type: none"> y eksenine paralel doğrular çizip x değerleri için y'nin değerlerini bulmasını söyledim. Ö3 Doğrusal fonksiyonun grafiğini çizmesini isterim. Ö12 0 dan başlayarak x_1 e kadar fonksiyona değer vermesini isterim. x_1 için 0 değerini bulduğunda bunun y_1 e eşit olmadığını gösteririm. Ö10 Eksenler arasındaki ilişkiyi anlatıp örnekler verirdim. Ö13 Grafiğe farklı bir x_2 değeri daha tanımlardım. Ö8 Koordinat düzleminde nokta tanımını yapardım ve daha sonra bu fonksiyonun noktalarını oluştururdum. Ö7 	10	
Boş	Ö2, Ö4, Ö9, Ö11, Ö15	5	

Tablo 5.37’de sunulan soruda da yine öğretmen adaylarının hatalı bir öğrenci yanıtına yönelik verilen diyalogu tamamlamaları istenmiştir.

Tablo 5.37: Soru 37’ye ait kategori, örnek yanıt, frekans ve yüzde değerleri.

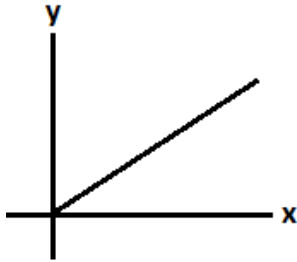
Soru 37: Öğrencilerinizden aşağıdaki durumu açıklayan bir grafik çizmelerini istediğinizi varsayın ve buna göre verilen diyalogdaki boş bırakılan kısımları tamamlayınız.

	<p>Bir mum her geçen saat aynı miktarda yanmaktadır.</p> <p>x: geçen saat sayısı</p> <p>y: mumun cm cinsinden yüksekliği</p>
---	--

Öğretmen: Bu duruma dikkatlice bakın. Y'nin x'e nasıl bağımlı olacağını göstermek için bir grafik çizebilir misiniz?

Çizdiğiniz grafiği gösterin ve nasıl çizdiğinizi açıklayın lütfen.

Öğrenci: Zaman ilerledikçe mumun erimesi de artmaktadır. Bu yüzden böyle bir grafik çizdim.



Öğretmen:.....

Kategori	Örnek yanıtlar	f	%
Öğrenciye sorular sorarak yanlışı fark ettirip doğru yanıtı bulmasını sağlamaya çalışmak.	<p>Öğretmen: peki y grafiği neyi temsil etmektedir?</p> <p>Öğrenci: mumun cm cinsinden yüksekliğini hocam</p> <p>Öğretmen: mum eridikçe yüksekliği ne olur?</p> <p>Öğrenci: azalır hocam</p> <p>Öğretmen: peki ya azalmış mı?</p> <p>Öğrenci: hayır hocam artmış azalması gerekiyor tam tersi olması gerekiyor. Zaman arttıkça mumun yüksekliği azalacaktır.</p> <p>Ö12</p>	3	20
Yanlış yaptığını söyleyip doğruyu açıklamak.	<p>Öğretmen: Evet dediğin doğru ancak grafiğin de bir hata var. Dediğin gibi zaman ilerledikçe mumun erimesi artar. Dolayısıyla yüksekliği azalır. O yüzden grafiğindeki y değerleri azalacak şekilde çizilmeli.</p> <p>Ö3</p>	12	80

Öğretmen adaylarının yanıtları incelendiğinde yalnız 3 öğretmen adayının öğrenciye sorular sorarak hatasını anlamasını sağlamaya çalıştığı görülmektedir. Diğer öğretmenler ise öğrencinin yanlış yanıt verdiğini söyleyerek doğrusunu açıklamışlardır. Oysa etkili matematik öğretimi, öğrencilerin akıl yürütmelerini ve önemli matematiksel fikirler ve ilişkiler hakkında anlam oluşturmalarını değerlendirmek ve ilerletmek için amaçlı sorular kullanır. Amaçlı sorular, öğretmenlerin öğrencilerin neyi bildiklerini fark etmelerine ve çeşitli anlayış düzeylerini karşılamak için dersleri uyarlamalarına, öğrencilerin önemli matematiksel bağlantılar kurmalarına yardımcı olmalarına ve öğrencilerin kendi sorularını oluşturmalarına destek olmalarına olanak tanır (Leinwand vd., 2014).

Her ne kadar alan bilgisi ve uzmanlık alan bilgisi testlerinde yer alan sorular kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme başlıkları altında sınıflandırılmış olsalar da matematiksel yetkinliğin doğası gereği bu yeterlilikler bir ipliği oluşturan parçalar gibi birbiriyle iç içe geçmiştir (NRC, 2001). Dolayısıyla testteki soruların çoğu yalnız bir yeterliliği ölçmemektedir. Örneğin stratejik yetkinlik başlığında yer alan bir soru aynı zamanda işlemsel akıcılığı ölçerken farklı temsiller arasındaki geçişi sorguladığında örtük olarak kavramsal anlamayı da ölçmektedir.

ABT ve UABT'nin ön test uygulaması sonucunda elde edilen bulgular ışığında öğretmen adaylarının fonksiyonu bağıntıdan hareketle tanımladıkları, öğrencilerine açıklarken de aynı tanımları tercih ettikleri dolayısıyla yeni öğretim programına uygun davranmadıkları söylenebilir. Öğretmen adaylarının bazılarının fonksiyonun iki temel özelliğinden biri olan rastgele eşleme yapabilme (keyfilik) özelliğini dikkate almadıkları ve fonksiyonun kuralla dayalı bir forma sahip olduğunu düşündükleri görülmektedir. Literatürde yer alan bazı kavram yanılgılarına öğretmen adaylarının da sahip oldukları yine ön test bulgularında gözlenmektedir. Bu kavram yanılgıları arasında denklem ve fonksiyon kavramlarını karıştırma, fonksiyon tanımı ile birebir fonksiyon tanımını karıştırma, grafik ile ilgili kavram yanılgıları sayılabilir. Ayrıca öğretmen adayları problem çözerken farklı temsiller arasında geçiş yapmakta ve bir fonksiyonu farklı temsillerle ifade etmekte de zorlanmaktadırlar.

ABT ve UABT ön test uygulamasının değerlendirilmesiyle tasarlanacak öğretim uygulamasında üzerinde durulacak konular ve ihtiyaçlar analiz edilerek 2. aşamaya yani öğretim uygulamasının tasarımı ve uygulanması aşamasına geçilmiştir.

5.2 2.AŞAMA: Tasarım Geliştirme ve Uygulamaya İlişkin Bulgular

5.2.1 3. Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeyi hedefleyen bir öğretim uygulamasının, ön test ve ihtiyaç analizi sonrasında, ders analiz çerçevesine göre nasıl tasarlandığı aşağıdaki bölümlerde her bir yeterliliğe ilişkin ders başlıkları altında açıklanmıştır.

5.2.1.1 Kavramsal Anlama Dersi

Kavramsal anlama dersi planlanırken literatüre ve öğretmen adaylarının ABT ve UABT yanıtlarının analizlerine göre aşağıdaki hedef ve alt hedefler belirlenmiştir.

Bu derste öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı kapsamında kavramsal anlama ile ilgili fikirlerini, önerilerini ve yorumlarını belirlemek hedeflenmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle;

- Formel fonksiyon tanımı dışında gerçek yaşam olaylarından yararlanarak fonksiyonu tanımlayabilmeleri,
- Sınıf içi tartışmalarda fonksiyon kavramı ile ilgili olası kavram yanılgılarını öngörebilmeleri ve buna uygun önlemler alabilmeleri hedeflenmektedir.

Bu hedeflere ulaşıp ulaşılamadığına ve ne ölçüde ulaşıldığına dair kanıtlar elde etmek amacıyla ders içerisinde çeşitli etkinlikler ve grup tartışmaları yapılmıştır. Dersin sonunda ise öğretmen adaylarına ödev verilmiştir. Aşağıda yapılan etkinlik, tartışma ve ödevler kısaca açıklanmıştır.

Kavram Bulutu: Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramına ilişkin fikirlerini belirlemek amacıyla Kavramsal Anlama dersinin başında ve sonunda Menti Meter uygulaması ile kavram bulutu etkinliği gerçekleştirilmiştir.

Fonksiyon Bulma Etkinliği: Öğretmen adaylarının fonksiyonun tanım ve değer kümeleri ile ilgili günlük hayat örnekleri ile karşılaşmaları için Menti Meter uygulaması ile Fonksiyon Bulma Etkinliği gerçekleştirilmiştir.

Örnek senaryo Etkinliği: Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramını tanımlamak için özgün örnekler bulmaları ve tanımlar geliştirmelerini sağlamak ve günlük hayattan fonksiyon olan ve olmayan örnekler bulmaları için örnek senaryo etkinliği gerçekleştirilmiştir.

Grup Tartışması: Örnek senaryo etkinliği sonrasında öğretmen adayları rastgele gruplara ayrılarak aşağıda yer alan yansıtma sorularının yönlendirdiği bir grup tartışması düzenlenmiştir

- 1) Formel fonksiyon tanımını kullanmadan gerçek yaşam durumlarından yola çıkarak Melda ve Doruk'a fonksiyon kavramını nasıl açıklarsınız?
- 2) Burada hangi metafor yararlı olabilir?
- 3) Sizlerde buna benzer fonksiyon örnekleri ve fonksiyon olmayan örnekler bulabilir misiniz?
- 4) Öğrencilerin fonksiyonlar hakkında yaygın olarak hangi yanlış algıları vardır?
- 5) Bu kavram yanlışlarıyla yüzleşmelerine yardımcı olmak için hangi örnekleri ve karşı örnekleri sunabilirsiniz?

Öğretmen adaylarından dersin sonunda fonksiyon kavramını öğrencilere açıklamak için özgün tanımlar geliştirmeleri ve fonksiyon örnekleri bulmaları istenmiştir.

Kavramsal Anlama dersinde düzenlenen etkinlik ve grup tartışmalarının öğretimin etkililiğine dair yeterli kanıt toplamak için uygun olup olmadığına dair oluşturulan hipotezler ders sonrasında değerlendirilerek ders planı ve sunumu revize edilmiştir. Dersin etkililiğine dair öğretmen adaylarından geri bildirim almak amacıyla bir anket düzenlenmiş ve öğretmen adaylarının dersle ilgili görüş ve önerileri alınmıştır. Ders planı e-kitap olarak öğrencilerle paylaşılmıştır. Ders planı ve ders sunumu EK J'de sunulmuştur.

5.2.1.2 İşlemsel Akıcılık Dersi

İşlemse akıcılık dersi planlanırken literatüre ve öğretmen adaylarının ABT ve UABT yanıtlarının analizlerine göre aşağıdaki hedef ve alt hedefler belirlenmiştir.

Bu derste öğretmen adaylarının genelde aritmetik ve cebirsel işlemler, özelde fonksiyonlar konusu kapsamında işlemsel akıcılık ile ilgili fikirlerini, önerilerini ve yorumlarını belirlemek hedeflenmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle;

- İşlemlerin bilgisini, bunların ne zaman ve nasıl uygun şekilde kullanılacağını ve esnek, doğru ve verimli bir şekilde performans gösterme becerisini belirlemek,
- Matematiksel simge ve dili kullanmaları,
- Sınıf içi uygulamalarda işlemsel akıcılığı geliştirecek etkinlikler ve görevler tasarlayabilmeleri hedeflenmektedir.

Bu hedeflere ulaşıp ulaşılamadığına ve ne ölçüde ulaşıldığına dair kanıtlar elde etmek amacıyla ders içerisinde grup tartışmaları yapılmıştır. Dersin sonunda ise öğretmen adaylarına ödev verilmiştir. Aşağıda grup tartışmasını yönlendiren yansıtma soruları sunulmuştur.

- 1) İşlemsel akıcılığı arttırmak için ne önerirsiniz?
- 2) Ne tür etkinlikler işlemsel akıcılığı geliştirir?
- 3) Öğrencilerin işlemleri akıcı bir şekilde yapabilmeleri için onlara kurallar vermek sonrasında kavram yanlışlarına neden olabilir mi?
- 4) Bu kavram yanlışlarını önlemek için neler yapılabilir?

Öğretmen adaylarından dersin sonunda öğrencileri için eşit fonksiyonlarla ilgili günlük hayat örnekleri bulmaları istenmiştir.

İşlemsel akıcılık dersinde düzenlenen grup tartışmalarının öğretimin etkililiğine dair yeterli kanıt toplamak için uygun olup olmadığına dair oluşturulan hipotezler ders sonrasında değerlendirilerek ders planı ve sunumu revize edilmiştir. Dersin etkililiğine dair öğretmen adaylarından geri bildirim almak amacıyla bir anket düzenlenmiş ve öğretmen adaylarının dersle ilgili görüş ve önerileri alınmıştır. Ders planı e-kitap olarak öğrencilerle paylaşılmıştır. Ders planı ve ders sunumu EK J’de sunulmuştur.

5.2.1.3 Stratejik Yetkinlik Dersi

Stratejik Yetkinlik dersi planlanırken literatüre ve öğretmen adaylarının ABT ve UABT yanıtlarının analizlerine göre aşağıdaki hedef ve alt hedefler belirlenmiştir.

Bu derste öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı kapsamında stratejik yetkinlik ile ilgili fikirlerini, önerilerini ve yorumlarını belirlemek hedeflenmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle;

- Matematiksel problemleri formüle edebilmeleri, onları temsil edebilmeleri ve çözebilmeleri,
- Çeşitli çözüm stratejilerini karşılaştırırken ve analiz ederken matematiksel temsiller arasında bağlantı kurmaları,
- Fonksiyon kavramı ile ilgili bir probleme çözüm bulmak için akıl yürütme, tahmin etme ve kontrol etme, cebirsel yöntemler veya diğer yöntemler arasından esnek bir şekilde seçim yapabilmeleri hedeflenmektedir.

- Ayrıca öğretmen adaylarından, öğrencileri için, fonksiyonlar ünitesine uygun stratejik yetkinliklerini ortaya çıkartabilecekleri etkinlikler tasarımları beklenmektedir.

Bu hedeflere ulaşıp ulaşılamadığına ve ne ölçüde ulaşıldığına dair kanıtlar elde etmek amacıyla ders içerisinde çeşitli etkinlikler ve grup tartışmaları yapılmıştır. Dersin sonunda ise öğretmen adaylarına ödev verilmiştir. Aşağıda yapılan etkinlik, tartışma ve ödevler kısaca açıklanmıştır.

Birinci Dereceden İki Bilinmeyenli Denklemler Etkinliği ve Örüntü Genelleme Problemleri Etkinliği: Öğretmen adaylarının stratejik yetkinlik kavramını anlamlandırmaları için problemlerin çözümünde farklı stratejilerin kullanılabilirdiği bu etkinlikler seçilmiştir.

Grup Tartışması: Etkinliklerin sonrasında aşağıda sunulan yansıtma soruları ile tartışmalara yön verilmiştir.

- 1) Yukarıda verilen problemi farklı stratejileri kullanarak çözüünüz.
- 2) En etkili çözüme stratejisi sizce nedir?
- 3) Etkili olduğunu düşündüğünüz çözüme stratejisi birinci dereceden iki bilinmeyenli denklemlerle ilgili farklı problemlerin çözümünde de etkili midir?
- 4) Bu problemlerin en etkili çözüme stratejisi sizce nedir?
- 5) Her bir şıkta istenen farklı değerleri hesaplamak için farklı çözüm stratejilerinden yararlanılabilir mi?

Grafikler Hakkında Kavram Yanılgıları Etkinliği: Grafikleri yorumlamaya çalışırken öğrencilerin sıkça gösterdikleri bazı yanılgıları gösteren örnekler öğretmen adayları ile paylaşılmış ve öğrencilerin düşebilecekleri kavram yanılgılarını tahmin etmeleri istenmiştir. Ayrıca grafiklerle ilgili soru yazmaları istenmiştir.

Stratejik yetkinlik dersinde düzenlenen etkinlik ve grup tartışmalarının öğretimin etkililiğine dair yeterli kanıt toplamak için uygun olup olmadığına dair oluşturulan hipotezler ders sonrasında değerlendirilerek ders planı ve sunumu revize edilmiştir. Dersin etkililiğine dair öğretmen adaylarından geri bildirim almak amacıyla bir anket düzenlenmiş ve öğretmen adaylarının dersle ilgili görüş ve önerileri alınmıştır. Ders planı e-kitap olarak öğrencilerle paylaşılmıştır. Ders planı ve ders sunumu EK J’de sunulmuştur.

5.2.1.4 Uyarlamalı Akıl Yürütme

Uyarlamalı akıl yürütme dersi planlanırken literatüre ve öğretmen adaylarının ABT ve UABT yanıtlarının analizlerine göre aşağıdaki hedef ve alt hedefler belirlenmiştir.

Bu derste öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı kapsamında uyarlanabilir akıl yürütme ile ilgili fikirlerini, önerilerini ve yorumlarını belirlemek hedeflenmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle;

- Sınıfta zengin bir matematiksel söylem için ortam oluşturmaları yani tüm öğrencilerin matematik öğrenimini destekleyecek şekilde öğrencilere birbirleriyle konuşma, soru sorma ve yanıt verme fırsatları vermeleri,
- Matematiksel söylemi geliştirmek için amaçlı sorular sormaları hedeflenmektedir.

Bu hedeflere ulaşıp ulaşılamadığına ve ne ölçüde ulaşıldığına dair kanıtlar elde etmek amacıyla ders içerisinde çeşitli etkinlikler ve grup tartışmaları yapılmıştır. Dersin sonunda ise öğretmen adaylarına ödev verilmiştir. Aşağıda yapılan etkinlik, tartışma ve ödevler kısaca açıklanmıştır.

Sınıflarda Matematiksel Söylem: Öğretmen adaylarına söylem merkezli bir sınıf topluluğuna doğru ilerlemeleri için Hufferd-Ackles, Fuson ve Sherin (2014) tarafından tanımlanan çerçeve tanıtıldıktan sonra aşağıda sunulan yansıtma soruları ile bir tartışma yapılmıştır.

1. Öğretmen öğrencilerin katılımını nasıl destekler?
2. Sınıfta soruları kim sorar ve ne tür sorular sorulur?
3. Kim ne tür açıklamalar yapar?
4. Matematiksel temsiller nasıl kullanılır?
5. Öğrenciler arkadaşlarının ve kendilerinin öğrenmesi için ne kadar sorumluluk paylaşır?
6. Öğrencilerinizi sınıf içi matematiksel söyleme dahil etmek için neler yapardınız?

Amaçlı Sorular Sormak: Leinwand, Brahier ve Huinker (2014) tarafından öğretmenlerin sorduğu soru türlerini kategorize etmek için çeşitli çerçevelerin temel yönlerini sentezleyen bir dizi soru tipi öğretmen adaylarıyla paylaşılarak örnekler incelenmiştir.

Öğretmenlerin sorduğu soru türleri önemli olmakla birlikte, öğretmen-öğrenci etkileşimleri sırasında kullandıkları soru kalıpları da önemlidir (Walsh ve Sattes 2005). Bu sorgulama

modellerinden ikisi, yönlendirmek ve odaklanmaktır (Herbel-Eisenmann ve Breyfogle 2005; Wood 1998). Aşağıdaki Tablo 5.38’de modeller açıklanmıştır.

Tablo 5.38: Öğretmen-öğrenci etkileşimleri sırasında kullanılan sorgulama modelleri.

Yönlendirme Modeli	Odaklanma Modeli
Sorgulamanın yönlendirme modeli, öğrencileri istenen yordama veya sonuca yönlendirmek için bir dizi soru kullanmayı içerirken, istenen yoldan sapan öğrenci yanıtlarını önemsemez. Öğretmen, tartışmanın izleyeceği belirli bir yola karar vermiştir ve öğrencileri bu yolda yönlendirir, öğrencilerin kendi bağlantılarını kurmalarına veya hedeflenen matematiksel kavramları kendi anlayışlarıyla oluşturmalarına izin vermez.	Buna karşılık, odaklanma sorgulama modeli, öğretmenin öğrencilerin ne düşündüklerine katılmasını, düşüncelerini net bir şekilde iletmeleri için onlara baskı yapmalarını ve kendilerinin ve sınıf arkadaşlarının düşüncelerini yansıtmasını beklemesini içerir. Bu sorgulama modelini kullanan öğretmen, birçok yönden araştırılan bir göreve açıktır. Öğretmen, konu ile ilgili içerik bilgisine ve öğrencinin öğrenim bilgisine dayanarak, soruları planlar ve derste öne çıkması gereken kilit noktaları ana hatlarıyla belirtir.

Smith ve Stein (2011), tüm sınıf tartışmalarında öğrenci yanıtlarını etkili bir şekilde kullanmak için beş uygulamayı açıklar:

1. Dersten önce öğrenci yanıtlarını tahmin etme
2. Öğrencilerin etkinlikler üzerindeki çalışmalarını ve etkinliklerle etkileşimini izleme
3. Matematik çalışmalarını sunmaları için belirli öğrencileri seçme
4. Öğrencilerin yanıtlarını belirli bir tartışma sırasına göre sıralamak
5. Farklı öğrencilerin yanıtlarını birbirine bağlamak ve yanıtları temel matematiksel fikirlere bağlamak

Amaçlı soruların sorulduğu matematik derslerindeki öğretmen ve öğrenci davranışlarına ilişkin Leinwand, Brahier ve Huinker (2014) tarafından oluşturulan aşağıda Tablo 5.39’da sunulan liste öğretmen adayları ile tartışılmıştır.

Tablo 5.39: Matematik derslerinde amaçlı sorular sorulmasına dair öğretmen ve öğrenci davranışları.

Öğretmen Davranışları	Öğrenci Davranışları
<ul style="list-style-type: none">• Öğrenci düşüncesini temel alan, ancak onu devralmayan veya yönlendirmeyen sorular sorarak öğrenci anlayışını geliştirmek.• Bilgi toplamının ötesine geçen, düşünmeyi araştırma, açıklama ve gerekçelendirmeye ihtiyaç duyan sorular sormak.• Matematiği öğrenci incelemesi ve tartışması için daha görünür ve erişilebilir kılan kasıtlı sorular sormak.• Daha fazla öğrencinin yanıtları formüle edip sunabilmesi için yeterli bekleme süresine izin vermek.	<ul style="list-style-type: none">• Düşüncelerini açıklaması, netleştirmesi ve ayrıntılandırması istenmesini beklemek.• Hızlı yanıt vermek için acele etmeden, sorulara verdikleri yanıtları net bir şekilde nasıl sunacaklarını dikkatlice düşünmek.• Sadece cevaplar vermekle kalmayıp, akıl yürütmeleri üzerinde düşünmek ve gerekçelendirmek.• Sınıf arkadaşlarının katkılarını dinlemek, yorumlamak ve sorgulamak.

Etkinlik Tasarlama: Matematiksel görevler, bir dizi rutin alıştırmadan öğrencilerin dikkatini belirli bir matematik fikrine odaklayan karmaşık ve zorlayıcı bir probleme kadar değişebilir. Öğretmen adayları üçerli veya dörderli gruplara ayrılarak her bir gruba tabloda yer alan Etkinlik Seviyesi Çerçevesi verilmiş ve incelemeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarına her bir seviye için birer etkinlik tasarımları ödevi verilmiştir.

Uyarlamalı akıl yürütme dersinde düzenlenen etkinlik ve grup tartışmalarının öğretimin etkililiğine dair yeterli kanıt toplamak için uygun olup olmadığına dair oluşturulan hipotezler ders sonrasında değerlendirilerek ders planı ve sunumu revize edilmiştir. Ders planı e-kitap olarak öğrencilerle paylaşılmıştır. Ders planı ve ders sunumu EK J’de sunulmuştur.

Tablo 5.40: Etkinlik seviyesi çerçevesi (Smith ve Stein, 1998; çvr. Öztürk, 2013).

Etkinlik	Açıklamalar
Seviyeleri	
Düşük seviye (Hatırlama):	<ul style="list-style-type: none">• Daha önce öğrenilmiş olguları, kuralları, formülleri veya tanımları tekrarlamayı veya olguları, kuralları, formülleri veya tanımları ezberlemeyi kapsar.• Bir işlem adımı var olmadığından veya görevin tamamlandığı zaman dilimi işlem adımlarını kullanmak için fazla kısa olduğundan işlem adımları kullanılarak çözülemez.• Belirsiz değildir. Bu tür görevler, daha önce öğrenilmiş bilginin tekrarlanmasını içerir ve tekrarlanacak şey açıkça ve doğrudan belirtilir.• Öğrenilen veya tekrarlanan olguların, kuralların, formüllerin veya tanımların altında yatan kavramlarla veya anlamlarla hiçbir bağlantısı yoktur.
Alt düzey (Bağılantısız İşlemler):	<ul style="list-style-type: none">• Algoritmiktir. Özellikle işlem adımlarının kullanımını gerektirir ya da işlem adımlarının kullanımı önceki öğretim, deneyim veya görevin uygulanması nedeniyle açıktır.• Başarılı bir tamamlama için sınırlı düzeyde düşünmeyi gerektirir. Ne yapılması ve nasıl yapılacağı konusunda çok az belirsizlik vardır.• Kullanılan işlemin altında yatan kavramlarla veya anlamlarla hiçbir bağlantısı yoktur.• Matematiksel anlayış geliştirmek yerine doğru cevaplar vermeye odaklanmıştır.• Yalnızca kullanılan işlem adımlarının tanımlamaya odaklanan açıklamalar ister veya hiç açıklama istemez.

Tablo 5.40 (devam)

Daha yüksek seviyeli (Bağlantılar içeren İşlemler):	<ul style="list-style-type: none">• Matematiksel kavramların ve fikirlerin daha derin anlayış düzeylerini geliştirmek amacıyla, öğrencilerin dikkatini, işlem adımlarının kullanımına odaklar.• Altta yatan kavramlara göre anlaşılabilir olmayan sınırlı algoritmaların aksine, temeli oluşturan kavramsal fikirlerle yakın bağlantılara sahip genel işlem adımlarını izlemek için gidiş yollarını açıkça veya dolaylı olarak önerir.• Genellikle görsel diyagramlar, manipülatifler, semboller ve problem durumları gibi çeşitli şekillerde temsil edilir. Birden fazla temsil arasında bağlantı kurmak, anlayışın gelişmesine yardımcı olur.• Bir dereceye kadar bilişsel çaba gerektirir. Genel işlemler izlenebilse de düşünmeden izlenemezler. Başarılı bir şekilde görevi tamamlamak ve anlayış geliştirmek için öğrencilerin işlem adımlarının temelini oluşturan kavramsal fikirler üzerinde çalışmalarını gerektirir.
Üst düzey (Matematik Yapmak):	<ul style="list-style-type: none">• Karmaşık ve algoritmik olmayan düşünme gerektirir. Görev, görev yönergeleri veya çözülmüş bir örnek tarafından gösterilen, tekrar edilen bir yaklaşım veya gidiş yolu yoktur.• Öğrencilerin matematiksel kavramların, süreçlerin veya ilişkilerin doğasını keşfetmelerini ve anlamalarını gerektirir.• Bir kimsenin kendi bilişsel süreçlerini kendisinin izlemesini veya kendisinin düzenlemesini gerektirir.• Öğrencilerin ilgili bilgi ve deneyimlere erişmelerini ve görev boyunca çalışırken bunları uygun şekilde kullanmalarını gerektirir.• Öğrencilerin görevi çözümlenmelerini ve olası çözüm stratejilerini ve çözümlerini sınırlandırabilecek görev kısıtlamalarını etkin bir şekilde incelemelerini gerektirir.• Önemli ölçüde bilişsel çaba gerektirir ve gerekli çözüm sürecinin öngörülemez doğası nedeniyle öğrencide biraz endişeye yol açabilir.

Matematiksel yetkinlik ders sunumları tamamlandıktan sonra ABT ve UABT'nin uygulaması son test olarak gerçekleştirilmiştir.

5.2.1.5 Üretken Eğilim

Üretken eğilim dersi ile öğretmen adaylarının matematiğe karşı üretken eğilim ile ilgili fikirlerini, önerilerini ve yorumlarını belirlemek amaçlanmaktadır. Öğretmen adaylarının özellikle;

- Matematikte bir anlam görmeleri, onu hem yararlı hem de değerli bulmaları,
- Matematik öğrenmedeki sürekli çabanın karşılığını verme ve kendini etkili bir öğrenci ve matematik yapıcı olarak görme eğilimi,
- Öğrencilerin matematiğe ve matematik öğrenimine değer vermeleri ve matematiğin tarihsel gelişim sürecini, matematiğin gelişimine katkı sağlayan bilim insanlarını ve onların çalışmalarını tanımaları,
- Matematiğe yönelik farklı epistemolojik inançların farkında olmaları beklenmektedir.
-

Bu hedeflere ulaşıp ulaşılamadığına ve ne ölçüde ulaşıldığına dair kanıtlar elde etmek amacıyla ders içerisinde aşağıdaki soruların yön verdiği tartışmalar yapılmıştır:

1. Matematik doğada var mıdır?
2. Matematik keşif midir?
3. Matematik matematik için midir?

Matematik felsefesindeki felsefi okullar tanıtılarak yarı deneyselci yaklaşım açıklanmıştır. Öğretmenlerin matematiğin doğasına ilişkin inançlarının sınıf içi uygulamalar ve dolayısıyla öğrenci başarısı ile ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerin mücadele edebilecekleri matematik problemleri ile karşılaşmalarının onların üretken eğilim geliştirmeleri için önemi vurgulanmıştır. Ders planı e-kitap olarak öğrencilerle paylaşılmıştır. Ders planı ve ders sunumu EK J'de sunulmuştur.

5.2.2 4. Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeyi hedefleyen öğretim uygulamasının matematiksel olarak yetkin olmak ile ilgili ilk bölümü tamamlandıktan sonra ABT ve UABT son test olarak uygulanmıştır.

Öğretim uygulamasının alan ve uzmanlık alan bilgisini geliştirmedeki etkisini belirlemek amacıyla öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgisi testlerine uygulama öncesi ve sonrası verdikleri yanıtlar nitel ve nicel olarak karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki bölümde ön test ve son test puanlarının karşılaştırıldığı Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları ile son testin ön test ile karşılaştırmalı nitel analizi sunulmuştur.

5.2.2.1 ABT Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan bilgisi test puanlarına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Alan bilgisi testi puanlarına ait ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi SPSS 26 çıktısı Tablo 5.41’de verilmiştir.

Tablo 5.41: Öğretim uygulaması öncesi ve sonrası alan bilgisi testi puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

Son test – Ön test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	0	,00	,00	-3,408*	,001
Pozitif Sıra	15	8,00	120,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının alan bilgisi testinden aldıkları öğretim uygulaması öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir: $z=-3,408$, $p<.05$. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar lehinde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan bilgilerini geliştirmede önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçlarında farklılığın anlamlı çıktığı durumlarda, etki büyüklüğü (r), z değerinin iki grupta yer alan toplam katılımcı sayısının kareköküne bölünmesi (Fritz, Morris ve Richler, 2012) ile hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü $r = \frac{z}{\sqrt{n}} =$

$\frac{-3,408}{\sqrt{15}} = -0,879$ olarak bulunmuştur. Mutlak değerine göre yorumlanan etki büyüklüğü $0,87 \geq 0,5$ olduğundan öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan bilgisi testi puanlarına uygulama sonrası lehine büyük etkisi olduğu (Cohen, 1988) söylenebilir.

5.2.2.2 UABT Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının uzmanlık alan bilgisi test puanlarına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Uzmanlık alan bilgisi testi puanlarına ait ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi SPSS 26 çıktısı Tablo 5.42’de verilmiştir.

Tablo 5.42: Öğretim uygulaması öncesi ve sonrası uzmanlık alan bilgisi testi puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

Son test – Ön test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	3	2,00	6,00	-3,070*	,002
Pozitif Sıra	12	9,50	114,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının uzmanlık alan bilgisi testinden aldıkları öğretim uygulaması öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir: $z=-3,070$, $p<.05$. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar lehinde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının uzmanlık alan bilgilerini geliştirmede önemli bir etkisini olduğu söylenebilir.

Etki büyüklüğü $r = \frac{z}{\sqrt{n}} = \frac{-3,070}{\sqrt{15}} = -0,792$ olarak bulunmuştur. Mutlak değerine göre yorumlanan etki büyüklüğü $0,79 \geq 0,5$ olduğundan öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan bilgisi testi puanlarına uygulama sonrası lehine büyük etkisi olduğu (Cohen, 1988) söylenebilir.

5.2.2.3 ABT ve UABT Son Test Uygulamasının Ön Test ile Karşılaştırmalı Nitel

Analizine İlişkin Bulgular

Alan bilgisi ve uzmanlık alan bilgisi testinde yer alan sorulara öğretim uygulaması öncesinde ve sonrasında verilen yanıtlar nitel olarak analiz edilmiş ve soru bazında frekans ve yüzdeler değeri karşılaştırılarak tablolarla sunulmuştur.

Alan bilgisi ve uzmanlık alan bilgisi testlerinde yer alan alt maddeleriyle birlikte toplam 56 soru ortak özelliklerine göre sınıflandırılarak tablolaştırılmıştır. Bir sorunun birden fazla özelliği içermesi nedeniyle sınıflandırmanın sınırları çok net değildir. Testlerde yer alan soruların bir kısmı doğru ya da yanlış bir yanıt olmayan, öğretmen adaylarının açıklama yapmalarının veya konuyla ilgili örnekler vermelerinin istendiği türde sorulardır. Diğer sorular ise çoğunlukla işlemsel akıcılığı ve stratejik yetkinliği ölçen, doğru veya yanlış olarak kodlanabilecek türde olan sorulardır.

Sorular fonksiyon kavramının tanımına ilişkin, fonksiyon olan ve olmayan örneklere ilişkin, fonksiyonun farklı temsillerine ilişkin, fonksiyon ile ilgili kavram yanlışlarına ilişkin, grafik gösterimi ile ilgili kavram yanlışlarına ilişkin, işlemsel akıcılığa ilişkin, matematiksel dilin kullanımına ilişkin, fonksiyonun alt kavramlarına (fonksiyonlarda dört işlem, eşit fonksiyonlar, tek ve çift fonksiyonlar, fonksiyon türleri) ilişkin, stratejik yetkinliğe ilişkin ve öğrenci bilgisine ilişkin olmak üzere 10 başlıkta sınıflandırılmıştır.

Araştırma raporunda öğretim uygulaması öncesi ve sonrası arasındaki farkın kolaylıkla okunabilmesi ve öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerindeki değişimin izlenebilmesi için testlerde yer alan sorular yukarıdaki sınıflandırma kriterlerine göre değerlendirilip bulgular tablolarla sunulmuştur. Ardından literatürle tartışılarak yorumlanmıştır.

Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramının tanımına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 5.43'te verilmiştir. Öğretmen adayları alan bilgisi testinin ilk sorusu için öğretim uygulaması öncesi çoğunlukla (n=12) bağıntıdan hareketle fonksiyonu tanımlarken uygulama sonrası ağırlıklı olarak bir kümeden diğerine eşleme şeklinde fonksiyonu tanımlasalar da farklı fonksiyon tanımlamaları yaptıkları görülmektedir.

Tablo 5.43: Fonksiyon kavramının tanımına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
ABT 1(a)	Bağıntı	12	80	6	40
	Dönüşüm	2	13	3	20
	İlişki	1	7	5	33
	Değişken	0	0	1	7
UABT 1(a)	Bağıntı	8	53	2	13
	İlişki	0	0	7	47
	Günlük hayat örnekleri	3	33	5	33
	Dönüşüm	1	7	1	7
	Kural	3	33	0	0
UABT 1(b)	Örnek	7	47	8	53
	Venn şeması	5	33	6	40
	Grafik	2	13	0	0
	Etkinlik	1	7	1	7
ABT 5	Doğru	12	80	15	100
	Eksik	2	13	0	0
	Yanlış	1	7	0	0
UABT 14	Bağıntı	9	35	3	9
	Küme	5	19	10	29
	Cebirsel ifade / denklem	5	19	9	26
	Kartezyen çarpım	2	8	2	6
	Koordinat sistemi	2	8	3	9
	Grafik	1	4	4	12
	Günlük hayat örneği	1	4	0	0
	Sayı kümeleri	1	4	2	6
	Sembolik mantık dili	0	35	1	3

Aşağıda öğretmen adaylarının yapmış olduğu farklı fonksiyon tanımı örnekleri verilmiştir.

"*x* ve *y* belli bir kural çerçevesinde birbirlerine bağlı iki değişken olsun. Eğer *x* değişkenindeki her değişime karşılık *y* değişkeninde de bir değişim oluyorsa *y*'ye *x*'in bir fonksiyonu denir." Ö18

"*A* ve *B* boştan farklı iki küme olsun. *A* kümesinin her bir elemanını *B* kümesinin bir ve yalnız bir elemanıya eşleyen ilişkiye *A*'dan *B*'ye bir fonksiyon denir." Ö9

"En genel anlamda fonksiyon girdileri çıktılarına dönüştüren bir süreçtir (bir mekanizmadır)."

Ö7

Öğrencileri için fonksiyonu tanımlamaları istendiğinde ise artık bağıntı kavramı yerine öğretim programına uygun olarak ilişki kavramını kullandıkları, bunun yanı sıra günlük hayat örnekleri ile kavramı tanıttıktan sonra tanımı vermeyi uygun buldukları görülmektedir. Meel (1999) öğrencilere ilk olarak Dirichlet-Bourbaki tanımının sunulmasının onların fonksiyon kavramını anlamalarına engel olabileceğini bu nedenle formel tanımı vermeden önce öğrencilerin sezgisel olarak kavramı anlamaları için keşfetmeye yönelik etkinlikler ve somut örnekler ile kavramın sunulmasını önermektedir. Even (1990) da benzer şekilde öğrencilerin fonksiyon olan ve olmayan örneklerle kavram imajları oluşturulduktan sonra fonksiyon tanımının verilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Yine Özkaya ve İşleyen (2012) kavramlar verilirken sadece tanımın verilmesi yerine, tanımları farklı yönlerden öğrencilere düşündürmek gerektiğini ve kavramsal öğretimin ön plana çıkarılmasını önermektedir.

Bazı öğretmen adaylarının öğrencileri için verdikleri fonksiyon tanımına ait örnek yanıtlar aşağıdaki gibidir.

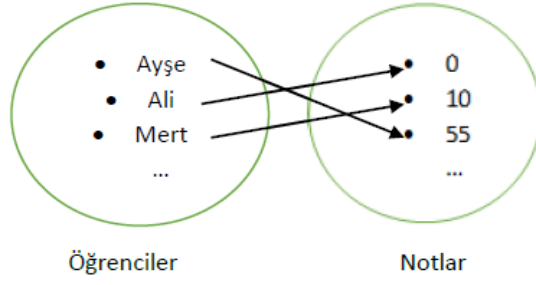
"Bir fonksiyon, iki değer birlikte nasıl değiştiğini yönetmemize yardımcı olan matematiksel bir araçtır." Ö7

"Fonksiyonu bir makine gibi düşünebiliriz. Makinenin çalışması için bazı şartlar gerekir"
Ö4

Alternatif bir fonksiyon tanımı vermeleri istendiğinde uygulama öncesi "örneklerle açıklarım" şeklinde örtük bir yanıt verirken yalnız bir öğretmen adayı etkinlik yaparım yanıtını vermiştir. Uygulama sonrası ise öğretmen adaylarının her biri vereceği örneği şekillerle destekleyerek açıklamıştır. Öğretmen adaylarının verdikleri günlük hayat örneklerinde de öğretim uygulamasındaki etkinliklerden esinlendikleri görülmektedir. Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de öğretmen adaylarının uygulama sonrasına ait örnek yanıtları verilmiştir.

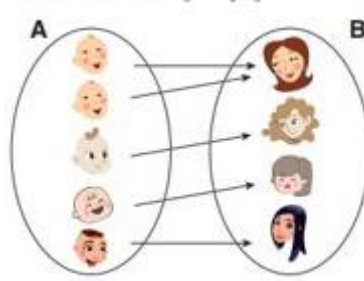
Öncelikle öğrencinin anlayabileceği düzeyde günlük hayattan örnekler verirdim.

Örneğin; sınıfımızda matematik sınavına giren öğrenciler-sınavdan aldıkları notlar.



Sınava giren her öğrenci bir not almıştır ve bu not sadece bir tanedir.

Şekil 5.1: Ö7 kodlu öğretmen adayının yanıtı.



Şekil 5.2: Ö11 kodlu öğretmen adayının yanıtı.

Şandır (2006) öğretmen adaylarının, bir bağıntının fonksiyon olması için gereken şartlara vurgu yapmalarına ve bu şartları tam olarak ifade etmelerine rağmen fonksiyon kavramını anlamlı bir şekilde bilmediklerini ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının tamamının uygulama sonrası verilen bir ifadenin fonksiyon olması için gerek ve yeter şartları eksiksiz ifade ettikleri bunun yanı sıra iki öğretmen adayının keyfilik özelliğine de vurgu yaptığı belirlenmiştir. Even (1990) fonksiyon tanımında örtük olarak yer alan keyfilik özelliğinin daha çok örneklerle iletildiğini ifade ederken Hacıömeroğlu (2006) orta öğretim matematik öğretmen adaylarının fonksiyon kavramının tek değerlilik özelliğini vurguladıklarını ancak fonksiyonların keyfi doğası hakkında fazla bir bilgiye sahip olmadıkları sonucuna ulaşmıştır. ABT ve UABT'nin son test uygulamasının sonucunda öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının fonksiyon kavramının temel özelliklerini kavramalarına ve farklı türde örneklerle fonksiyonu tanımlamalarına yardımcı olduğu söylenebilir.

Tablo 5.43'te yer alan son soruda öğretmen adaylarından öğrencilerin fonksiyon kavramıyla ilişkilendirebilecekleri ön bilgileri hakkında yorum yapmaları istenmiştir. Uygulama öncesi

bağıntı kavramı öne çıkarken uygulama sonrası küme ve grafik kavramları öne çıkmıştır. Şekil 5.3' uygulama öncesi öğretmen adaylarının yanıtları doğrultusunda oluşturulan kavram bulutu sunulmuştur.



Şekil 5.3: Uygulama öncesi öğretmen adaylarının fonksiyon ile ilişkili ön bilgilerine dair kavramlar.



Şekil 5.4: Uygulama sonrası öğretmen adaylarının fonksiyon ile ilişkili ön bilgilerine dair kavramlar.

Özdoğan (2018), yeni orta öğretim matematik öğretim programında fonksiyon kavramının bağıntı kavramına bağlı olarak tanımlanmamasına rağmen öğretmen adaylarının fonksiyon kavramını bağıntı kavramı ile ilişkilendirmelerinin fonksiyon kavramını kendi öğrenme süreçlerine bağlı olarak şekillendirdiklerini ortaya koyduğunu ifade etmiştir. Öğretim uygulamasının sonucunda öğretmen adaylarının öğretim programına ilişkin bilgilerinin geliştiği, fonksiyon kavramını bağıntıdan ziyade küme kavramı ile ilişkilendirdikleri söylenebilir.

Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının fonksiyonlara ilişkin sahip oldukları kavram imajlarını nasıl etkilediğini göstermek amacıyla Tablo 5.44'te öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası fonksiyon olan ve olmayan örneklere ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları sunulmuştur.

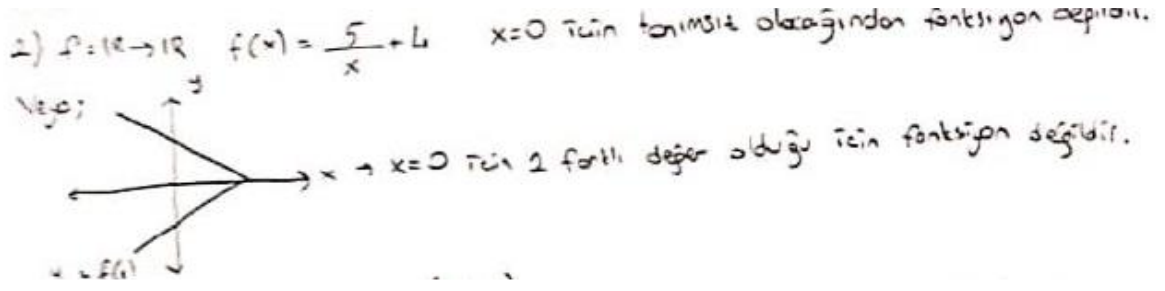
Tablo 5.44: Fonksiyon olan ve olmayan örneklere ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
ABT 1(b)	Cebirsel	11	74	9	60
	Venn şeması	2	13	2	13
	Liste yöntemi	2	13	1	7
	Grafik	0	0	1	7
	Günlük hayat	0	0	2	13
ABT 2	Cebirsel	10	67	4	27
	Venn şeması	2	13	3	20
	Liste yöntemi	3	20	1	7
	Grafik	0	0	3	20
	Günlük hayat	0	0	4	27
UABT 3(a)	Cebirsel	8	53	9	36
	Venn şeması	2	13	7	28
	Liste yöntemi	1	7	1	4
	Günlük hayat	4	27	8	32
UABT 3(b)	Cebirsel	8	62	4	25
	Venn şeması	2	15	4	25
	Tanım	2	15	0	0
	Günlük hayat	1	8	6	37
	Beyin fırtınası	0	0	2	13

Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının fonksiyona ilişkin kavram imajlarını da etkilediği Tablo 5.44 incelendiğinde ortaya çıkmaktadır. Uygulama öncesi öğretmen adaylarının fonksiyon olan ve olmayan örneklere ağırlıklı olarak cebirsel olarak temsil edilen örnekler verdikleri görülürken uygulama sonrası özellikle fonksiyon olmayan örneklere farklı gösterimlerle örnekler vermişlerdir. Bu örneklerden bazıları aşağıdaki gibidir.

"Aylar \rightarrow Aylardaki günler. Şubat ayı 4 senede bir 29 çekeceğinden fonksiyon belirtmez."Ö5

" $f: A \rightarrow B$, $A = \{-1, 0, 1\}$ $B = \{1, 2, 3\}$ ise $f = \{(-1, 1), (-1, 3), (0, 2)\}$ fonksiyon değildir."Ö14



Şekil 5.5: Ö11 kodlu öğretmen adayının fonksiyon olmayan örnek yanıtı.

Öğrencilerinden beledikleri fonksiyon örneklerine bakıldığında ise Tablo 5.43 ile tutarlı bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adayları uygulama sonrası öğrencileri için fonksiyonu tanımlarken ve alternatif bir fonksiyon tanımı vermeleri istendiğinde ağırlıklı olarak günlük hayat örnekleriyle açıklama yaptıklarından öğrencilerinden beledikleri fonksiyon örnekleri de günlük hayatla ilgilidir. Sanchez ve Llinares (2003) öğretmen adaylarının öğretim için konu bilgilerinin onların öğrenme etkinliklerini yapılandırmak için kullandıkları temsilleri ve vurguladıkları kavramların farklı yönlerini etkilediğini ifade etmektedirler. Öğretmeyi öğrenme uygulaması ile öğretmen adaylarının konu alan bilgilerindeki gelişim onların öğrencileri için seçtikleri örnekleri de etkilediği söylenebilir.

Ayrıca öğretmen adayları öğrencilerinin fonksiyonlar konusundaki anlayışlarını ortaya çıkarmak için uygulama öncesi tasarladıkları işlemsel bilgiyi ölçen cebirsel gösterimde sunulan sorular veya tanım gibi ezberci sorular yerine uygulama sonrası sınıf içi söylemi teşvik eden günlük hayat soruları veya beyin fırtınası yaratmayı amaçlayan sorular sormayı tasarlamışlardır. Etkili matematik öğretimi, öğrenci yaklaşımlarını ve argümanlarını analiz ederek ve karşılaştırarak, öğrenciler arasında matematiksel fikirlerin ortak bir şekilde anlaşılmasını sağlamak için sınıf içi matematiksel söylemi teşvik eder. Matematik sınıfındaki söylem öğrencilere, fikirlerini paylaşmaları ve anlayışlarını netleştirmeleri, matematiksel fikirlerini ifade etmek ve argümanlarını haklı çıkarmak için bir dil geliştirmeleri ve olayları farklı bakış açılarından görmeyi öğrenmeleri için fırsatlar verir (NCTM 1991, 2000).

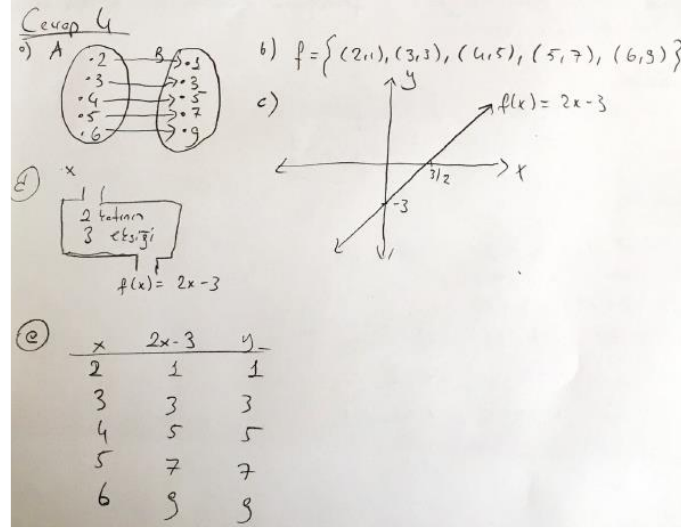
Öğretmen adaylarının fonksiyonlara ilişkin sahip oldukları kavram imajlarına ilişkin diğer sorular fonksiyonun farklı temsillerine ilişkin sorulardır. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası fonksiyonun farklı temsillerine ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 5.45'te sunulmuştur.

Tablo 5.45: Fonksiyonun farklı temsillerine ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
ABT 4	Venn şeması	9	50	12	38
	Liste yöntemi	6	33	10	31
	Grafik	1	6	5	16
	Tablo	0	0	3	9
	Fonksiyon makinesi	0	0	2	6
	Boş	2	11	0	0
ABT 20(a)	Fonksiyon	8	53	15	100
	Fonksiyon değil	3	20	0	0
ABT 20(b)	Fonksiyon	5	33	15	100
	Fonksiyon değil	6	40	0	0
ABT 20(c)	Fonksiyon	1	7	0	0
	Fonksiyon değil	10	67	15	100
ABT 20(d)	Fonksiyon	9	60	15	100
	Fonksiyon değil	2	13	0	0
ABT 20(e)	Fonksiyon	8	53	13	87
	Fonksiyon değil	3	20	2	13
ABT 20(f)	Fonksiyon	6	40	15	100
	Fonksiyon değil	3	20	0	0
ABT 20(g)	Fonksiyon	10	67	15	100
	Fonksiyon değil	1	7	0	0
ABT 20(h)	Fonksiyon	7	47	11	73
	Fonksiyon değil	4	27	4	27

Even'nın (1990) fonksiyon konusu özelinde öğretmen adaylarının alan bilgilerini niteliksel olarak analiz etmek için geliştirdiği çerçevenin bir yönü de fonksiyonların farklı temsilleri ile ilgilidir. Bu bağlamda alan bilgisi testinin 4. sorusunda öğretmen adaylarından cebirsel formda verilmiş bir fonksiyonu farklı temsillerle göstermeleri istenmiştir. Uygulama öncesi tablo ve fonksiyon makinesi gösterimini hiç kullanmayan öğretmen adayları uygulama sonrası bir fonksiyonu birden fazla farklı şekilde temsil etmişlerdir. Ö7 kodlu öğretmen adayının yanıtı örnek olarak Şekil 5.6'da sunulmuştur. Ancak öğretmen adayları fonksiyonun grafik temsilinde Markovits vd. 'nin (1986) ifade ettiği gibi tanım ve değer kümesini dikkate almadan fonksiyonun grafiğini reel sayılarda tanımlıymış gibi çizmiştir. Tanım kümesi sınırlı sayıda elemandan oluşan bir kümede tanımlı bir fonksiyonun görüntü kümesini şekil üzerinde belirlemeye yönelik kavram yanılgılarından birini, Özkaya ve İşleyen (2012) noktalardan oluşan görüntü kümesini aralık olarak belirtme olarak ifade

etmiştir. Öğretim uygulaması öncesinde yalnız bir öğretmen adayı grafik temsilini aynı hatalı gösterimde yaparken uygulama sonrası bu sayı beşe çıkmıştır. Bu durum öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının grafik temsilindeki kavram yanlışlığını önleyemediğini göstermektedir.



Şekil 5.6: Ö7 kodlu öğretmen adayının bir fonksiyonun farklı temsillerle gösterimi.

Öğretmen adaylarından grafik, venn şeması, sıralı ikililer ve cebirsel ifadeler ile temsil edilen ilişkilerin her birini fonksiyon olup olmadıklarına dair yorumlamalarının istendiği diğer soruya ise uygulama sonrası öğretmen adaylarının neredeyse tamamı doğru yanıtlamıştır. Sadece e şikkında verilen sabit fonksiyon ile h şikkında verilen doğal sayılarda tanımlı bir fonksiyon grafiğini yorumlamakta bazı öğretmen adaylarının hala zorlandığı görülmektedir. Polat ve Şahiner (2007) de boylamsal olarak yürüttükleri çalışmalarında öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını tespit edip ona göre hazırladıkları ders içeriklerinden sonra öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının çok azaldığı saptanmış yine de tüm yanlışlardan kurtulmak mümkün olmamıştır.

Öğretmen adaylarının fonksiyon ile ilgili kavram yanlışları ve öğrenci zorluklarına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 5.46'da verilmiştir.

Tablo 5.46: Fonksiyon ile ilgili kavram yanlışları ve öğrenci zorluklarına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası							
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%						
ABT 3	Evet	5	33	0	0						
	Hayır	10	67	14	93						
	Boş	0	0	1	7						
UABT 2	Tanım	10	67	13	87						
	Örnek	3	20	2	13						
	Boş	2	13	0	0						
ABT 6		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Uygulama öncesi	<i>f</i>	5	11	15	12	2	7	15	15	7	14
	%	33	73	100	80	13	47	100	100	47	93
Uygulama sonrası	<i>f</i>	9	14	15	15	7	11	15	15	9	15
	%	60	93	100	100	47	73	100	100	60	100

Öğretim uygulaması öncesi 5 öğretmen adayı her fonksiyonun cebirsel bir ifadesi olmak zorunda olduğunu iddia ederken uygulama sonrası 14 öğretmen adayı böyle bir zorunluluğun olmadığını ifade etmiştir. Uygulama sonrası testte bu soruyu yanıtsız bırakan öğretmen adayı (Ö22) da uygulama öncesi her fonksiyonun cebirsel bir ifadesi olmak zorunda değildir şeklinde yanıt vermiştir. Öğretim uygulaması sonrasında bütün öğretmen adaylarının fonksiyon kavramının temel özelliklerinden keyfilik (rastgele eşleme yapabilme) özelliğini kavradıkları söylenebilir.

Denklem ve fonksiyon kavramlarının birbiriyle karıştırılmasına ilişkin kavram yanlışlığı ile ilgili diğer iki soru incelendiğinde öğretmen adaylarının denklem ve fonksiyon kavramlarının tanımlarına dayanarak açıklama yaptıkları, uygulama öncesine göre uygulama sonrasında iki kavramın farklı özelliklerini daha iyi kavradıkları görülmekle birlikte halen bazı öğretmen adaylarının kavram yanlışlıklarının devam ettiği gözlenmektedir. Aydın ve Köğce (2008) de öğretmen adaylarının denklem ve fonksiyon kavramları arasındaki "denklemlerde bilinmeyenlerden söz edilirken, fonksiyonlarda bağımlı ve bağımsız değişkenlerin olduğu" (6. madde); "denklemlerde çözüm kümesinden söz edilirken fonksiyonlarda tanım ve değer kümelerinin bulunduğu" (7. madde) ve "denklemler bir eşitlik iken fonksiyonların bir dönüşüm tanımladıkları" (10. madde) gibi basit düzeydeki ilişkileri ortaya koymada genel olarak başarılı olduklarını ancak kavramsal düzeydeki ilişkileri ortaya koymayı gerektiren sorularda başarısız oldukları sonucuna varmıştır. Öğretmen adaylarının

her fonksiyonun kuralının bir denklem belirttiği ve bazı denklemlerin de aynı zamanda bir fonksiyon olduğu yönündeki yanlış algılamaları (1, 5 ve 9. maddeler) Aydın ve Köğçe'nin (2008) onların fonksiyonları denklemlerin bir altkümesi olarak algıladıkları teziyle paralellik göstermektedir.

Denklem ve fonksiyon kavramlarının karıştırılmasından kaynaklanan kavram yanılgılarının dışında fonksiyon ile ilgili olarak bir de grafik ile ilgili kavram yanılgıları da bulunmaktadır. ABT ve UABT'nde yer alan grafik ile ilgili kavram yanılgılarına ilişkin sorulara uygulama öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 5.47'de sunulmuştur.

Tablo 5.47: Grafik ile ilgili kavram yanılgılarına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
ABT 7	Belirtir	2	13	7	47
	Belirtmez	13	87	8	53
ABT 14	Doğru	5	33	9	60
	Eksik	8	53	4	26
	Yanlış	1	7	1	7
	Boş	1	7	1	7
ABT 15	Doğru	9	60	13	86
	Eksik	4	27	1	7
	Yanlış	2	13	1	7
UABT 9	Tanım	8	35	15	50
	Doğru Kural	10	43	10	33
	Eksik kural	5	22	5	17
UABT 10(a)	Doğru	8	53	14	93
	Eksik	7	47	1	7
UABT 10(b)	Doğru	8	53	14	93
	Eksik	7	47	1	7
UABT 11(a)	Doğru	13	87	14	93
	Yanlış	2	13	1	7
UABT 11(b)	Doğru	12	80	14	93
	Yanlış	3	20	1	7
UABT 11(c)	Doğru	14	93	14	93
	Boş	1	7	1	7

Tanım ve değer kümesi belirtilmemiş bir grafiğin fonksiyon belirtip belirtmeyeceğinin sorulduğu ilk soruda uygulama öncesi sadece iki öğretmen adayı hangi şartlarda fonksiyon olabileceğini açıklarken uygulama sonrası bu oran 7'ye çıkmıştır. Ancak çoğu öğretmen adayı dikey doğru testine güvenerek soruyu yanıtlamıştır. Hacıömeroğlu (2006) tezinde öğretmen adaylarının bir ilişkinin fonksiyon olup olmadığını belirlemek için dikey doğru testini aşırı derecede kullandıklarını ancak dikey doğru testinin neden işe yaradığını açıklamakta yetersiz kaldıklarını ifade etmiştir. Öğretim uygulamasında dikey doğru testinin sınırlılıklarından bahsedilse de öğretmen adayları bu soruda beklenen düzeyde doğru yanıt verememişlerdir. Dikey doğru testinin grup tartişmasında irdelenmemiş ve üzerinde gerektiği kadar durulmamış olması bu sonucun bir nedeni olabileceği düşünölmektedir.

ABT 14. soruda öğretmen adaylarından grafiği verilen bir fonksiyonun tanım ve göröntü kümelerini bulmaları istenmiştir. Uygulama sonrası 13 öğretmen adayı tanım kümesini doğru bulurken 4 öğretmen adayı göröntü kümesini yanlış bulmuştur. Özkaya ve İşleyen (2012) verilen bir fonksiyon grafiği üzerinde tanım ve göröntü kümesini bulmada öğretmen adaylarının kavram yanılgılarına dikkat çekmiştir.

Fonksiyonun grafiğini çizmenin ne anlama geldiğinin sorulduğu UABT 9. soruda öğretmen adaylarının tamamı fonksiyon grafiğini tanımlarken, öğrencilerine fonksiyonun grafiğini çizmeleri için bir kural vermeleri istendiğinde aynı öğretmen adaylarının fonksiyon grafiğinin x ve y eksenlerinin ikisini de kesmesi gerektiği gibi bir yanlış algıya sahip oldukları uygulama sonrasında da bunun değişmediği görölmektedir.

UABT 10 ve 11. sorularda öğretmen adaylarının öğrenci yanıtlarını doğru ya da yanlış olarak değerlendirmeleri ve açıklamaları istenmiştir. Even ve Tirosh'a (1995) göre bir öğretmenin, öğrencinin yanıtının doğru olup olmadığına ilişkin kararı, o öğretmenin alan bilgisine dayanmaktadır. Fonksiyon grafiğinin tanım, değer ve göröntü kümeleriyle ilgili diğer üç soruya (ABT 15, UABT 10 ve 11) verilen yanıtlar karşılaştırıldığında ise öğretmen adaylarının büyük bir kısmının bu konudaki kavram yanılgılarının düzeldiği görölmektedir.

Öğretmen adaylarının işlemsel akıcılığa ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 5.48'de verilmiştir.

Matematik öğretmen adaylarının işlemsel akıcılığa ilişkin sorulara uygulama öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtların çoğunun doğru olması ve aralarında çok fark olmaması beklenen bir durumdur.

Tablo 5.48: İşlemsel akıcılığa ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
ABT 8	Doğru	10	67	13	87
	Eksik / işlem hatası	4	27	2	13
	Boş/ yanlış	1	7	0	0
ABT 9	Doğru	14	93	14	93
	Boş	1	7	1	7
ABT 11	Kısa yol	8	53	13	87
	Uzun yol	6	40	2	13
	Yanlış	1	7	0	0
ABT 12	Doğru	4	27	7	47
	Eksik	2	13	3	20
	Yanlış	5	33	3	20
	Boş	4	27	2	13
ABT 13	Kısa yol	2	13	9	60
	Uzun yol	11	73	6	40
	Yanlış	1	7	0	0
	Boş	1	7	0	0

Tablo 5.48 incelendiğinde öğretmen adaylarının özellikle cebirsel formda sunulan soruları genellikle doğru yanıtladıkları görülmektedir. Erdoğan, Erdoğan ve Yanık (2012) araştırmalarında öğretmen adaylarının cebirsel temsil ve teknikler içeren sorularda grafiksel temsil ve teknikler içeren sorulardan daha başarılı olduklarını ve başarının büyük oranla işlemsel bilgidен kaynaklandığı tespit etmişlerdir. Karahasan (2010) da araştırmasında öğretmen adaylarının işlemsel sorularda kavramsal ve bağlantısal sorulara göre daha başarılı oldukları sonucuna ulaşmıştır.

Ancak liste yöntemiyle verilen iki fonksiyon arasındaki toplama işlemi ile ilgili alan bilgisi testinin 12. sorusu öğretmen adaylarının pek sık karşılaşmadığı bir soru tipi olmasından dolayı uygulama sonrasında öncesine göre daha fazla doğru yanıtlansa da halen yanlış yanıtlayan öğretmen adaylarının olduğu görülmektedir. Uzmanlık alan bilgisi testinin 8.

sorusunda sorulan fonksiyonlarda cebirsel işlemleri gerçekleştirebilmek için gerek ve yeter şartları öğretmen adaylarının neredeyse tamamı bildiği halde 12. soruyu yanıtlarken yanlış yapmaları ise ilginçtir. Even (1990) öğretmenlerin konu alan bilgilerini K-12 ve üniversite eğitimleri boyunca yapılandırdıklarını ifade etmektedir. Polat ve Şahiner'e (2007) göre ülkemizde de fonksiyon konusunun genellikle kalıp halinde, kural ve tanım ezberine dayalı bir şekilde öğretilmesi, bağıntının hangi koşulları sağladığında fonksiyon olduğu gibi konuların, sadece tanıma dayalı, soyut bir şekilde ezberlenerek öğrenilmeye çalışılması, birçok kavramsal yanılgıyı beraberinde getirmektedir. Even (1990) kavram imajının kavram tanımına göre değil öğrencilerin karşılaştığı örneklere göre belirlendiğini ifade etmiştir.

Fonksiyon türlerinden birebir fonksiyon ve örten fonksiyon tanımlarının sözel ve sembolik mantık dili ifade etmelerinin istendiği sorulara öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 5.49'da sunulmuştur.

Tablo 5.49: Matematiksel alan dilinin kullanımına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
UABT 4	Doğru	7	47	14	93
	Eksik	1	7	1	7
	Yanlış	6	40	0	0
UABT 5(a)	Doğru	14	93	15	100
	Boş	1	7	0	0
UABT 5(b)	Sözel	6	40	5	31
	Günlük hayat	4	27	1	6
	Venn şeması	3	20	9	56
	Grafik	2	13	1	6
UABT 5(c)	Uygundur	4	27	3	20
	Uygun değildir	8	53	12	80
	Boş	3	20	0	0

Öğretmenin matematik alan dilini doğru kullanmasının, sınıf içerisinde sağlıklı bir iletişim kurulmasında ve öğrencilerin matematiksel kavramları inşasında önemli rol oynadığını belirten Akarsu (2013) öğretmen adaylarının öğrenim sürecinde matematiksel dil becerilerinin geliştirilmesinin sağlanmasını önermektedir. Tablo 5.49 incelendiğinde öğretim uygulamasının matematiksel alan dilinin doğru kullanımında etkili olduğu

görülmektedir. Özellikle uygulama sonrası öğretmen adaylarının tamamı sözel olarak ifade edilmiş birebir fonksiyon tanımını sembolik dil ile ifade edebilmişlerdir. Matematik öğretiminde dilin kullanımını ve gelişimini sağlayacak etkinlikler konusunda bilgilenmek ve bunları sınıf ortamında gerçekleştirmek gerekmektedir (Çalikoğlu Bali, 2002). Örten fonksiyonu öğrencilerine açıklamak için ise öğretmen adaylarının çoğunun tercih ettiği yöntem venn şeması gösterimidir. Ancak venn şeması gösterimi tanımsal özellikler açısından öğrencilere yardımcı olsa da fonksiyonun değişim yönünü vurgulamaması ve sınırlı sayıda elemanı içermesi nedeniyle kısıtlı bir temsildir (Akkoç, 2006).

Öğretmen adaylarının fonksiyonun alt kavramlarına (fonksiyonlarda dört işlem, eşit fonksiyonlar, tek ve çift fonksiyonlar, fonksiyon türleri) ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesinde ve sonrasında verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 5.50’de verilmiştir.

Tablo 5.50: Fonksiyon kavramının alt kavramlarına ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
UABT 6	Tanım	11	69	14	70
	Terim	4	25	2	10
	Grafik	1	6	4	20
UABT 7	Doğru	6	40	15	100
	Eksik	6	40	0	0
	Yanlış	3	20	0	0
UABT 8	Şart	13	87	14	93
	Bölme	3	20	14	93
	Doğru örnek	4	27	10	67
	Yanlış örnek	2	13	4	27
	Boş	1	7	1	7
ABT 10	Doğru	9	60	11	73
	Yanlış	4	27	3	20
	Belirsiz	2	13	1	7

Uzmanlık alan bilgisi testinin 6. sorusunda öğretmen adaylarından öğrencilerine tek ve çift fonksiyonları ayırt etmeleri için nasıl bir kural verecekleri sorulmuştur. Uygulama öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının büyük bir kısmının tek ve çift fonksiyon tanımını

öğrencilerin tek ve çift fonksiyonları ayırt etmeleri için bir kural olarak verdikleri görülmektedir. Uygulamadan önce 4 öğretmen adayı fonksiyonu oluşturan terimlerin derecelerinin tek ya da çift olmasına göre ayırt edilebileceklerini söylerken uygulamadan sonra sadece iki öğretmen adayı bu kuralı polinom fonksiyonlarda her terim için sınırlandırarak doğru şekilde ifade etmişlerdir. Uygulamadan önce sadece 1 öğretmen adayı tek ve çift fonksiyonların grafik özelliklerine vurgu yaparken uygulamadan sonra bu sayı 4'e çıkmıştır. Öğretim uygulaması ile öğretmen adaylarının işlemsel akıcılığı sağlamak amacıyla verilen bir kuralın kavramın tanımına dayanarak açıklanması gerektiğini kavramış oldukları görülmektedir.

Eşit fonksiyonlarla ilgili uzmanlık alan bilgisi testinin 7. Sorusunda öğretmen adaylarından eşit fonksiyonlara örnek vermeleri istenmiştir. Uygulama öncesi 6 öğretmen adayı eşit fonksiyon tanımına uygun örnekler verirken uygulamadan sonra öğretmen adaylarının tamamı bu soruyu doğru yanıtlamıştır. Öğretim uygulamasında eşit fonksiyonlar ile ilgili günlük hayat örnekleri yazma ödevi ve sınıf içi tartışmalar sonucunda öğretmen adayları uygulama sonrasında cebirsel örneklerin dışında günlük hayat örnekleri de vermişlerdir.

Sanchez ve Llinares'e (2003) göre matematik öğretmeni eğitimi, öğretmen adaylarının etkinlik tasarımlarını, bu etkinliklerin matematiksel alanını analiz etmelerini ve öğretim programının öğrenme hedeflerini göz önünde bulundurmalarını sağlamalıdır. Uzmanlık alan bilgisi testinin 8. sorusu ile ilgili olarak fonksiyonlarda cebirsel işlemleri gerçekleştirebilmek için gerek ve yeter şartları öğretmen adaylarının neredeyse tamamının bildiği halde öğrencilerine açıklamak için uygun örnekler bulmakta zorlandıkları, uygulama sonrasında öncesine göre uygun örnek bulan öğretmen adaylarının sayısının arttığı görülmektedir.

Tablo 5.50'de yer alan son soruda ise öğretmen adaylarından bir fonksiyonun örten veya içine olup olmadığını incelemeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu uygulama öncesinde soruyu doğru yanıtlarken uygulama sonrası bu sayı biraz daha artmıştır.

Öğretmen adaylarının stratejik yetkinliğe ilişkin sorulara uygulama öncesi ve sonrasında verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 5.51'de sunulmuştur.

Öğretim uygulaması sonrasında verilen yanıtların uygulama öncesindeki yanıtlara göre en fazla doğru olma oranı stratejik yetkinliğe ilişkin sorulara verilen yanıtlarda gözlenmektedir.

Öğretim uygulamasında fonksiyonlarla ilgili öğrenci zorluklarına yönelik ve grafik gösterimi ile ilgili yapılan etkinliklerin sonucunda öğretmen adaylarının soruları doğru yanıtlama oranının arttığı düşünülmektedir.

Tablo 5.51: Stratejik yetkinliğe ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
ABT 16	Doğru	4	27	14	93
	Yanlış	10	67	1	7
	Boş	1	7	0	0
ABT 17	Doğru	2	13	11	73
	Eksik	6	40	3	20
	Yanlış	4	27	0	0
	Boş	3	20	1	7
ABT 18	Orantı doğru	5	33	8	53
	Orantı yanlış	1	7	0	0
	Cebirsel doğru	3	20	7	47
	Cebirsel yanlış	1	7	0	0
	Boş	5	33	0	
ABT 19 (a)	Doğru	6	40	11	73
	Boş	9	60	4	27
ABT 19 (b)	Doğru	8	53	11	73
	Boş	7	47	4	27
ABT 19 (c)	Doğru	3	20	10	67
	Yanlış	2	13	1	7
	Boş	10	67	4	26
ABT 19 (ç)	Doğru	7	47	11	73
	Boş	8	53	4	27

Her ne kadar öğretmen adaylarının sınıf içi deneyimleri olmasa da öğrencilerin yapabilecekleri hatalar karşısındaki fikirlerini öğrenmek amacıyla Tablo 5.52’de yer alan sorulara uzmanlık alan bilgisi testinde yer verilmiştir.

Öğretim uygulaması öncesi 12. soruyu 5 öğretmen adayı yanıtızsız bırakırken uygulama sonrasında bütün öğretmen adayları bu soruyu yanıtlamıştır. Öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının öğrencilere sorular sorarak doğruyu bulmalarını sağlamaları konusunda da etkili olduğu tabloda görülmektedir.

Tablo 5.52: Öğrenci bilgisine ilişkin sorulara öğretim uygulaması öncesi ve sonrası verilen yanıtların frekans ve yüzde dağılımları.

Soru	Kategori	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
		<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
UABT 12(a)	Açıklama	10	67	15	100
	Boş	5	33	0	0
UABT 12(b)	Açıklama	10	67	15	100
	Boş	5	33	0	0
UABT 12(c)	Açıklama	10	67	15	100
	Boş	5	33	0	0
UABT 13	Öğrenciye sorular sorarak yanlışını fark ettirip doğru yanıtı bulmasını sağlamaya çalışmak.	3	20	6	40
	Yanlış yaptığını söyleyip doğruyu açıklamak.	12	80	9	60

Öğretim uygulaması tasarlanırken matematik öğretmen adaylarının fonksiyonlar konusundaki alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmek hedeflenmiştir. Bu nedenle öğretim uygulaması öncesi öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgisi testlerine verdikleri yanlış ya da eksik yanıtlarla yanıtlanmamış soruları uygulama sonrasında doğru yanıtlara dönüşmesi öğretim uygulamasının etkililiği açısından önemlidir. Yukarıda sunulan tablolar incelendiğinde uygulama sonrasında verilen doğru yanıtların sayısı uygulama öncesindeki doğru yanıtların sayısından fazla olduğu görülmektedir. Tüm bunlar öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerinin gelişimine etkisini gösterse de bazı öğretmen adaylarının fonksiyonlarla ilgili kavram yanlışlarının devam ettiği, dikey çizgi testini gereğinden fazla önemsedikleri sonucunu değiştirmemiştir. Polat ve Şahiner (2007) de boylamsal olarak yürüttükleri çalışmalarında öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını tespit edip ona göre hazırladıkları ders içeriklerinden sonra öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının çok azaldığı saptanmış yine de tüm yanlışlardan kurtulmak mümkün olmamıştır. Fonksiyon konusundaki öğrenci zorlukları ve yanlışları

bağlamında tasarladığı ders modülünün ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının pedagojik alan bilgilerine etkisini incelediği çalışmasında Uz (2019) modül sonrasında adayların öğrenci zorluk ve yanılgılarını tespit etmede gelişim gösterdiklerini ifade ederken bazı öğretmen adaylarının alan bilgilerindeki eksikliklerden kaynaklı olarak beklenen gelişimi sağlamadığını da ifade etmektedir. Wilson (1994) tek bir öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmasında bir matematik kursu sonrasında öğretmen adayının matematik ve matematik öğretimi konusunda farklı bir bakış açısı kazanmış olsa da tek başına onun öğretim anlayışını derinden değiştirmesine yeterli olmamıştır. Kaldı ki bu araştırmalar öğretmen adaylarıyla yüz yüze gerçekleştirilen çalışmalardır. Buna rağmen yüzde yüz başarılı olmamışlardır. Uzaktan eğitimle gerçekleştirilen öğretim uygulamasının sonuçlarının da yüzde yüz başarı ile sonuçlanmamış olması olağan bir durumdur. Wilson (1994) matematik öğretimi için matematik içeriği ve pedagojiyi bütünleştiren modeller üzerinde durulmasını önermektedir. Wilson'a (1994) göre bütünleştirilmiş bir modelde öğretmen adayları öğretileri gerekecek önemli matematiksel kavramları ve süreçleri aktif olarak keşfederken matematik ve matematik öğretimi hakkında kendi görüşleri üzerine düşüncelerini teşvik eden etkinliklerden oluşmalıdır. Tam da bu nedenle öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeyi hedefleyen bu öğretim uygulaması iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm matematiksel olarak yetkin olma hedefi kapsamında gerçekleştirilmiş ve yukarıdaki aşamalarda değerlendirilmiş, etkililiği ispatlanmıştır. 3. Aşamada ise öğretmen adaylarının kendi derslerini planlamaları ve kendi matematik öğretileri üzerine düşünerek kendi yollarını keşfetmeleri hedeflenmektedir.

5.3 3.AŞAMA: Tasarım Uygulama ve Değerlendirmeye İlişkin Bulgular

5.3.1 Öğretmeyi Öğrenme Uygulamasının Aşamalarının Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular

Matematiksel olarak yetkin olma hedefine yönelik tasarlanan dersler tamamlandıktan ve ABT ile UABT ön test ve son test olarak uygulandıktan sonra öğretmen adaylarının öğretilerini analiz etmeleri için tasarlanan Öğretim Deneyi başlıklı ders işlenmiştir. Öğretim Deneyi dersinde öğretmen adayları gruplara ayrılarak fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesinden seçtikleri bir konu ile ilgili ders analiz çerçevesine uygun olarak dersler planlamışlar ve zoom platformu üzerinden 9. sınıf öğrencilerine derslerini uygulamışlardır. Tüm bu süreç tamamlandıktan sonra öğretmen adayları öğretmeyi öğrenme uygulaması değerlendirme formu aracılığıyla öğretim uygulamasını değerlendirmişlerdir.

Öğretmen adaylarının öğretmeyi öğrenme uygulamasına ilişkin görüş ve önerilerine ait bulgular, Ders Planı Hazırlama, Ders Planı Sunma, Ders Planı Değerlendirme ve Uygulamanın Geliştirilmesi için Öneriler başlıkları altında aşağıda sunulmuştur.

5.3.1.1 Ders Planı Hazırlama

Öğretmeyi öğrenme uygulamasının ders planı hazırlama bölümüyle ilgili olarak ortaya çıkan, öğretmen adaylarının ders planı hazırlama sürecinin öğretmen olarak gelişimlerine katkısı, ders planı hazırlama oturumlarındaki tartışma atmosferi hakkında düşünceleri ve ders planı hazırlamada zorlandıkları konular olmak üzere üç temaya ait kodlar ve frekans değerleri tablolarla gösterilerek öğretmen adaylarının yanıtlarından örneklerle sunulmuş ve literatürle tartışılmıştır.

Ders planı hazırlama sürecinin öğretmen adaylarının öğretmen olarak gelişimlerine katkısı temasına ilişkin kodlar ve frekans değerleri Tablo 5.53'te sunulmuştur.

Tablo 5.53: Ders planı hazırlama sürecinin öğretmen adaylarının öğretmen olarak gelişimlerine katkısına ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
Ders Planı Hazırlama Sürecinin Öğretmen Adaylarının Öğretmen Olarak Gelişimlerine Katkısı	Öğretim programı	Ö7, Ö11
	Öğrenci grubunun özellikleri	Ö7, Ö14
	Zaman yönetimi	Ö14
	Hedefler ve hipotezler	Ö7, Ö10, Ö13, Ö14
	Dikkat çekme	Ö1, Ö6, Ö13
	Öğrencinin bilgisini dikkate alma	Ö12
	Uygun etkinlikler seçme ve tasarlama	Ö4, Ö9
	Günlük hayat ile ilişkilendirme	Ö6, Ö9, Ö12, Ö13
	Yapılandırmacı eğitime uygun	Ö4, Ö13
	Dersin sistemli ve verimli hale gelmesi	Ö2, Ö3, Ö10, Ö11, Ö14
	Tecrübe kazanma	Ö3, Ö4, Ö11, Ö12, Ö14
	İleride ders planı yaparken kullanma	Ö3, Ö4, Ö12
	Özgüven sağlama	Ö2, Ö14
	İlk kez ayrıntılı ders planı hazırlama	Ö15

Tablo 5.53 incelendiğinde 2 öğretmen adayı ders planı hazırlama sürecinin öğretim programı bilgisine katkı sağladığını belirtirken 3 öğretmen adayı ders planı hazırlama sürecinde

öğrenci grubunun özelliklerini ve öğrenci bilgisini dikkate alma konusunda yarar sağladığını ifade etmişlerdir.

" Öncelikle incelemiş olmama rağmen daha önce öğretim programına bu kadar bağlı olduğum bir plan hazırlamamıştım. Planın her aşamasında programa uygun olup olmadığını kontrol ettiğimden öğretim programı hakkında olan bilgilerim daha da detaylı hale geldi." Ö11

"Planı hazırlarken programı dikkate almakla beraber çalıştığımız öğrenci grubunun özelliklerini de dikkate aldık. Bu noktada programın bize sunduğu esnekliklerden yararlanmış olduk. Bu süreç olmasaydı çalıştığımız öğrenci grubunun özelliklerini dikkate almamız gerektiği aklıma gelmezdi ve yalnızca öğretim programı üzerinden bir plan hazırlardım." Ö7

" Gerek farklı düzeylerdeki öğrencileri dikkate alma konusunda gerekse öğrencinin konuyu daha iyi anlaması için derste öğrenciyi aktif kılmaya çalışma konusunda büyük yarar sağladı." Ö12

Öğretmen adayları ders planı hazırlama sürecinde öğrencilerin dikkatini çekmede, yapılandırmacı eğitime uygun etkinlikler seçme ve uygulamada, günlük hayat ile ilişkilendirmede kendilerini geliştirdiklerini ifade etmişlerdir.

" Dersi planlarken bilgiyi vermektan ziyade öğrenciye buldurma şeklinde planlanmasını bana kazandırdı. Planlar iken daha çok günlük hayata entegre bir şekilde plan hazırlanması öğrencinin dikkatini daha da fazla çekeceğini bana göstermiş oldu." Ö13

" Çünkü benim yetiştiğim eğitimde öğretmen bilgiyi verip, soru çözüyordu. Okulda öğrenim gördüğüm şekilde değil de yapılandırmacı eğitime uygun bir ders planı nasıl hazırlanır, uygun etkinlikler nasıl seçilir bunu gördüm." Ö4

" Bu da günlük hayat sorularıyla oldu. Etkinlik tasarlamada bize katkısı oldu. Nasıl etkinlik hazırlayacağımızı daha iyi anladık." Ö9

Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu ders planı hazırlama sürecinde edindikleri deneyim sonucu öğrendiklerini göreve başladıklarında uygulayacaklarını ve bu deneyimin gelecekte planlayacakları dersler için yararlı olduğunu ifade etmişlerdir.

"Ders planı hazırlama oturumlarında öğrencinin yerine düşünmek anlatılacak olan kazanımın günlük hayat ile ilişkisini kurmak gibi uğraşlar verdiğimiz için bunlar bizim gelecekteki ders planlarımızda ve anlatılarımızda deneyim sağlayacak çalışmalar olduğunu düşünüyorum. Ö12"

"Klasik ders işleyişinin dışına çıkıp bu şekilde bir ders planı hazırlamak bizim için güzel bir tecrübe oldu. İlerde de ders planı yaparken öğrendiğim ipuçlarını kullanacağımı düşünüyorum." Ö3

"İleride de bu derste kazandığım tecrübenin bana faydası olacağına eminim." Ö4

"Öğretimi planlama, öğretim süresini etkin kullanma, hedef ve hipotezler konusunda net bir yol çizebilme, öğrenci profiline uygun ön bilgilerin sahip olunması, düzeylerine göre yöntem ve stratejiler belirleyebilme konularında kendimi daha deneyimli ve gelecekteki tecrübelerime karşı daha hazırlıklı hissediyorum." Ö14

Öğretmen adayları ders planı hazırlama sürecinde ders planlama konusunda becerilerinin geliştiğini, hedef ve hipotezlerin belirlenmesinin önemini kavradıklarını ayrıca dersi planlamanın zaman yönetimi konusunda katkı sağladığını belirtmişlerdir.

"İlk ders planımız gayet basit bir ders planıydı. Her ders sonrası yapılan ders planlarımızla daha tecrübeli, daha öğretici ve bize daha yardımcı ders planı hazırlamayı başardık. Bu sebeple katkı sağladığını tabi ki de düşünüyorum. Ders planı hazırlama bilgimiz arttı, hipotez yazma konusundaki aksaklıklarımız giderildi, sistematik bir ders planı hazırlamada beceriklilik kazandık." Ö10

"ilk amatörce ders planı hazırladığımızda çok eksikimiz olduğunu ve geliştirilmesi gerektiğini fark ettik. Daha sonra planı yaptığımızda geliştirdik." Ö9

" Ders planı hazırlamanın öğretim sürecinde zaman yönetimi, öğretim sonu değerlendirmeleri, hedeflerin öğretmen için de spesifik şekilde belirlenmesi konularında şeffaflık ve kesinlik sağlaması dolayısıyla kendimi öğretim sürecine daha hazır ve süreç boyutunda daha kararlı buldum. " Ö14

" hipotez oluşturmanın önemini ve konuların işleniş tarzının bu hipotezlerle iç içe olduğunu öğrendim." Ö7

Ders planı hazırlama sürecinin değerlendirilmesi sonucunda öğretmen adaylarının öğretmeyi öğrenme uygulaması ile yapılandırmacı eğitime uygun ders planı hazırlama becerilerinin geliştiği, hedef ve hipotezlerin önemini kavradıkları, hedeflerin öğretim programı ile ilişkili olması nedeniyle uygulamanın öğretim programı ile birlikte öğrenci grubunun özelliklerini ve öğrenci bilgisini dikkate alma konusunda öğretmen adaylarına katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğretmeyi öğrenme uygulaması ile ders planlarını hazırlarken öğretmen adaylarının öğrencilerin dikkatini çekmek ve yapılandırmacı eğitime uygun etkinlikler tasarlamak için günlük hayat sorularının etkisini fark etmeleri uygulamanın en önemli kazanımıdır. Baki ve Sönmez (2019) ders analizi aktivitelerinin matematik öğretiminde bir dersin öğrenci açısından düşünülmesi gerektiği bilinci oluşturulmasını desteklediğini, öğretmen adaylarının ders analiz aktiviteleri ile öğrencilerin hangi durumlarda kolaylıkla anladıklarını veya zorlandıklarını ve öğretim sırasında dikkat edilmesi gerekenleri fark etmeye başladıklarını belirlemiştir. Baki ve meslektaşları (2018) ders analizi destekli Öğretmenlik Uygulaması dersine katılan öğretmen adaylarının öğrencilerin öğrenme güçlüklerinin nedenini yorumlama ve öğrencileri bu güçlükten kurtarmak için öneri vermede diğer gruba kıyasla daha iyi performans gösterdiğini ifade etmekte ve Öğretmenlik Uygulaması dersinin adayların kendi pratikleri üzerine ders analizi yapma etkinliklerini içerecek şekilde düzenlenmesini önermektedir. Barnhart ve van Es (2015) ders analiz çerçevesine göre tasarlanan video tabanlı bir kursa katılan öğretmen adaylarının kendilerine ait bir dersi analiz etmelerini istemişlerdir. Öğretmen adaylarının öğrenci düşünmesine odaklanma, öğrenci düşüncesini yorumlama, çeşitli öğretim stratejileri uygulama ve planlama becerilerinin kursa katılmayan gruba göre geliştiği gözlenmiştir. Benzer şekilde Sun ve van Es (2015) kursun öğretmen adaylarının sınıf uygulamaları üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda kursa katılan adaylar katılmayanlara kıyasla öğrenci merkezli uygulamalara daha fazla yer verirken öğrenci düşüncesine odaklanmada daha iyi performans göstermişlerdir. Güven ve Uçar (2020), uzaktan eğitimle yapılan öğretmenlik

uygulamasının içeriğinin uygulamaya dönük ve öğrencinin aktif olduğu şekilde planlanmasının yanı sıra ders planı hazırlama sürecine yer verilmesini ve derslerde bu ders planlarının tartışılmasını önermektedir.

Öğretmen adaylarının ders planı hazırlama oturumlarındaki tartışma atmosferi hakkında düşünceleri temasına ilişkin kodlar ve frekans değerleri Tablo 5.54’te sunulmuştur.

Tablo 5.54: Öğretmen adaylarının ders planı hazırlama oturumlarındaki tartışma atmosferi hakkında düşüncelerine ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
Ders Planı Hazırlama Oturumlarındaki Tartışma Atmosferi	Eksik ve fazla tarafları ortaya çıkarma	Ö9, Ö13, Ö15
	Etkin, olumlu ve verimli bir süreç	Ö7, Ö14, Ö15
	Beyin fırtınası, farklı fikirler ve bakış açıları	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5
	Yol gösterici	Ö4, Ö5, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14
	Demokratik bir tartışma ortamı	Ö1, Ö6, Ö13
	Danışmanın rolü	Ö7, Ö9, Ö11
	Ders planının gelişimi	Ö1, Ö2, Ö3, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14

Tablo 5.54 incelendiğinde öğretmen adaylarının ders planı hazırlama sürecinde ders planı hazırlama oturumlarının tartışma atmosferini etkin, olumlu ve verimli bir süreç olarak gördükleri, herkesin kendi fikrini açıkça söyleyebildiği ve karşısındakini dinlediği bir ortam olarak tanımladıkları gözlenmektedir. Bu tartışma atmosferi öğretmen adaylarının farklı fikirlerini ifade etmelerine ve farklı bakış açıları geliştirmelerine uygun bir ortam yaratmıştır. Tartışmalar ders planı hazırlama sürecinde yol gösterici olurken öğretmen adayları ders planlarındaki eksiklikleri fark edip fazla ya da gereksiz kısımları düzelterek revize ederek ders planlarını geliştirmişlerdir. Danışman araştırmacı bu tartışmalarda sadece kimsenin fark etmediği hataları işaret etmiş ve sorular sorarak tartışmanın yürütülmesinde rehberlik etmiştir. Öğretmen adaylarının ders planlama oturumlarındaki tartışma atmosferine ilişkin görüşlerine ait örnekler aşağıda sunulmuştur.

" Gayet olması gerektiği gibi beyin fırtınası şeklinde ilerleyen bir ortam vardı ve bu planın hazırlanmasında ve gelişmesinde çok büyük yararı oldu." Ö2

" Tartışma atmosferi gayet güzel oldu. Böylelikle hem bir sürü ders planı görmüş olduk hem de kendi ders planımızı irdelemiş olduk. Ders planı daha iyi olmuş oldu." Ö3

" Geri dönüşler sağlanması bir sonraki planlarımızda veya ders anlatımlarımızda bize rehberlik edecek olup kendi göremediğim noktaları arkadaşlarım ve danışmanım sayesinde kolay gördüğümü düşünüyorum." Ö12

" Ders planı hazırlama oturumlarında yapılan tartışma atmosferinin bence olumlu bir etkisi vardı. Tartışarak ders planındaki eksik ya da fazla taraflarını daha iyi görmüş oluyorduk." Ö15

" Tartışma atmosferi gayet herkesin rahat olduğu fikirlerin açıkça belirtildiği bir ortamdı." Ö13

" Bence böyle bir tartışma ortamı olması farklı fikirleri de görmemizi ve bakış açımızı geliştirmemize yardımcı oldu. Diğer arkadaşlarımın tavsiyeleri çalışmalarım için bana yol gösterdi." Ö4

"Ortamımız tamamen geliştirmeye ve daha iyi sonuç almak için fikir yürütmeye yönelikti. Her birimiz birbirimizin fikirlerini tek tek dinledik. Yorumladık ve tartıştık." Ö1

"Kendi açımdan konuşacak olursam bu tartışma oturumları hem düşünmeme hem de ders planında bulunan eksikleri görmeme çok yardımcı oldu". Ö11

"Bu tartışmalar sayesinde ders planımızı birden fazla kez revize ettik ve en iyisine ulaşmaya çalıştık. Yapılan her yeniliğin bu ortamda paylaşılmasını etkin bir süreç olarak değerlendiriyorum." Ö14

Ders planlarının gelişiminde ders planı hazırlama oturumlarının tartışma ortamı etkili olmuştur. Bu tartışmalarda öğretmen adayları farklı fikirlerini ifade ederek ve farklı bakış açıları geliştirerek, ders planlarındaki eksiklikleri fark edip fazla ya da gereksiz kısımları düzelterek revize ederek ders planlarını geliştirmişlerdir. Benzer bir tartışma atmosferi Aydın'ın (2017) çalışmasında okul deneyimi dersinde akran grup dayanışması uygulamasında benzer sonuçlarla rapor edilmiştir. Aydın (2017) akran grup dayanışması

oturumlarından herkesin birbirini dinlediği ve fikirlerini özgürce söylediği bir ortam olarak bahsederken bu ortamda öğretmen adaylarının "yapılandırıcılığı nasıl uygulamam" üzerine fikir üretmeye başladığını ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarının ders planı hazırlamada zorlandıkları konular temasına ilişkin kodlar ve frekans değerleri Tablo 5.55'te sunulmuştur.

Tablo 5.55: Öğretmen adaylarının ders planı hazırlamada zorlandıkları konulara ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
Ders planı hazırlanırken yaşanan zorluklar	Öğretilecek konuyu seçme ve sınırlandırma	Ö7, Ö9
	Derse girişi planlama ve Öğrencinin dikkatini çekme	Ö1, Ö3, Ö6, Ö12
	Öğrencinin seviyesine uygun soru hazırlama	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö8, Ö11, Ö13, Ö15
	Günlük hayat örnekleri – soruları hazırlama	
	Etkinlik tasarlama	
	Hipotezleri yazma	Ö15

Tablo 5.55 incelendiğinde 2 öğretmen adayı planlayacakları dersle ilgili konuyu seçmekte ve sınırlandırmakta zorlanırken 4 öğretmen adayı derse girişte öğrencilerin dikkatini çekmek için yapılabilecekleri planlamada zorlandıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının çoğu öğrencilerin ön bilgilerine dair bilgileri olmadığından öğrencilerin seviyelerine göre soru hazırlamak, öğrencilerin dikkatini çekecek günlük hayat soruları ve etkinlikler tasarlamak konusunda zorlandıkları yine tabloda görülmektedir. Bir öğretmen adayı da hipotez yazma aşamasında biraz zorlandığını ifade etmiştir. Tabloya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerine ait örnekler aşağıda sunulmuştur.

"Konuyu seçmede zorlandık diyebilirim çünkü gerçek hayat ve hazırladığımız plan arasında çok farklılıklar olduğunu anladım" Ö9

"Öğrencileri daha öncesinden tanımadığımız için ben en çok bu ön bilgiler konusundaki yeterlilikleri hakkında varsayımlarda bulunup ders planını buna göre şekillendirme konusunda zorlandım." Ö14

" Soruları hazırlarken en çok zorlandım. Çünkü öğrencilerin seviyesini tam olarak bilmediğim için öğrenciye ağır gelebilecek tarzda sorulardan kaçınmak gerektirdi." Ö2

" İlk kısımdaki dikkat çekme sorusunu bulmak konuyu somutlaştırmak zordu. Eşit fonksiyonlar için günlük hayat örneği bulmak pek kolay olmadı." Ö3

" Soruları seçme konusunda zorlandım. Çünkü öğrencilerin hangi düzeyde olduklarını bilmiyordum ve seçeceğimiz örneklerin onlara zor gelmesinden korktum. Bu sefer konunun zor olduğunu düşünüp soğusunlar istemedim. Ya da çok basit düzeyde sorular seçip konuyu geçiştirmek istemedim. Tam olarak konunun mantığına uygun sorular seçmek onlara mantık muhakeme yaptıracak sorular bulmak beni biraz zorladı." Ö8

" Ders planı hazırlamada ilk önce konumuza uygun etkinlik tasarlamada zorlandık. Hipotez yazma aşamasında da biraz zorlandık." Ö15

"Etkinlik bulma kısmında zorlandım. Çünkü direkt bilgiyi vermekten ziyade onu öğrencinin keşfetmesini tercih ettik. Dolayısıyla buna yönelik bir etkinlik bulmak biraz zaman aldı. Konu ile ilgili soru bulma ve yazmada da biraz zorlandık. Öğrenciyi başlangıç seviyesi için onu çok zorlamayacak ancak konuyu kapsayacak sorular bulma bizi biraz uğraştırdı." Ö4

Öğretmen adayları derslerini planlarken en çok öğrencilerin ön bilgilerine dair bilgileri olmadığından derse girişte ve öğrencilerin dikkatini çekmede günlük hayat ile ilişkili örnekler, sorular ve etkinlikler seçmede zorlanmışlardır. Bütün (2015) de araştırmasında planlama aşamasında öğretmen adaylarının uygulama yapacakları sınıflardaki öğrenciler hakkında yeterli bilgi sahibi olmadıklarından hem etkinlik tasarlamada hem de bu etkinliklerin uygulama sürelerini belirlemede belirgin bir zorluk yaşadıkları sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Taylan (2016) öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesini dikkate alarak ders planı hazırlamada zorlandıklarını, öğretmen adaylarının öğrenci düşüncesine odaklanan ders planlarını saha çalışmalarının başında yapmalarının planlama becerilerini geliştirebileceğini ifade etmiştir.

5.3.1.2 Ders Planı Sunma

Öğretmeyi öğrenme uygulamasının ders planı sunma bölümüyle ilgili olarak ortaya çıkan, öğretmen adaylarının ders anlatma deneyiminin öğretmen olarak gelişimlerine katkısı, ders

anlatırken ki duygu ve düşünceleri, dersi sunmada zorlandıkları konular olmak üzere üç temaya ait kodlar ve frekans değerleri tablolarla gösterilerek öğretmen adaylarının yanıtlarından örneklerle sunulmuş ve literatürle tartışılmıştır.

Ders anlatma deneyiminin öğretmen adaylarının öğretmen olarak gelişimlerine katkısı temasına ilişkin kodlar ve frekans değerleri Tablo 5.56’da sunulmuştur.

Tablo 5.56: Ders anlatma deneyiminin öğretmen adaylarının öğretmen olarak gelişimlerine katkısına ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
Ders Anlatma Deneyimi	Ders planının önemi	Ö1, Ö2, Ö10
	Mesleki gelişimin devamlılığı	Ö1, Ö7, Ö11
	İlk defa ders anlatma deneyimi	Ö3, Ö4, Ö5, Ö15
	Öğrencilerle iletişim kurmanın önemi	Ö7, Ö13
	Öğrencilerin ön bilgilerinin (hazır bulunuşluğunun) belirlenmesinin gerekliliği	Ö6, Ö13
	Zaman yönetimi	Ö11, Ö14
	Tecrübe kazanma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15
	Beklenmedik durumlar	Ö1, Ö13
	Amaçlı sorular sormak	Ö6, Ö8, Ö9
	Öğrenciyi aktif kılmak	Ö6, Ö12
Öğrenci düşüncesini dikkate alma	Ö11, Ö14	

Ders anlatma deneyimi ile öğretmen adayları ders planının önemini kavrarırken öğrencilerin ön bilgilerinin belirlenmesinin gerekliliğini de fark etmişlerdir.

"Ders planının öğrencilere sunmadan önce bu konudaki düşüncelerim ders planı hazırlamanın daha basit olduğu yönündeydi. Buna bağlı olarak da bu oturumlarda ders planının hazırlanmasıyla ilgili konularda yeterince derin düşünemediğimi ve odaklanamadığımı görüyorum. Ders planını öğrencilere sunduktan sonra düşüncemin ne kadar yanlış olduğunu öğrenmiş olum." Ö10

"Derse başlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerini test etmenin varsa eksiklerini gidermenin ne kadar önemli olduğunu fark ettim. Ve ön bilgilerini test etmek için sadece

hatırlıyor musunuz hatırlamıyor musunuz diye sözel sorular sormanın yeterli olmadığını bilgilerini ölçmek için kapsamlı bir test geliştirmek gerektiğini öğrendim." Ö6

Öğretmen adayları ilk defa öğrencilere ders anlatmak, öğrencilerle iletişim kurmak, ders sırasında beklenmedik durumlarla başa çıkmak, öğrenci düşüncesini dikkate almak, öğrenciyi aktif kılmak, amaçlı sorular sormak ve zaman yönetimi gibi konularda tecrübe kazandıklarını ifade etmişlerdir.

" İlk defa bir sınıf ortamında öğrencilere ders anlatmak bir öğretmen adayı olarak sonraki yıllar için büyük bir tecrübe oldu." Ö15

"Eğitim fakültelerinde genel olarak dersler teorik olarak işleniyor. Sadece son sınıfta staj var ama o da yeterli olmuyor. Ki bu da yemek yapmayı kitaptan öğrenen ama yemek yapmayan bir aşçıya benziyor. Bizim için çok iyi bir tecrübe oldu öğrencilerle birebir konuşmak ders esnasında ne yapılmalı ne yapılmamalı görmek bizim için çok güzeldi." Ö3

"Ders anlatırken özellikle soru sorma kısmında yetersiz olduğumu fark ettim. Sorduğum soruların soru sormak için sorulmuş olmaması gerektiğini, öğrencilerden alacağım cevapların dersin akışını etkilediğini ve eksik ya da yanlış öğrenmelerini belirlediğini fark ettim" Ö6

" Çünkü her birey farklı özelliklere sahip. İlk öncelikle bunu yaşamış oldum. Herkesin hazır bulunuşluk seviyesi eşit olmadığından öğrencilere tam bir öğretim gerçekleştirmek için eski bilgilerini hatırlatarak eşit seviyeyi yakalamaya çalıştım. Daha sonra her zaman dersin planlandığı gibi gitmeyebileceğini öğrendim. Çıkan pürüzlerin nasıl kısa sürede yontulabileceği hakkında tecrübe kazandım. Öğrenciler ile iletişimin ne kadar önemli olduğunu anladım." Ö13

" Dersi anlatmadan önce konuya hâkim olduğumdan anlatımın beni zorlayacağını düşünmemiştim fakat dersi anlatırken hiçbir şey düşündüğüm gibi olmadı. Öğrencilerin bu konuları yeni öğrendiğini bilmiş olmama rağmen ders esnasında bunu yaşayarak öğrenmek ders anlatmanın düşündüğüm kadar kısa ve kolay olmadığını bana göstermiş oldu. Bu noktada, yaşamış olduğum ders anlatma deneyimi bana konu ve süre bazında öğrenciler açısından bakabilmeyi öğretti." Ö14

Ders planı sunma sürecinde öğretmen adayları ilk defa öğrencilere ders anlatmak, öğrencilerle iletişim kurmak, ders sırasında beklenmedik durumlarla başa çıkmak, öğrenci düşüncesini dikkate almak, öğrenciyi aktif kılmak, amaçlı sorular sormak ve zaman yönetimi gibi konularda tecrübe kazanmışlardır. İlk defa ders anlatma deneyimi yaşayan öğretmen adayları dersin başında heyecanlı ve gergin olsalar da birçoğu öğrencilerle iletişim kurup sordukları sorulara yanıt aldıklarında rahatlamış ve özgüvenleri yerine gelmiştir. Uzaktan eğitimle de olsa öğretmenlik deneyimi yaşamak öğretmen adaylarının meslekleri ile güçlü bağlar kurmalarını sağlamıştır. Bazı öğretmen adayları ise gerek yaşadıkları teknik sorunlardan gerekse sordukları sorulara yanıt alamamalarından stres yaşamışlardır. Ders anlatma deneyimi ile öğretmen adayları ders planının önemini kavrarırken öğrencilerin ön bilgilerinin belirlenmesinin gerekliliğini de fark etmişlerdir. Bütün (2015) araştırmasında öğretmen adaylarının, araştırma derslerinde işledikleri konu ile ilgili öğrencilerin ön bilgi eksikliklerinin dersleri planladıkları gibi yürütmelerini engellediğini, dolayısıyla zaman problemi yaşadıklarını rapor etmiştir.

Öğretmen adaylarının ders anlatırken ki duygu ve düşünceleri temasına ilişkin kodlar ve frekans değerleri Tablo 5.57’de sunulmuştur.

Tablo 5.57: Öğretmen adaylarının ders anlatırken ki duygu ve düşüncelerine ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
Ders anlatırken ki duygu ve düşünceler	Ders öncesi: Heyecan, korku, stres	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15
	Ders sırasında: Heyecan, stres, özgüven, motivasyon, rahatlama	Stres: Ö5, Ö6 Heyecan: Ö12, Ö15 Özgüven Motivasyon: Ö9, Ö11, Ö12 Eğlenme: Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö10 Mutlu: Ö3, Ö13
	Ders sonrasında: Mutluluk, keyif, özgüven, iyi bir öğretmen olmak için güdülenmek	Ö1, Ö7, Ö8, Ö10, Ö13

Öğretmen adayları ders anlatma deneyimi öncesinde genellikle heyecanlandıklarını ifade etseler de bazıları öğrencilere sordukları sorulara yanıt alamayacakları endişesiyle korktuklarını dile getirmişlerdir. Dersin planladıkları şekilde ilerlediğini gören öğretmen

adayları rahatlama yaşarken sordukları sorulara yanıt aldıkça özgüvenleri yerine gelmiş ve öğrencilerle iletişimlerinde motivasyonları artmıştır. Öğretmen adayları ders anlatma deneyimi esnasında özellikle uzaktan eğitimden kaynaklanan sorunlar yaşamış olsalar da dersin sonunda mutlu olduklarını, ders anlatmaktan keyif aldıklarını, iyi bir öğretmen olmak için motive olduklarını, güdülendiklerini ifade etmişlerdir. Arslan'ın (2021) mikro öğretim uygulamalarının etkisini araştırdığı çalışmasına katılan öğretmen adayları da ders esnasında heyecanlandıklarını ancak öğrencilerden dönüt aldıklarında özgüvenlerinin arttığını ve mesleklerine bağlandıklarını ifade etmişlerdir.

" Fazlasıyla heyecanlı ve tecrübesiz ve gergin. Bir kere derse başlamadan çocukların bizi dinlemeyeceklerini işte derse katılmayacaklarını soru sorduğumuz zaman kimsenin cevap vermeyip soruların havada kalacağını düşünüyordum. Ama derse başlayıp ta birkaç kişi olsa bile derse katılıp ben cevap verebilirim hocam dediklerini duyunca gerçekten inanılmaz derece rahatladım ve kendimi o kadar mutlu ve güzel hissettim ki." Ö10

" Öncelikle ders anlatırken başlarda çok heyecanlanmışım fakat daha sonrasında derse katılım sağlayan öğrencilerin de etkisiyle kendime olan güvenim arttı ve anlattığım şeylere daha iyi odaklandım." Ö11

" Ders anlatma deneyimi, henüz öğretmen adayı olan beni gelecek deneyimlerim için büyük bir motivasyon sağladı. Heyecanım, ders başlangıcında anlatımımı etkilese de ilerleyen süreçte kontrol altına alabilmeyi başardım ve bu da bana bir başarımlık hissi verdi. Gerçek öğrenciler ile etkileşim halinde olmanın da bölümüme karşı bağlılığımı artırdığını söyleyebilirim." Ö14

"Böyle bir deneyimi ilk defa yaşadığım için biraz heyecanlandım. Ancak derse başladığım an heyecanım yerini mutluluğa bıraktı. Öğrenciler ile etkileşimde olmak, birlikte ders yapmamız bana büyük tecrübe kattı. Öğrenciler de sorduğumuz sorulara, etkinliklere katıldı. Bu yüzden derste çok zorlanmadım." Ö4

" Açık söylemek gerekirse ilk öncelikle öğrencilerin düzeylerinin hakkında bilgim olmadığından sorularına cevap vermemelerinden korkuyordum. Fakat gerek iletişimimiz olsun gerekse katılım olsun beklentimin kat ve kat üstündeydi. Sorularımın hepsine cevap almam beni ders esnasında cesaretlendirdi ve mutlu etti." Ö13

"İlk başlarda iyiydi. Ama daha sonrasında internet problemi yaşadım sesimi duyuyorlar mı duymuyorlar mı düşüncesine girerek fazla stres yaptım. Daha sonra sorduğum bazı sorularda sessizlik oluşunca o sessizlik beni rahatsız etti" Ö6

" Kendimi ilk defa gerçek bir öğretmen gibi hissettim ve çok güzel bir histi. Bu süreçten sonra mesleğimin ciddiyetini üstümde daha fazla hissettim ve bu çok gurur vericiydi." Ö8

" Başlangıçta heyecanlıydım. Ardından öğrencilerle konuşmaya başlayınca heyecanım açıldı. Hatta gittikçe keyif almaya başladım. Öğrencilerin de bana cevap vermesi beni cesaretlendirdi. Hele öğrencilerin konuyu anladığını hissettiğim an çok keyifliydi." Ö3

Öğretmen adaylarının ders planı sunmada zorlandıkları konular temasına ilişkin kodlar ve frekans değerleri Tablo 5.58’de sunulmuştur.

Tablo 5.58: Öğretmen adaylarının ders planı sunmada zorlandıkları konulara ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
	Uzaktan eğitim	Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö11, Ö14, Ö15
	Zaman yönetimi	Ö4, Ö11, Ö14
Ders planı sunulurken yaşanan zorluklar	Öğrencilere yöneltilen sorulara cevap alamama	Ö6, Ö8, Ö12, Ö14, Ö15
	Yapılandırımcı eğitime uygun anlatma	Ö13
	Öğrencinin seviyesine uygun açıklama yapma	Ö15

Öğretmen adayları ders anlatma deneyiminde ders planlarını sunarken en çok uzaktan eğitimde zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Diğer zorlandıkları konularda dolaylı olarak uzaktan eğitimden kaynaklanmaktadır. Bunun dışında bir öğretmen adayı yapılandırımcı eğitime uygun olarak ders anlatmakta zorlandığını ifade etmiştir.

" Ders planını sunarken karşılaştığım zorlukların en çok uzaktan eğitimin sebep olduğu zorluklar olduğunu söyleyebilirim. Planı sunarken daha çok dönüt alarak bunlara yönelik

sorular sorabilmeyi, ders sürecini bu dönütlere göre yönlendirebilmeyi isterdim. Bu durumun sınırlılığı dolayısıyla bazı noktalarda ihtiyacımdan fazla zaman harcadığımı ve ders süresinin de buna bağlı olarak planın dışına çıktığını düşünmekteyim." Ö14

" Online eğitimde olmanın sınırlılıkları beni çok zorladı. Özellikle soruların çözümünü yazmak istediğimizde elimizde gerekli teknolojik imkan olmadığından istediklerimizi tam yazamadık. Bu biraz zorladı. Bir de öğrencileri göremediğimizden her birinin tam olarak anlayıp anlamadıklarını hissedemedim." Ö4

" En büyük dezavantajımız uzaktan eğitim olduğu için öğrencilerle göz teması kuramadık ve bu noktada öğrencilerin gözlerindeki öğrenip öğrenemediklerini hissiyatını gözlemleyemedik." Ö9

"Online olduğu için grafik tablet kullanımı benim biraz zorladı sınıfta tahtada olsam çok daha güzel olacağına inanıyorum." Ö2

İzgi Onbaşılı ve Sezginsoy Şeker'in (2021) çalışmasında, öğretmen adayları uzaktan eğitim ile yürütülen staj uygulamasının sınırlılıklarını, öğretmen gibi hissedememek, sınıfı kontrol edememek, zamana ayak uyduramamak ve öğrencilerle etkileşime geçememek olarak ifade etmişlerdir. Özdemir, Baki ve Çelik (2021) matematik öğretmenlerinin uzaktan eğitimde, matematiksel içeriğe özgü olarak matematik öğretimini bilgisayar üzerinden yapma, matematiksel gösterimleri kullanma ve işlemler yapma gibi zorluklar yaşadıklarını tespit etmiştir. Kilit ve Güner (2021) çalışmalarındaki katılımcı matematik öğretmenleri web tabanlı eğitimin dezavantajlarının öğrencilerle iletişim kuramamak ve öğrencileri kontrol edememek olduğunu düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının ders anlatımında en çok zorlandıkları konu olan uzaktan eğitim aynı zamanda onlar için önemli bir deneyim olmuştur. Özellikle matematik öğretiminde, matematiksel ifadelerin yazımında grafik tablet gibi araçların kullanımının gerekliliği, Web 2.0 uygulamalarında matematiksel gösterimlerin eksikliği gibi durumlar öğretmen adaylarının ders işlerken zorlanmalarına sebep olmuştur.

" Öncelikli olarak teknoloji çağındayız ve uzaktan eğitim giderek hayatımızın odağına yerleşiyor. Uzaktan eğitim öğretmenler için olumsuz taraflar barındırıyor. Çeşitli zorlukları

mevcut. Bu ders sayesinde öğrenciler ile uzaktan iletişim kurma fırsatı yakaladık. web 2.0 araçlarının kullanımı konusunda daha fazla tecrübe edindik." Ö7

İzgi Onbaşılı ve Sezginsoy Şeker (2021) uzaktan eğitimle işlenecek derslerde öğrencilerin katılımını sağlamak için Web 2.0 araçlarından faydalanılmasını önermektedir.

" Sınıf ortamında olsaydık eminim ders daha güzel olabilirdi. Ama online eğitimde yaptığımız bu ders farklı bir tecrübe edindirdi bize." Ö4

"İlk kez böyle bir derste ders anlatımımız oldu. Özellikle ekran başından anlatmanın ne kadar zor olduğunu anladım. Umuyorum kısa zamanda yüz yüze anlatma şansı da bulabiliriz." Ö1

Saralar Aras ve Güneş (2022) eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarının alanlarıyla ilgili güncel teknolojileri takip edip kullanmalarını sağlayacak ders içerikleri ve uygulamalarla gelişimlerine imkân sağlanmasını önermektedir.

"Soruların içerisinde bulunan üslü sayıları ifade edebilmek amacıyla '^' sembolünü kullandık fakat bu sembolün öğrenciler tarafından bilinmediğini tespit ettik. Eklemiş olduğumuz bu sembol öğrencilerin sorudansa bu sembole odaklanmasına sebep oldu. Sunumu hazırlarken bu tepkiyi tahmin ederek soruları fotoğraf şeklinde yükleyebilirdik. "
Ö12

Öğretmen adaylarının en çok zorlandıkları diğer bir durum ise öğrencilere sordukları sorulara yanıt alamamaları olmuştur. Ayrıca bir öğretmen adayı da sorduğu sorulara öğrencilerin seviyesine uygun açıklamalar yapmakta zorlandığını ifade etmiştir.

" Soru sorarken cevap alamadığım kısımlarda zorlandım, o an ne desem diye düşünmek çok fazla stres vericiydi." Ö6

" Öğrencilere bazı sorular yönelttiğimde cevapsız kaldığım anlar olmuştu. O konuda zorlandığımı düşünüyorum. Çünkü o an ona söylediğim şey konuya ön yargı oluşturabilirdi ya da kafasında başka sorular varsa onları sormaktan çekinebilirdi. Genel olarak

öğrencilerin sorularına cevap verme ve benim yönelttiğim sorulara onların cevap vermesi beni zorladı." Ö12

"Sunumda en çok öğrencilerimize sorduğumuz sorularda yanıt alamamaktan korktum. Tabii bu da beni zorladı. Sorarken zorlandım acaba cevap vermezler mi yanlış mı sordum acaba diye endişelendiğim olmuştu." Ö1

"Sorduğumuz sorulara öğrenci düzeyine uygun açıklama yaparken biraz zorlandım." Ö15

Öğretmen adayları uzaktan eğitim nedeniyle hipotezlerini test etmekte ve dolayısıyla kendi öğretimlerini değerlendirmede zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Ancak benzer bir zorlukla yüz yüze yapılan öğretimde de karşılaşmışlardır. Bütün (2015) çalışmasında öğretmen adaylarının ders planında belirledikleri hedeflere ulaşım ulaşılmadıkları noktasında genel bir kanıya varabildiklerini, fakat öğrencilerin bireysel öğrenmeleri bağlamında derslerinin etkililiğiyle ilgili kararlar alırken zorluk yaşadıklarını ortaya koymuştur. Bu zorluğun öğrencilerin özelliklerinin yeterince bilinmemesinden (Bütün, 2015) kaynaklandığı düşünülmektedir.

5.3.1.3 Ders Planı Değerlendirme

Öğretmen adaylarının sundukları derse ait ders planını değerlendirirken zorlandıkları konular alt teması altında ortaya çıkan kodlar ve frekans değerleri Tablo 5.59’ da sunulmuştur.

Tablo 5.59: Öğretmen adaylarının ders planını değerlendirirken zorlandıkları konulara ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
Ders planı değerlendirilirken yaşanan zorluklar	Zorlanmadım	Ö4, Ö6, Ö9, Ö10, Ö12, Ö15
	Hipotezleri test etme	Ö1, Ö13, Ö14
	Hataları görmek ve kabul etmek	Ö7, Ö11

Tablo 5.59 incelendiğinde öğretmen adaylarından birçoğu ders sonrası derslerinin video kayıtlarını izleyerek nerede eksiklikleri olduğunu gördüklerini ve bu nedenle ders planlarını değerlendirmede zorlanmadıklarını ifade etmişlerdir.

" Değerlendirirken fazla zorlanmadım. Hem sizin yorumlarınız hem ders sonrasında kendi videolarımızı izleyince nerelerde eksik olduğumu rahatlıkla görebildim." Ö6

" Kendi öz değerlendirmesini yapmak her insan için kolay değildir ama bunu aldığımız kayıtlar yardımıyla yapmak çok daha iyi oldu. Her şeyi olumlu görmekten çok ders anlatımında yaşadığımız zorlukları ve eksiklikleri de fark ederek bunları da değerlendirmeye katmaya çalıştım." Ö9

Öğretmen adaylarının ders planlarını değerlendirmekte zorlandıkları bir durum uzaktan eğitim ile ilgilidir. Öğretmen adayları uzaktan eğitim nedeniyle hipotezlerini test etmekte ve dolayısıyla kendi öğretimlerini değerlendirmede zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

" Değerlendirmede hipotezleri değerlendirmede zorlandım. Çünkü uzaktan eğitim olması öğrencilerin öğrenim sürecini izlememizi kısıtladı. Bu sebepten dolayı hipotezleri oluştururken öğrenimin faydalı mı? tam manasıyla gerçekleşecek mi? bunun yanıtlarını vermekte zorlandık." Ö13

" Çünkü sadece verilen cevaplarla bunu test etmenin biraz eksik olduğunu düşündüm. Ancak imkanlar doğrultusunda bunları yapabildik. Bu dersi eğer yüz yüze vermiş olsaydık kesinlikle değerlendirme bu durumdan yaptığımız değerlendirmeden daha etkili olurdu ve doğruya yakın sonuçlar elde ederdik diye düşünüyorum. Çünkü sadece verilen cevaplarla değil o an yaşanan tüm durumlarla bu değerlendirmeyi yapacaktık. Mesela duruşları, merakla dinlemeleri ya da o anda sordukları sorular gibi gözlem yapabileceğimiz birçok nokta olacaktı." Ö1

" Planı değerlendirirken en çok hipotezleri test etme konusunda zorluk yaşadığımı söyleyebilirim. Hipotezlerimiz daha çok öğrencilerin öğrenme düzeylerine yönelik oluşturulmuştu. Fakat öğrencilerden aldığımız dönütlerin tüm öğrenciler için geçerli olduğunu düşünmüyorum. Bu sebeple değerlendirme sürecinin tüm öğrencileri genelleme konusunda yeterli olabilmesi için daha fazla çaba sarf ettik." Ö14

Öğretmen adayları çok emek vererek hazırladıkları ders planlarını uyguladıktan sonra değerlendirenken hatalarını görmekte ve kabul etmekte zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

" Ders planımızı değerlendirirken hataları tespit etmek konusunda zorlandım. Bize en doğru geleni çalışmamıza yansıttığımız için çalışmamızdaki paylaşımların eksik yönlerini tespit etmek zor oldu." Ö7

" Ders planı hazırlama sürecinin içinde bulunduğumdan dolayı yaptığımız hataları görmekte zorlandım. Ders planı, hazırlamadan önce üzerinde düşündüğümüz ve kafamızda taslağını oluşturduğumuz bir şeydi. Bu mantıkla ilerlediğimizden hazırlamış olduğumuz plan da ders planı hakkındaki fikirlerimizi tamamen yansıtıyordu. Üzerinde bu denli düşünüp uğraştığımız plandaki hataları görmek bana göre en zor olandı fakat bu durumu aştıktan ve planımızı objektif olarak yorumlamaya başladıktan sonra da çok fazla eksikliğimiz olduğunu fark ettik. Bu noktada planı tekrar düzenlememiz gerektiğinin farkına varmak ve düşündüğümüz çoğu şeyi fikirlerimizi değiştirerek ve üzerine bir şeyler ekleyerek yeniden oluşturmak da zordu." Ö11

Ders planı değerlendirme sürecinde öğretmen adayları derslerinin video kayıtlarını izleyerek nerede eksiklikleri olduğunu gördüklerini ve bu nedenle ders planlarını değerlendirmede zorlanmadıklarını ifade etmişlerdir. Baki ve Sönmez'e (2019) göre öğretmenlik uygulamalarının video kaydına alınması öğretmen adaylarının kendi derslerini analiz etmelerine, birbirlerinin eksik yönleri hakkında grup tartışmaları yapmalarına ve danışmanlarından geri bildirim almalarına olanak sağlayabilir ve sonuç olarak bütün bunlar karşılaştıkları zorluklarda rehberlik edip gelişimlerini destekleyebilir. Bazı öğretmen adayları emek verip hazırladıkları derslerdeki hatalarını görmekte ve kabul etmekte zorlandıklarını ancak ders kayıtlarını izlediklerinde fark ettiklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının ders planlarını değerlendirmekte zorlandıkları diğer bir durum ise uzaktan eğitim ile ilgilidir. Öğretmen adayları uzaktan eğitim nedeniyle hipotezlerini test etmekte ve dolayısıyla kendi öğretimlerini değerlendirmede zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

5.3.1.4 Uygulamanın Geliştirilmesi İçin Öneriler

Öğretmen adaylarının kendi öğretimlerinden öğretmeyi öğrenmelerini hedefleyen bu öğretim uygulamasının geliştirilmesi için öneriler ve uygulamanın grup çalışması ya da

bireysel olarak yürütülmesi hakkında görüşler temalarına ait kodlar ve frekans değerleri Tablo 5.60 ve Tablo 5.61’de sunulmuştur.

Tablo 5.60’a göre öğretmen adayı uygulamanın geliştirilmesine gerek olmadığını bu haliyle yeterli olduğunu ifade ederken diğerleri uygulamanın daha uzun bir zamana yayılarak ders anlatımının sayısının arttırılmasını, dersi kendi sınıflarına veya başka bir öğrenci grubuna daha sunma imkanı yaratılmasını önermişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları uygulamada grup çalışmalarının ve tartışmalarının da arttırılması yönünde görüş bildirmişlerdir.

Tablo 5.60: Uygulamanın geliştirilmesi için önerilere ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
Öneriler	Uygulamanın geliştirilmesine gerek yok bu haliyle yeterli	Ö2, Ö4, Ö5, Ö8, Ö10, Ö15
	Böyle bir ders hep olmalı	Ö6, Ö9
	Ders anlatımının sayısı artmalı	Ö3, Ö9, Ö12
	Grup çalışmaları ve tartışmaları arttırılabilir	Ö4, Ö6, Ö8
	Başka bir gruba da anlatma şansımız olsaydı	Ö1
	Ders anlatma deneyimi öncesi sınıf arkadaşlarımıza sunum yapabilirdik	Ö13
	Keşke daha fazla zamanımız olsaydı	Ö10, Ö15

" Bence gayet güzel bir uygulama sekliydi. 4.sınıfta yapacak olduğumuz staj öncesi güzel bir deneyim oldu." Ö2

" Belki zaman açısından sıkıntı yaratabilir ama ders planı ve anlatımların sayısı arttırılabilir. Ya da iki dönem 1-2 şeklinde olup bir önceki ders planı hazırlama ve sunum esnasında öğrendiklerimizi bir sonrakinde uygulama şansımız olabilirdi. Grup arkadaşlarımız farklı olup farklı ekiplerle çalışma olanağı kazanabilirdik." Ö12

"Bu ders hep kalmalı hatta hep böyle ders anlatımı ders sunumu olarak yapılmalı ki öğretmen adayları da meslek hayatına geçtiğinde zorluklar toyluklar yaşamassın. Tabi bizim en büyük eksiğimiz bu ders planını ve sunumunu sadece bir kez yapmamızdı keşke daha fazla ders sunumu yapabilseydik. Günlük hayatımızda artık herkes bir yerlerden bilgiye ulaşabilir ancak o bilgiyi nasıl sunacağımızı öğrenmek kendi adıma çok keyif verdi dediğim gibi keşke daha fazla vaktimiz olsaydı." Ö9

" Ders içerisinde yaptığımız gibi derse katılımı arttırmak amacıyla daha fazla tartışma ortamı kurulabilir. Dersin bize yeterli ve geliştirilmiş bir şekilde verildiğini düşünüyorum." Ö8

" Ders anlatımının öncesinde sınıfla beraber bir simülasyon şeklinde ders işlenebilirdi. Bu bizim öğrencilerle olan dersimizin eksikliklerini daha önceden fark etmemizi sağlardı." Ö13

Öğretmen adayları öğretmeyi öğrenme uygulamasının daha uzun bir zamana yayılarak ders anlatma deneyiminin önce kendi sınıf arkadaşlarına sonra öğrencilere olacak şekilde planlanmasını, daha fazla ders anlatma imkanı yaratılmasını önermişlerdir. Öğretmenlik Uygulaması öncesi böyle bir dersin olmasının deneyim kazandırdığını ifade ederken grup çalışması dışında bireysel olarak da ders planlama ve sunma etkinliklerinin yapılması yönünde görüş bildirmişlerdir. Baki ve Özmen (2017) öğretmen adaylarını Öğretmenlik Uygulaması dersine hazırlamak için eğitim fakültesi programında bu tür uygulamaları içeren derslere yer verilmesini önermektedir.

Tablo 5.61: Uygulamanın grup çalışması ya da bireysel olarak yürütülmesi hakkındaki görüşlere ilişkin kodlar.

Tema	Kodlar	Frekans
Grup çalışması	Grup çalışması	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15
	Bireysel olmasını tercih ederdim	Ö7, Ö11, Ö14
	İş bölümü	Ö6, Ö10, Ö15
	Fikir alışverişi	Ö6, Ö10, Ö15
	Grup üyeleri arasında farklı – yaratıcı fikirlerin ortaya çıkması	Ö1, Ö3, Ö12
	Grup çalışmasının zorluğu	Ö7, Ö11
	Birinin eksiğini diğeri tamamlayabilir.	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö10, Ö13

Grup üyelerinden birinin eksikliğini diğerinin tamamlaması, farklı ve yaratıcı fikirler çıkması, iş bölümü ve fikir alışverişinde bulunulması gibi nedenlerden dolayı öğretmen adayları öğretmeyi öğrenme uygulamasının grup çalışması olarak yapılmasının daha yararlı olduğunu ifade etmişlerdir.

" Grup olarak yapılması daha iyi olurdu. Ders planı hazırlarken yaratıcı olmamız, farklı sorular bulmamız gerekiyordu. Tek başına bunları yapmak çok daha zor." Ö3

" Grup olarak yapılmasını tercih ederim. Çünkü ders planlarımızı hazırlarken takıldığımız noktayı diğer grup arkadaşımıza sorarak birbirimizin eksiklerini kapattığımızı düşünüyorum. Daha iyi olmasının bir başka sebebi de farklı fikirlerimiz olmuştur. Gerek dersin giriş aşamasında gerek dersin anlatılışı verilen örnekler gibi. Bunların arasından ortak fikrimizle en güzelini ve öğrencilere yararlı olabilecek olanları seçmeye çalıştık." Ö12

" Bu dönem yapıldığı gibi grup şeklinde yapılmasını tercih ederdim. Çünkü arkadaşlar arasında iş bölümü iş yükünü azaltıyor ve fikir alışverişi yaparak daha iyi sonuçlar ortaya çıkmasına fayda sağlıyor." Ö15

Öğretmen adaylarının uygulamanın bireysel olarak yürütülmesini istemelerinin nedeni ise çalışma için ortak zaman ve ortam yaratma sorunu ile iş bölümünün her zaman adil paylaşılabilmesi olarak ifade etmişlerdir.

" Benim seçme imkanım olsaydı bireysel olarak hazırlamak isterdim. Grup çalışmalarında ortak vakitler bulma konusunda sıkıntılar yaşanabiliyor. Her öğrencinin gününü planlama şekli farklı olduğu için sorunlar ortaya çıkabiliyor. Her öğrenci benzer düzeyde katkı sağlayamayabiliyor. Bazı öğrencilerin iş yükü daha ağır olabiliyor. Bu durumlar sürecin adaletsiz ilerlemesine sebep oluyor. Ayrıca kendi adıma bireysel çalışmalarda daha yaratıcı ürünler ortaya koyabildiğime inanıyorum." Ö7

" Ben ders planı hazırlama uygulamasının bireysel olmasını tercih ederdim. Öncelikle grup çalışmasının en büyük sıkıntısının grup üyelerinin aynı anda aynı konuyu düşünebilmesi ve tartışabilmesi için uygun ortamı yaratmak olduğunu düşünüyorum. Ders planı hazırlamak hemen bitecek bir şey olmadığı için de bu ortamı sık sık yaratmamız gerekiyordu ki bu işleri daha da zorlaştırdı çünkü herkesin müsait olduğu zamanlar farklı olabiliyor." Ö11

5.3.2 Uygulama Öncesi ve Sonrası Ders Planlarının Gruplar Bazında

Değerlendirilmesi Sonucu Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adayları son şeklini verip uyguladıkları ders planlarını derslerini işledikten sonra değerlendirmişler ve revize etmişlerdir. Ders planları ders analiz çerçevesinde belirtilen 4 beceri temel alınarak oluşturulan, öğrenme hedefleri belirleme (Hedefler), öğrenci düşüncesini ve öğrenmesini analiz etme (Etkinlikler), öğretimin öğrencilerin öğrenmesi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturma (Hipotezler) ve öğretimde iyileştirmeler önermek için analizi kullanma (Öneriler), temalarına ve bu temalara ait kriterlere göre karşılaştırılmıştır. Bu aşamanın sonunda elde edilen bulgular hedefler, etkinlikler, hipotezler ve öneriler başlıkları altında sunulmuştur.

5.3.2.1 Hedefler

Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları öğrenme hedefleri belirleme temasına ait kriterlere uygun olup olmadığının gruplar bazında karşılaştırılması Tablo 5.62’de gösterilerek öğretmen adaylarının yanıtlarından örneklerle sunulmuştur.

Tablo 5.62: Ders planlarının öğrenme hedefleri belirleme temasına göre karşılaştırılması.

TEMA	1.Grup		2.Grup		3.Grup		4.Grup		5.Grup	
	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US
Matematiksel hedef açık ve net olarak belirtilmiştir.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hedefin içeriğinde yer alan alt kavramlar açık ve net olarak ifade edilmiştir.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hedef öğretim programına dayanmaktadır.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hedef ön bilgilerle ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgiler tanımlanmıştır.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Öğretim hedefi ders planına rehberlik etmektedir.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

UÖ: Uygulama Öncesi, US: Uygulama Sonrası

Morris ve meslektaşlarına (2009) göre öğrenme hedeflerini ortaya çıkarmak, öğretim için özel bir matematiksel bilgi, kişinin öğretimini incelemek ve geliştirmek için temel bir başlangıç noktasıdır. Bütün grupların ders planları için belirledikleri hedefler öğretim programına dayanırken hedeflerini ve alt hedeflerini açık ve net bir şekilde belirledikleri ve hedeflerinin ders planına rehberlik ettiği görülmektedir.

4.Grup'ta yer alan öğretmen adayları alt hedeflerini öğrencilerin tanım ve değer kümelerine ait ön bilgileri ile ilişkilendirmişlerdir. 4.Grup'un ders planı için belirlediği hedef aşağıdaki şekildedir:

"İki fonksiyonun hangi durumlarda birbirine eşit olacağını, kuralları aynı olan fonksiyonların her zaman eşit fonksiyon olmadığını, eşit fonksiyonlarda tanım-değer kümesi ilişkileri öğrenciye bu derste kazandırılmak istenen becerilerdendir."

Öğretmen adayları hedefleri öğretim programına uygun ve matematiksel yetkinlikleri (kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik, uyarlamalı akıl yürütme ve üretken eğilim) dikkate alarak belirlemişlerdir. 1.Grup'un hazırladığı ders planı için belirlediği hedef ve alt hedefler aşağıdaki şekildedir:

"Öğrencinin fonksiyon kavramını ve fonksiyon olma şartlarını keşfedebilmesi

- a. Verilen bir ilişkinin fonksiyon olup olmadığını bulabilmesi*
- b. Verilen bir fonksiyonun tanım kümesi, değer kümesi ve görüntü kümelerini bulabilmesi*
- c. Fonksiyonu farklı temsil biçimleri ile gösterebilmesi*
- d. Fonksiyonun elemanlarını sıralı ikililer şeklinde yazabilmesi.*
- e. Fonksiyonun grafiğini çizebilmesi. "*

Ancak öğretmen adayları ders için planladıkları süreyi yetiştiremedikleri için revize ettikleri ders planında hedeflerini azaltmış ya da sınırlandırmıştır. Böylece öğrencilerin dikkatini çekecek ve onları derse katacak daha fazla etkinlik yapabileceklerini ifade etmişlerdir. Morris ve meslektaşlarının (2009) yaptıkları araştırmanın sonuçları da öğretmen adaylarının öğrenme hedeflerinin matematiksel alt kavramlarını tanımlayabildiklerini ancak öğretimi planlamak veya değerlendirmek için öğrenme hedeflerinin alt kavramlarına uygun stratejileri kendiliğinden uygulamadıklarını göstermektedir.

5.3.2.2 Etkinlikler

Öğrenme hedefleri belirlendiğinde, her öğrencinin hedeflere ulaşip ulaşmadığına ve ne ölçüde ulaştığına dair kanıt toplanmalıdır. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları öğrenci düşüncesini ve öğrenmesini analiz etme temasına ait kriterlere uygun olup olmadığının gruplar bazında karşılaştırılması Tablo 5.63’de gösterilerek öğretmen adaylarının yanıtlarından örneklerle sunulmuştur.

Tablo 5.63: Ders planlarının öğrenci düşüncesini ve öğrenmesini analiz etme temasına göre karşılaştırılması.

TEMA	1.Grup		2.Grup		3.Grup		4.Grup		5.Grup	
	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US
Öğrenci düşüncesini ve öğrenmesini analiz etme										
Kullanılabilir tanımlar seçilmiş ve geliştirilmiştir.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Matematiksel simge ve dil kullanılmıştır.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Derse giriş için etkili bir problem seçilmeli. Öğrencilerin problemin çözümü üzerinde çalışarak kavramsal anlamaları gerçekleştirilmeli. Öğrenciler bilgiyi kendileri keşfetmeli.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Öğrencilerin doğru çözümleri ve hatalı çözümleri öngörülmüştür.		X		X		X		X		X
Öğrencilerin problemi çözerken kullanabileceği doğru stratejiler/yaklaşımlar belirtilmiştir.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Öğrenci düşünmesini değerlendirip ilerletecek sorular sorulmuştur.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dersteki matematiksel fikirleri belirginleştirecek tartışma düzenlenmiştir.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

UÖ: Uygulama Öncesi, US: Uygulama Sonrası

Öğretmen adaylarından derse giriş için etkili bir problem seçmeleri bu sayede öğrenciler problemin çözümü üzerine çalışırken kavramsal anlamayı gerçekleştirmeleri ve öğrencinin bilgiyi kendilerinin keşfetmeleri istenmiştir. 1.Gruptaki öğretmen adaylarının seçtikleri problem aşağıdaki şekildedir:

"Bir apartmanın 5 numaralı dairesinde anne, baba, çocuk ve dede yaşamakta olsun. Tadilat işlemleri ve boya yapılacağından dolayı herkesin evde olmaması gerektiği ve aile bireylerinin apartmandaki komşulara gideceğini düşünelim. Evdeki aile bireylerinin her birini bir kümenin elemanı olarak kabul edelim ve bu kümeye "A" diyelim. Apartmandaki diğer daireleri de "B" kümesinin elemanları olarak düşünelim. Şimdi birkaç durumu değerlendirelim. A kümesinin elemanları hiçbiri açıkta eleman kalmayacak şekilde ok işaretiyle B kümesine yönlendirelim. Olası durumları çizelim. "

Yukarıda verilen örnekle öğrenciler çalışırken fonksiyon kavramının iki temel özelliği olan tek değerlilik ve keyfilik özelliklerini kavramaları hedeflenmiştir.

Öğretmen adaylarının ders anlatma deneyimi olmadığından ders planında öğrencilerin doğru çözümleri ve hatalı çözümleri öngörülmemiştir. 3.Grup bu durumu aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

"Öğrencilerin doğru çözümleri ve hatalı çözümlerine ders planında yer vermedik fakat öğrencilerin farkındalığını ölçmek amacıyla dersi anlatırken hatalı çözümlere yer verdik. Öğrenciler bu çözümlerin yanlış olduğunu fark ederek vermiş olduğumuz hatalı çözümleri düzelttiler. "

Öğretmen adayları derslerini işlerken hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirmek amacıyla çeşitli sorular sormuşlardır. Ancak öğrenciler en çok günlük hayat problemlerinin çözümünde söz almışlar ve bu sayede sınıf içi tartışma ortamı kısmen de olsa oluşturulmuştur.

" Günlük hayat problemleri sayesinde öğrencilerin derse katılımı artırıldı. Ancak cebirsel sorulara geçildiğinde öğrenciler biraz daha pasif kaldı." 2.Grup

Öğretmen adaylarının derslerini analiz ederken kullandıkları ifadeler onların öğrenci düşüncesine odaklandıklarını göstermektedir. Sun ve van Es (2015) de ders analiz çerçevesinin öğretmen adaylarının sınıf uygulamaları üzerindeki etkisini, öğrenci merkezli uygulamalara daha fazla yer verirken öğrenci düşüncesine daha fazla odaklanma olarak gözlemlemiştir.

Uzaktan eğitimden kaynaklı olarak bütün öğrencileri derse katmak pek mümkün olmamıştır. Yalnız 1.Grup Mentimeter uygulaması ile tüm öğrencilerin katıldığı bir anket yapabilmıştır.

"Online eğitimden kaynaklı olarak öğrencilerle iletişimimizde sınırlılıklar oluştu. Bu nedenle öğrencilerin düşüncelerine ders esnasında tam olarak hâkim olmadık. Tüm öğrencilerin katılımı olmadığından yeterli değerlendirmeyi yapamadık. Bu nedenle kesin olarak hedeflere ulaştık ya da ulaşamadık diyemeyiz. Ama derse katılan öğrencilere baktığımız zaman onların geri dönütlerinden yola çıkarak ulaşmak istediğimiz hedeflere büyük olasılıkla ulaştığımızı söyleyebiliriz. " 3.Grup

"Etkinliklerimiz öğrencilerin öğrenmesinde etkili olduğunu düşünüyoruz. Daha etkili olması adına öğrencilerin hepsinin katılımını sağlayacak şekilde Kahoot, Menti gibi uygulamaları kullanabilirdik. Bu sayede hem tüm öğrencilerin derse aktif katılımını sağlar hem de öğrencilerin öğrenme düzeylerini arttırabilirdik. " 5.Grup

Öğretmen adaylarının yorumları Santagata ve Angelici'nin (2010) çalışmasında olduğu gibi ders analiz çerçevesinin öğretmen adaylarını öğretim ile ilgili kararlarında öğrenci öğrenmesine odaklanmaya ve öğretimde gözlemlenenlere alternatif stratejiler bulmaya teşvik ettiğini göstermektedir.

5.3.2.3 Hipotezler

Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları öğretimin öğrencilerin öğrenmesi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturma temasına ait kriterlere uygun olup olmadığının gruplar bazında karşılaştırılması Tablo 5.64'de gösterilerek öğretmen adaylarının yanıtlarından örneklerle sunulmuştur.

Tablo 5.64: Ders planlarının öğretimin öğrencilerin öğrenmesi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturma temasına göre karşılaştırılması.

TEMA	1.Grup		2.Grup		3.Grup		4.Grup		5.Grup	
	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US	UÖ	US
Öğretimin öğrencilerin öğrenmesi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturma										
Hipotezler öğrenme sürecinde beklenen başlıca kritik eylemlerle ilgili olmalı.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hipotezler, öğretici olayın amaçlanan öğrenmeyi nasıl etkilediğine dair iddialar olmalı.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hipotezler, sonraki öğretim bölümlerinde test edilebilecekleri kadar ayrıntılı ve özgüllükle ifade edilmeli.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hipotezler öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmaları hakkında yapılmalı.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hipotezler, öğretme ve öğrenme arasındaki bağlantıları açıklığa kavuşturmak, gerekçelendirmek, test etmek ve iyileştirmek için yeterli ayrıntıyla belirtilmeli.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

UÖ: Uygulama Öncesi, US: Uygulama Sonrası

Öğretmen adayları hazırladıkları ders planlarında hipotezler, öğrencilerin öğrenim hedeflerine ulaşmaları hakkında yapılmıştır ve planlanan hedeflerle uyumludur. Ancak öğretmen adayları uzaktan eğitim için hazırladıkları sunumlarla ilgili (örneğin sunumun arka planı, matematiksel ifadelerin yazımı gibi durumlar) ders sonrasında çıkarımlarda bulunsalar da hipotezlerinde buna yer vermemişlerdir.

"Ders sonrasında ekleyebileceğimiz hipotezlerin olduğunu gözlemledik. " 1.Grup

Öğretmen adayları ders öncesi geliştirdikleri hipotezlerin ders sonrasında genel olarak gerçekleştiğini, sadece zaman konusunda ve öğrencilerin tümünden yanıt almaya dönük yaptıkları hipotezleri gerçekleştiremediklerini ifade etmişlerdir.

"Belirlenen hedeflere uygun ders saati belirleyebildik. Hazırladığımız ders planını belirlediğimiz ders saati içerisinde bitiremedik. Bu kapsamda hedefleri azaltıp sadece bir konu üzerinde durulabilecek şekilde (örneğin sadece fonksiyon kavramı ya da sadece tanım kümesi, değer kümesi ve görüntü kümesi üzerinde durulabilirdi) belirleyebildik ya da ders planına uygun ders saati belirleyebildik." 1.Grup

Yeh ve Santagata (2015) öğretimin öğrenci öğrenimi üzerindeki etkileri hakkında hipotezler oluşturma becerisini inceledikleri, öğretimden öğrenmeyi analiz becerileri ile bütünleştiren bir kursa katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmenlerinden oluşan iki grubun karşılaştırıldığı çalışmada kursa katılan öğretmen adaylarının öğrenci kanıtlarına dayalı hipotezler üretme yeteneklerinde önemli ölçüde gelişme gözlenirken diğer grubun zorlandığını ifade etmişlerdir.

5.3.2.4 Öğretimin İyileştirilmesine Yönelik Öneriler

Öğretmen adayları derslerini işledikten sonra ders planlarını gözden geçirip revize ederek öğretimlerinin iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunmuşlardır.

"Açılan ekranın arkasını siyah yapmak yazılanlar için daha faydalı olacaktır. Cebirsel sorular yerine günlük hayat problemleri daha dikkat çekmektedir. Öğrencilere direkt cevabı değil, sezdirme yoluyla sonuca ulaşmalarını, anlamalarını sağlamalıyız." 2.Grup

"Dönüt aldığımız öğrencilerin yanlış ya da eksik olan önbilgilerini düzeltmeye çalıştık fakat derse katılım göstermeyen öğrenciler için aynı şey geçerli olmadı. Bu noktada tüm öğrencilerin derse katılımını sağlayacak türden bir etkinlik tasarlanabilirdi. Bu sayede ders planımız da öğrencilerin yanlış ve eksik bilgilerini tespit edebilecek donanımda olurdu.

Dersi planlarken öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirmeye yönelik bir tartışma ortamı yaratılabilir ya da soru-cevap yapılabilirdi. Ders planının başlangıcında öğrencilerin ilgisini çekmek amacıyla birkaç soru eklemiştik fakat bu sorulara da tüm öğrencilerden dönüt alamadık. Bu sebeple yaratılacak tartışma ortamı veya soru-cevap etkinliği tüm öğrencilere hitap edecek şekilde düzenlenebilirdi. Bu sayede öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumları ve dersten beklentileri de belirlenebilirdi." 3.Grup

"Dersi planlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerini ölçecek bir test geliştirilebilirdi. İlk hazırladığımız ders planında öğrencilere ön bilgilerini gözden geçirmek amacıyla sıralı

ikili, kartezyen çarpımı ve verilen bir noktanın grafik üzerinden gösterimini bilip bilmedikleri soruldu. Ama bu yöntem tüm öğrencilerin bu konular üzerindeki öğrenmelerini ölçmek için iyi bir yöntem değildi. Sorulara cevap vermeyen öğrenciler arasında ön bilgileri eksik olan öğrencileri tespit etmemize olanak sağlamadı. Bu yüzden tüm öğrencilerin ön bilgilerini ölçüp inceleyebileceğimiz, ders öncesinde uygulanacak bir test geliştirilmeli. "

1.Grup

"Soruların içerisinde bulunan üslü sayıları ifade edebilmek amacıyla '^' sembolünü kullandık fakat bu sembolün öğrenciler tarafından bilinmediğini tespit ettik. Eklemiş olduğumuz bu sembol öğrencilerin sorudansa bu sembole odaklanmasına sebep oldu. Sunumu hazırlarken bu tepkiyi tahmin ederek soruları fotoğraf şeklinde yükleyebildik."

5.Grup

"Sunumu hazırlarken arka plan rengine dikkat etmeliydik. Öğrenciler yazılanları görmekte zorlandıkları için aksaklıklar yaşandı. Ayrıca dersi planladığımız sürede tamamlayamadık. Bu nedenle hedeflerimizi azaltmamız gerektiğine karar verdik." 4.Grup

Öğretmen adayları Öğretim Deneyi dersinde örnek hazırlanmış ders planlarını incelediler, ders planını oluşturan başlıkların (hedefler, etkinlikler, hipotezler) her birine ilişkin örnekler ve etkinliklerle karşılaştılar, bu konularda ödevler hazırladılar. Ancak ilk taslak ders planlarına bakıldığında öğretmen adaylarının geleneksel öğretim tarzına uygun olarak tanım-konu anlatımı-örnek çözümü şeklinde derslerini planladıkları görüldü. Bunun üzerine ders planları en az üç kez eleştiriler ve öneriler sonucunda elden geçirildi ve son hali verildi. Buna rağmen dersler işlendikten sonra ancak öğretmen adayları ders planları hazırlarken yaptıklarının önemini anladı ve eksikliklerinin farkına vardılar. Öğretmeyi Öğrenme Uygulamasının Öğretim Deneyi bölümünde hedeflenen öğretmen adaylarının kendi öğretimlerinden öğrenmeleri hedefi böylece karşılanmış oldu. Araştırmanın başında da belirtildiği gibi teorik olarak ders planının nasıl yapılacağı anlatılmasının bir önemi olmadığı, öğretmen adaylarının öğrendiklerini pratikte uygulama şansı yakaladığında asıl öğrenmenin gerçekleştiği bu uygulamanın sonunda görülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulguları kapsamında ulaşılan sonuçlara ve sonuçlar doğrultusunda karar vericilere, uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik önerilere yer verilmiştir.

6.1 Sonuçlar

Araştırma ile öğretmen adaylarının matematiği öğretmeyi öğrenmeleri için alan bilgilerini alana özgü öğretim yaklaşımları ile geliştirirken öğretim deneyi ile deneyimlerini derinlemesine düşünmelerini sağlayacak çevirim içi, uygulamaya dayalı, kapsamlı ve sürdürülebilir bir öğretim uygulaması tasarlamak amaçlanmıştır.

Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması adını verdiğimiz öğretim uygulamasını tasarlarken yüksek kaliteli müdahaleler tasarlamak için önerilen kriterler -uygunluk, tutarlılık, pratiklik ve etkililik- (Nieveen, 2007) dikkate alınmıştır. Uygunluk kriterini sağlamak amacıyla araştırmanın ilk aşamasında problemi tanımlamak için literatür taraması yapılmıştır. Öğretmen adaylarının matematiği öğretmeyi öğrenebilmeleri için tasarımın kuramsal çerçevesi oluşturulmuştur. Başlangıçta öğretmen adaylarının alan ve pedagojik alan bilgilerini geliştirmek hedeflenirken literatür taraması sonucunda alt hedefler ortaya çıkmıştır. Alan bilgisini geliştirmek hedefi, öğretmen adaylarının kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik, uyarlamalı akıl yürütme ve üretken eğilim olmak üzere beş tür matematiksel yeterliliği eşzamanlı ve bütünlük kazanımı hedefine dönüşürken pedagojik alan bilgisini geliştirme hedefi öğretmen adaylarının öğrenciler ve sınıf ortamı hakkında yeterli bilgi ve deneyime sahip olmamaları nedeniyle öğretmek için matematik bilgisinin (Ball, Thames ve Phelps, 2008) bir alt bileşeni olan uzmanlık alan bilgisini geliştirme hedefi olarak sınırlandırılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının kendi öğretimleri üzerine düşünerek öğretimlerini analiz edebilmeleri için ders analiz çerçevesi kapsamındaki becerileri edinmeleri hedeflenmiştir. Araştırmanın konusu, öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeyi hedefleyen öğretim uygulamasının sağlıklı bir şekilde tasarlanabilmesi için ortaöğretim öğretim programında yer alan, literatüre göre öğrencilerin ve öğretmen adaylarının zorlandıkları, sembolik temsilinin yanı sıra güçlü grafiksel yönü olan fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesi ile sınırlandırılmıştır. Kuramsal çerçevenin belirlediği hedefler doğrultusunda yine literatür taraması yapılarak öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini belirlemek amacıyla iki ayrı test hazırlanmıştır. Testlerde yer alan sorular hazırlanırken 10. sınıf öğretim programında yer alan fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesinin kazanımlarını kapsamına dikkat edilmiştir. Tasarlanan ABT ve

UABT ile öğretmen adaylarının kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme matematiksel yeterliliklerine ne kadar sahip olduklarını belirlemek amaçlanmıştır. Öğretim uygulaması öncesinde uygulanan testlerin sonuçları kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme başlıkları altında değerlendirilmiştir.

Tutarlılık kriterini sağlamak amacıyla ABT ve UABT ön test sonuçları dikkate alınarak ders analiz çerçevesine göre kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik ve uyarlamalı akıl yürütme dersleri tasarlanmıştır. Covid 19 pandemisi nedeniyle tasarlanan dersler uzaktan eğitime uygun şekilde revize edilmiş, web 2.0 araçları ile zenginleştirilmiş ve grup içi tartışmalarla desteklenmiştir. Öğretmen adayları ile yapılan tüm dersler üniversite bünyesinde Microsoft Teams uygulaması aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve öğretmen adaylarının istedikleri zaman ulaşabilecekleri şekilde kaydedilmiştir. Ayrıca derslerin içerikleri e kitap olarak öğretmen adayları ile paylaşılmıştır.

Pratiklik kriterini sağlamak amacıyla dört başlık altında uygulanan derslerin sonunda alan ve uzmanlık alan bilgisi testleri öğretmen adaylarına tekrar uygulanmıştır. Öğretim uygulamasının ilk bölümünün uygulanmasının öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının testlere verdikleri yanıtlar nicel ve nitel olarak karşılaştırılmıştır. Nicel bulguların karşılaştırılmasıyla öğretim uygulamasının alan ve uzmanlık alan bilgisi test puanlarına uygulama sonrası lehine büyük etkisi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Alan bilgisi ve uzmanlık alan bilgisi testinde yer alan sorulara öğretim uygulaması öncesinde ve sonrasında verilen yanıtların nitel olarak analizi soruların özelliklerine göre gruplandırılması sonucu oluşan başlıklar altında yapılmıştır. Nitel analizin sonucunda öğretmeyi öğrenme uygulamasının ilk kısmı öğretmen adaylarının fonksiyonun kavram tanımı, fonksiyon olan ve olmayan örnekler, fonksiyon ile ilgili kavram yanılgıları ve öğrenci zorlukları, matematiksel dili anlama ve kullanma, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik ve öğrenci bilgisi başlıklarında etkili olurken grafik ile ilgili kavram yanılgıları, konuya özgü örnek seçimi, etkinlik tasarımı konularında istenen düzeyde etkili olmadığı görülmüştür. Öğretmeyi öğrenme uygulamasının sonraki uygulaması için bu konular göz önünde bulundurularak revize edilmesi gerekmektedir.

Öğretim uygulamasının matematiksel yetkinliğe ilişkin ilk kısmı tamamlandıktan ve öğretmen adaylarının fonksiyonlar ünitesi kapsamında alan ve uzmanlık alan bilgilerindeki

gelişim belirlendikten sonra öğretim uygulamasının ikinci kısmına geçilmiştir. Öğretim uygulamasının ikinci kısmı öğretmen adaylarının öğretim deneyi dersi ile kendi öğretimlerini planladıkları, uyguladıkları ve değerlendirdikleri kısımdır. Etkililik kriterini sağlamak amacıyla öğretmen adayları 10. sınıf fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesinden kendi seçtikleri kazanımlara uygun olarak ders analiz çerçevesine göre bir ders planlayıp zoom platformu üzerinden 9.sınıf öğrencileri ile bu dersi işlemişlerdir. Dersin sonunda kendi öğretimlerini analiz ederek değerlendirmişlerdir.

Sonuç olarak tasarlanan öğretmeyi öğrenme uygulaması öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmek için uygun, uygulamayı oluşturan bütün bileşenler birbirini mantıksal bir sırada tamamladığı için tutarlı, uzaktan eğitimde kullanılabilir olduğu için pratik ve öğretmen adaylarının kendi öğretimleri üzerine düşünmelerini sağlayarak öğretimlerini iyileştirmeleri için fırsatlar sunduğundan etkilidir.

Öğretmeyi öğrenme uygulamasının öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi konusuna ilişkin alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirdiği, kendi öğretimleri üzerine düşünerek kendi yollarını keşfetmelerini sağladığı görülmektedir. Tasarlanan öğretmeyi öğrenme uygulamasının geliştirilmeye açık olduğu göz ardı edilmeksizin sahip olduğu özellikler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Öğretmeyi öğrenme uygulaması öğretmen adaylarının konuya özgü alan ve uzmanlık alan bilgilerinin belirlenmesiyle şekillenir.
- Konuya özgü alan ve uzmanlık alan bilgilerini ölçecek testler literatürün geniş kapsamlı bir taraması sonucunda öğretmen adaylarından ayrıntılı geri dönüşler alınacak şekilde tasarlanır.
- Dersler, testlerin nitel olarak analiz edilmesiyle ortaya çıkan sonuçlar ve matematik eğitimindeki en son gelişmeler dikkate alınarak, matematiksel olarak yetkin olmanın gerektirdiği beş bileşene -kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik, uyarlamalı akıl yürütme ve üretken eğilim– göre tasarlanır.
- Öğretmen adayları matematiksel olarak yetkin olma hedefine ulaştıktan sonra kendi öğretimlerini öğrencilerinin matematiksel olarak yetkin olmalarını sağlayacak şekilde ders analiz çerçevesine göre planlar.
- Ders planları uygulandıktan sonra yine ders analiz çerçevesine göre değerlendirilir ve revize edilip bir sonraki uygulamaya hazır hale getirilir.

- Öğretmeyi öğrenme uygulamasını yürüten danışmanın rolü uygulamanın etkililiği için önemlidir. Öğretmen adaylarına yol gösterirken kendi öğretimlerinden öğrenmelerini sağlamak için kendi kararlarını almalarına izin veren bir danışman uygulamanın etkililiğini arttıracaktır.

6.2 Öneriler

6.2.1 Karar Vericiler için Öneriler

Matematik öğretmen adaylarını uzaktan eğitime hazırlarken, gerçek zamanlı sınıf performansının baskısından uzakta, sınıf dışındaki etkinliklere odaklanan - ders planlama, öğrenme hedeflerinin belirlenmesi, öğretim etkinliklerinin öğrenme hedefleriyle uyumlu hale getirilmesi ve hedeflere ulaşıldığını gösteren öğrenci yanıtlarının öngörülmesi ve ardından öğrencilerin düşünme ve öğrenme kanıtlarını inceleyerek derslerin değerlendirilmesi- bir dersin öğretmen hazırlığı programlarında yer alması gerektiği açıktır. Matematik öğretmen adaylarını öğretmenliğe hazırlama sürecinde ihtiyaç duydukları yetkinlikleri kazandırmayı hedefleyen, sınıf içi etkinliklerden çok sınıf dışı hazırlıklara odaklanan öğretmeyi öğrenme uygulamasının matematik ve genel eğitim bilimleri dersleri ile öğretmenlik uygulaması dersleri arasında bir köprü görevi görecektir şekilde matematik öğretmenliği öğretim programlarında yer alması önerilmektedir.

Covid 19 pandemisi ile birlikte çevirim içi öğrenme eğitim sisteminin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Bu nedenle de yüz yüze eğitimin yanında öğretmen adaylarının uzaktan eğitime yönelik dersler planladığı, ders sunumları hazırladığı, Web 2.0 araçları ile tanıştığı öğretmeyi öğrenme uygulamasının öğretmen hazırlığı programlarında yer alması önerilmektedir.

6.2.2 Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

Öğrencilerinin matematiksel olarak yetkin olmaları için uygulayıcılar dersleri için hedefler belirlerken kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik, uyarlamalı akıl yürütme ve üretken eğilim bileşenlerini göz önünde bulundurmaları ayrıca derslerini planlarken hipotezler oluşturmaları ve bu hipotezleri test edebilecekleri etkinlikler tasarlamaları önerilmektedir.

Covid 19 pandemisi nedeniyle uzaktan eğitimle gerçekleştirilen öğretmeyi öğrenme uygulaması yüz yüze eğitime başlanmasıyla yüz yüze de gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Öğretmen hazırlık programlarında öğretmen adaylarının matematiksel olarak yetkin olmaları için matematiksel yetkinliğin bileşenleri (NRC, 2001), kavramsal anlama, işlemsel akıcılık, stratejik yetkinlik, uyarlamalı akıl yürütme ve üretken eğilim, göz ününde bulundurulurken özellikle okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması gibi uygulama derslerinin içeriğinde öğretimi deney olarak ele alma fikrinden yola çıkan öğretim deneyi uygulamalarına yer verilmesi önerilmektedir.

6.2.3 Öğretmeyi Öğrenme Uygulamasının Araştırılması için Öneriler

Araştırma fonksiyon kavramı ve gösterimi ünitesi ile sınırlandırılmıştır. Araştırmacılara okul matematiğinin farklı öğrenme alanlarına ait konularla ilgili yukarıda açıklanan öğretmeyi öğrenme uygulamasının özelliklerini dikkate alarak yeni öğretim uygulamaları tasarımları önerilmektedir. Bu tarzda ders veya öğretim uygulamalarının tasarlanması matematik eğitimi öğretmen hazırlık programlarında bir bilgi tabanı oluşmasını sağlayarak öğretmen adaylarının etkili birer matematik öğretmeni olmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Matematik eğitimi araştırmacılarına matematik eğitiminde var olan ve süregelen problemlerin çözümü için programlar, öğretme-öğrenme stratejileri ve materyalleri, ürünler ve sistemler tasarlamak ve geliştirmek için fırsatlar sunan eğitim tasarım araştırmaları yapmaları önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Adıyaman, D. (2019). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel akıl yürütme becerilerini destekleyen öğrenme ortamından yansımalar*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Trabzon Üniversitesi, Trabzon.
- Akarsu, E. (2013). *7. Sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında matematiksel dil kullanımlarının incelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akkoç, H. (2006). Fonksiyon kavramının çoklu temsillerinin çağrıştırdığı kavram görüntüleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 1-10.
- Aksoy, Y. & Bayazit, İ. (2013). Fonksiyon Kavramının Matematiksel Manası ve Tarihsel Gelişimi. İ.Ö. Zembat, M. F. Özmantar, E. Bingölbalı, H. Şandır ve A. Delice (Ed.), *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar* (340-352). Ankara: Pegem Akademi.
- Ally, M. (2008). Foundations of Educational Theory for Online Learning. In Anderson, T. (Ed.) *The Theory and Practice of Online Learning* (2. Baskı). AU Press: Athabasca University.
- An, S., Kulm, G., & Wu, Z. (2004). The pedagogical content knowledge of middle school mathematics teachers in China and the U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 7, 145–172.
- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25.
- Arslan, A. (2021). Öğretmen adaylarının mikro öğretimle “öğretmenlik” yolculuğu: bir karma desen araştırması. *Eğitim ve Bilim*, 46(207), 259-283.
- Aslan Tutak, F. & Köklü, O. (2016). Öğretmek için matematik bilgisi. E. Bingölbalı, S. Arslan ve Ö. Zembat (Ed.), *Matematik eğitiminde teoriler içinde* (701-716). Ankara: Pegem Akademi.
- Aydın, H. (2017). *Öğretmen eğitiminde akran grup dayanışması*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Aydın, S. & Çelik, D. (2017). Matematiğin doğası hakkında inançlar ölçeğinin Türk kültürüne uyarlanması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*. 13(4), 715-733.
- Aydın, M. & Köğçe, D. (2008). Öğretmen adaylarının “denklem ve fonksiyon” kavramlarına ilişkin algıları. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5 (1), 46-58.

- Baki, A. (2014). *Matematik tarihi ve felsefesi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Baki, A. (2018). *Matematiği öğretme bilgisi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bakker, A. (2019). *Design research in education. A practical guide for early career researchers*. New York: Rotledge.
- Ball, D. L., Thames, M.H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-409.
- Baş, F., Işık, A. Çakmak, Z., Okur, M. & Bekdemir, M. (2015). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiğin doğasına ilişkin düşünceleri: bir yapısal eşitlik modeli incelemesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(1), 123-140.
- Baki, M. & Özmen, Z. M. (2017). Konu alanı ders kitabı inceleme dersi kapsamında matematiği öğretme bilgisinin geliştirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 209-238. DOI: 10.19171/uefad.323412
- Baki, M., Çelik, D., Güler, M. & Sönmez, N. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının öğrenciyi tanıma bilgilerinin incelenmesi: bir ders analizi çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26 (1), 143-152. DOI: 10.24106/kefdergi.375691
- Baki, M., & Sönmez, N. (2019). Öğretmen adaylarının öğretme bilgisini geliştirmek için ders analizi kullanımının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 750-768. doi: 10.16986/HUJE.2018043641
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of The Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Barnhart, T. & van Es, E. A. (2015). Studying teacher noticing: Examining the relationship among pre-service science teachers' ability to attend, analyze and respond to student thinking. *Teaching and Teacher Education*, 45, 83-93.
- Bayazit, İ. (2011). Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde analogi kullanımları konusundaki görüş ve yeterlilikleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 139-158.
- Bayazit, İ. & Aksoy, Y. (2010). Öğretmenlerin fonksiyon kavramı ve öğretimine ilişkin pedagojik görüşleri. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 9(3).
- Bayazit, İ. & Aksoy, Y. (2013). Fonksiyon kavramı: epistemolojisi, algı türleri ve zihinsel gelişimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(1), 1-9.
- Bayazit, İ. (2015). Fonksiyonlar Konusunun Öğreniminde Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri. M. F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.), *Matematsel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri* (91-116). Ankara: Pegem

- Berk, D. & Hiebert, J. (2009) Improving the mathematics preparation of elementary teachers, one lesson at a time. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 15:3, 337-356. <http://dx.doi.org/10.1080/13540600903056692>
- Boyer, C. (1968). *A history of mathematics*. New York: Wiley.
- Bozkurt, A. (2017). Türkiye'de uzaktan eğitimin dünü, bugünü ve yarını. *Açık Öğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi (AUAd)*, 3(2), 85-124.
- Bozkurt, A. (2020). Koronavirüs (Covid-19) pandemi süreci ve pandemi sonrası dünyada eğitime yönelik değerlendirmeler: Yeni normal ve yeni eğitim paradigması. *Açık Öğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi AUAd*, 6(3), 112-142.
- Bradbury, H. (2015). *The Sage handbook of action research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (Eds.) (1999). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Expanded ed. National Research Council Committee on Developments in the Science of Learning and Committee on Learning Research and Educational Practice. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Bütün, M. (2015). Öğretmenlik uygulaması dersinde ders imecesi modelinin değerlendirilmesi: sorunlar ve çözüm önerileri. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 5 (2), 136-167. DOI: 10.17984/adyuebd.07565
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (21.Baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Carpenter, T. P., Franke, M. L. & Levi, L. (2003). *Thinking mathematically: integrating arithmetic and algebra in elementary schools*. Portsmouth, N.H.: Heinemann.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates, Publishers.
- Collins, A. (1990). Toward a design science of education. *Technical Report*. New York: Center for Technology in Education.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. In *New directions in educational technology* (pp. 15-22). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.

- Common Core State Standards Writing Team (2013). *Progressions Documents for the Common Core Math Standards. (drafts, Institute for Mathematics and Education, University of Arizona, Tucson, 2013)*. <http://ime.math.arizona.edu/progressions/>.
- Cooney, T. J., Beckman, S. & Lloyd, G. M. (2010). *Developing essential understanding of functions for teaching mathematics in grades 9-12*. Essential Understanding Series. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics, 2010.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2015). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi*. (B. Dede ve S. B. Demir, çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çakıroğlu, E. (2019, Ekim 8). Prof. Dr. Erdiñç Çakıroğlu ile Matematik Eğitimi Üzerine. <https://tedmem.org/soylesi/prof-dr-erdinc-cakiroglu-ile-matematik-egitimi-uzerine>
- Çalıkoğlu Bali, G. (2002). Matematik öğretiminde dil ölçeği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 57-61.
- Çepni, S. (2016). *PISA ve TIMSS mantığını ve sorularını anlama*. Ankara: Pegem Akademi.
- Dede, Y., Bayazit, İ. & Soybaş, D. (2010). Öğretmen adaylarının denklem, fonksiyon ve polinom kavramlarını anlamaları. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(1), 67- 88.
- Dede, Y. & Karakuş, F. (2014). Matematik öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik inançları üzerinde öğretmen eğitim programlarının etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(2), 791-813.
- Delice, A. & Sevimli, E. (2016). Matematik eğitiminde çoklu temsiller. E. Bingölbali, S. Arslan ve Ö. Zembat (Ed.), *Matematik eğitiminde teoriler içinde* (519-537). Ankara: Pegem Akademi.
- Deng, Z. (1995). Estimating the reliability of the teacher questionnaire used in the Teacher Education and Learning to Teach (TELT). *National Center for Research on Teacher Learning Technical Series*, 95(1), 39.
- Denscombe, M. (2014). *The good research guide: For small-scale social research projects*. New York: McGraw-Hill Education.
- Design Based Research Collective. (2003). Design based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Doğan, M. & Güner, P. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik dilini anlama ve kullanma becerilerinin incelenmesi. *10. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, 27- 30 Haziran 2012, Niğe*.

- Dubinsky, E., & Harel, G. (1992). Foreword of the concept of function: Aspects of epistemology and pedagogy. In E. Dubinsky and G.Harel (Eds.). *MAA Notes*, 25, (pp. 7-9).
- Durmaz, M. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiğin doğasına ilişkin felsefi görüşleri. *EJERCONGRESS 2016 Conference Proceedings*.
- Erkut, E. (2020). Covid-19 sonrası yükseköğretim. *Yükseköğretim Dergisi*. <https://doi.org/10.2399/yod.20.002>
- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs, and attitudes of the mathematics teacher: a model. *Journal of Education for Teaching*, 15, 13-33.
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. London: Farmer.
- Even, R. (1990). Subject matter knowledge for teaching and the case of functions. *Educational Studies in Mathematics*, 21, 521-544.
- Even, R. (1993). A subject-matter knowledge and pedagogical content knowledge:n Prospective secondary teachers and the function concept. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(2), 94-116
- Even, R., & Tirosh, D. (1995). Subject-matter knowledge and knowledge about students as sources of teacher presentations of the subject matter. *Educational Studies in Mathematics*, 29, 1-20.
- Ferdig, R.E., Baumgartner, E., Hartshorne, R., Kaplan-Rakowski, R. & Mouza, C. (2020). *Teaching, Technology, and Teacher Education during the COVID-19 Pandemic: Stories from the Field*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/p/216903/>.
- Feiman-Nemser, S. (2001). Helping novices learn to teach: Lessons from an exemplary support teacher. *Journal of teacher education*, 52(1), 17-30.
- Fennema, E. & Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 147-164). New York, NY, England: Macmillan Publishing Co, Inc.
- Freudenthal, H. (1988). Ontwikkelingsonderzoek [Developmental research]. In K. Gravemeijer & K. Koster (Eds.), *Onderzoek, ontwikkeling en ontwikkelingsonderzoek*. Utrecht: Vakgroep OW & OC
- Gravemeijer, K. (1994). Educational development and developmental research in mathematics education. *Journal for research in Mathematics Education*, 25(5), 443-471.

- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2013). Design research from a learning design perspective. In T. Plomp, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research – Part A*. (pp. 72-113). Enschede, the Netherlands: SLO.
- Gülbahar, Y. (2021). *E-öğrenme*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Gürefe, N. (2018). Mathematical language skills of mathematics prospective teachers. *Universal Journal of Educational Research*, 6(4), 661-671.
- Güven, S. & Uçar, M. (2021). Öğretmen adaylarının uzaktan eğitim ve öğretmenlik uygulaması dersine ilişkin görüşleri. *Journal of Awareness*.6(3):165-183, DOI: 10.26809/joa.6.3.07
- Hacıömeroğlu, G. (2006). *Prospective secondary teachers' subject matter knowledge and pedagogical content knowledge of the concept of functions*. (Unpublished doctoral dissertation). Florida State University, Florida.
- Handal, B., (2003). Teachers mathematical beliefs: A review. *The Mathematics Educator*, 13, 47-57.
- Hatisaru, V. (2013). *Teachers' Knowledge Of Content And Students About The Function Concept And Its Interrelation With Student Learning Outcomes In Vocational High Schools*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Middle East Technical University, Ankara.
- Herbel-Eisenmann, B. A., & Breyfogle, M. L. (2005). Questioning Our Patterns of Questioning. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 10 (9), 484–489.
- Hiebert, J. & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (pp. 1-27). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hiebert, J. & Carpenter, T. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. Grouws (Ed.), *handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 65-100). Reston, VA.
- Hiebert, J., Morris, A.K. & Glass, B. (2003). Learning to learn to teach: an "experiment" model for teaching and teacher preparation in mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6(3), 201–222.
- Hiebert, J., & Grouws, D. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 371-404). Charlotte, NC: Information Age.
- Hiebert, J., Morris, A. K., Berk, D., & Jansen, A. (2007). Preparing teachers to learn from teaching. *Journal of Teacher Education*, 58(1), 47-61.

- Hoadley, C. P. (2002, January). Creating context: Design-based research in creating and understanding CSCL. In *CSCL* (pp. 453-462).
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/thedifference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>.
- Hufferd-Ackles, K., Fuson, K. C. & Sherin, M. (2004). Describing levels and components of a math-talk learning community. *Journal for Research in Mathematics Education* 35, no. 2 (2004): 81–116.
- Jansen, A., Bartell, T., & Berk, D. (2009). The role of learning goals in building a knowledge base for elementary mathematics teacher education. *The Elementary School Journal*, 109, 525-536.
- Initiative, E. L. (2012). Things you should know about Flipped Classrooms. *EDUCAUSE Creative Commons*.
- İzgi Onbaşılı, Ü. & Sezginsoy Şeker, B. (2021). Distance education in the Covid-19 pandemic period: opinions of primary pre-service teachers about teaching practice course. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 4(4), 726-744.
- Karahasan, B. (2010). *Preservice secondary mathematics teachers' pedagogical content knowledge of composite and inverse functions*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Middle East Technical University, Ankara.
- Karchmer-Klein, R. (2020). *Improving online teacher education: digital tools and evidence-based practices*. New York: Teachers College Press.
- Keleşoğlu, S. & Yetkiner, A. (2022). Teaching practices under the shadow of COVID-19. *Participatory Educational Research*, 9 (4), 92-110. DOI: 10.17275/per.22.81.9.4
- Kelly, A. (2004). Design research in education: Yes, but is it methodological? *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 115-128.
- Kelly, A.E. & Lesh, R.A. (Eds.) (2000). *Handbook of research design in mathematics and science education*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Keskin, M. & Özer Kaya, D. (2020). COVID-19 sürecinde öğrencilerin web tabanlı uzaktan eğitime yönelik geri bildirimlerinin değerlendirilmesi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 59-67.
- Korucu, A. & Kabak, K. (2020). Türkiye'de Hibrit Öğrenme Uygulamaları ve Etkileri: Bir Meta Analiz Çalışması. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 2 (2), 88-112.

- Kula, S. & Bukova Güzel, E. (2014). Matematik ve matematik öğretimi bilgisi ışığında dörtlü bilgi modelindeki beklenmeyen olaylar bilgisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 5 (1), 89-107. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkbilmat/issue/21572/231497>
- Kuzu, A. (2017). Çoklu Ortam Uygulamalarının Kuramsal Temelleri. Dursun, Ö.Ö. ve Odabaşı, F.H. (Ed.). *Çoklu Ortam Tasarımı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Kuzu, A., Cankaya, S. & Misirli, Z. A. (2011). Design-based research and its implementation in the design and development of learning environments. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 1(1), 19-35.
- Laurenson, D.J. (1995). Mathematics and the drift towards constructivism: Are teacher beliefs and teaching practice following the beat of the same drummer? *NCSSMST Journal*, 1(2), 3-7.
- Leikin, R. & Winicki-Landman, G. (2000). On equivalent and non-equivalent definitions: Part 2. *For the Learning of Mathematics*, 20(2), 24-29.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O. & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60, 1-64.
- Leinvand, S., Brahier, D. J. & Huinker, D. (2014). *Principles to actions: ensuring mathematical success for all*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lijnse, P. L. (1995). "Developmental research" as a way to an empirically based "didactical structure" of science. *Science education*, 79(2), 189-199.
- Markovits, Z., Eylon, B. & Bruckheimer, M. (1986). Functions today and yesterday. *For the Learning of Mathematics* 6(2), 18-24, 28.
- McKenney S. & Reeves TC. (2018). *Conducting educational design research*, London: Routledge.
- McKenney, S. & Visscher-Voerman, I. (2013). Formal education of curriculum and instructional designers. *Educational Designer*, 2(6), 20.
- McKenney, S. & Reeves, T. (2012). *Conducting Educational Design Research: What it is, How we do it, and Why*. London: Routledge.
- Mayer, R.E. (2009). *Multimedia Learning*. (2. basım). New York: Cambridge University Press.
- MEB (2018). Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı.

- MEB. (2019). PISA 2018 Türkiye ön raporu. http://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/03105347_PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf adresinden erişildi.
- Meel, D.E. (1999). Prospective teachers' understandings: function and composite function. *Issues in the undergraduate mathematics preparation of school teachers: The Journal, 1, October.*
- Miles, M.B. & Huberman, M.A. (1994). *Nitel veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Moreira, C. & Noss, R. (1995). Understanding teachers' attitudes to change in a Logomathematics environment. *Educational Studies in Mathematics, 28(2)*, 155-176.
- Morris, A. K. (2006). Assessing pre-service teachers' skills for analyzing teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education, 9(5)*, 471–505.
- Morris, A. K., Hiebert, J., & Spitzer, S. M. (2009). Mathematical knowledge for teaching in planning and evaluating instruction: What can pre-service teachers learn? *Journal for Research in Mathematics Education, 40(5)*, 491–529.
- National Research Council (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. J. Kilpatrick, J. Swafford & B. Findell (Eds.). *Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Va.: NCTM, 1991.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: NCTM, 2000.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to reach product quality. In J. van den Akker, R.M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds), *Design approaches and tools in education and training* (pp. 125-136). Boston: Kluwer Academic.
- Nieveen, N. (2009). Formative evaluation in educational design. In T. Plomp, & N. Nieveen (Eds.), *An introduction to educational design research* (pp. 89-101). Enschede, the Netherlands: SLO.
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Formative evaluation in educational design research. In T. Plomp, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research – part A: An introduction* (pp. 152-169). Enschede, the Netherlands: SLO.
- Opie, C. & Sikes, P.J. (2004). *Doing educational research*. London: Sage.

- ÖSYM. (2019). 2019 YKS değerlendirme raporu. <https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2019/GENEL/yksDegRaporweb03092019.pdf> adresinden erişildi.
- Özcan, M. (2011). Bilgi Çağında Öğretme Eğitimi, Nitelikleri ve Gücü Bir Reform Önerisi. Ankara: Türk Eğitim Derneği. http://portal.ted.org.tr/genel/yayinlar/Bilgi_Caginda_Ogretmen.pdf
- Özdemir Erdoğan, E., Özdemir, A. & Yanık, H.B. (2012). İlköğretim matematik öğretmenliği programı birinci sınıf öğrencilerinin fonksiyonlar konusundaki hazır bulunuşlukları. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 11(4), 1121-1149.
- Özdoğan, S. N. (2018). *Matematik öğretmen adaylarının fonksiyon kavramına ilişkin öğrenci zorlukları ve kavram yanılguları ile ilgili pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Özkaya, M. & İşleyen, T. (2012). Fonksiyonlarla ilgili bazı kavram yanılguları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-32.
- Özmantar, M. F., Bingölbali, E., & Akkoç, H. (2010). *Matematiksel kavram yanılguları ve çözüm önerileri*. Ankara: PEGEM Akademi.
- Öztürk, G. (2013). *Matematiksel düşünme odaklı öğretim: ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının planlama becerileri ve görüşleri*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Patton, M. Q. (2018). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri (3. Baskıdan çeviri) (Çev. Ed. Bütün, M. ve Demir, S. B.)*. Ankara: Pegem Akademi. (Orijinal çalışma: Qualitative research & evaluation methods, 3rd ed., 2001)
- Plomp, T. (2009). Educational design research: An introduction. In T. Plomp, & N. Nieveen (Eds.), *An introduction to educational design research* (pp. 9-35). Enschede, the Netherlands: SLO.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Introduction to the collection of illustrative cases of educational design research. In T. Plomp, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research – Part A: An introduction*. Enschede, the Netherlands: SLO.
- Polat, Z.S. & Şahiner, Y. (2007). Bağıntı ve fonksiyonlar konusunda yapılan yaygın hataların belirlenmesi ve giderilmesi üzerine boylamsal bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 32(146), 89-95.
- Prediger, S. (2007). *Philosophy of mathematics in teacher training courses*. François, K. & Bendegem, J.P. (Eds.), *Philosophical Dimensions in Mathematics Education* (s. 43-59). New York: Springer Science Business Media.

- Reinking, D. & Bradley, B.A. (2008). *On formative and design experiments: Approaches to language and literacy research*. New York, NY: Teachers College Press.
- Rittle-Johnson, B. & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology*, *91*(1), 175-189.
- Rittle-Johnson, B. & Schneider, M. (2015). Developing conceptual and procedural knowledge in mathematics. In R Cohen Kadosh & A. Dowker (Eds.), Oxford, UK: Oxford University Press. doi: 10.1093/oxford-hb/9780199642342.013.014
- Romberg, T. A. (1973). Development research. Overview of how development-based research works in practice. *Wisconsin-Madison, Madison, WI*.
- Ronau, R. N., Meyer, D. & Crites, T. (2014). *Putting essential understanding of functions into practice in grades 9-12*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics, 2014.
- Rowland, T., Turner, F., Thwaites, A., & Huckstep, P. (2009). *Developing primary mathematics teaching: reflecting on practice with the knowledge quartet*. London: Sage.
- Sajka, M. (2003). A secondary school student understands of the concept of function: A case study. *Educational Studies in Mathematics*, *53*, 229- 254.
- Sánchez, V. & Llinares, S. (2003). Four student teachers' pedagogical reasoning on functions, *Journal of Mathematics Teacher Education* *6*, 5–25
- Santagata, R. & Angelici, G. (2010). Studying the impact of Lesson Analysis Framework on preservice teachers' abilities to reflect on videos of classroom teaching. *Journal of Teacher Education*, *61*(4), 339–349.
- Santagata, R., & van Es, E. (2010). Disciplined analysis of mathematics teaching as a routine of practice. In J. Luebeck & J. W. Lott (Eds.), *Mathematics teaching: Putting research into practice at all levels*. Association of Mathematics Teacher Educators.
- Santagata, R., & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching *ZDM The International Journal of Mathematics Education*, *43*(1), 133-145.
- Santagata, R. Zannoni, C., & Stigler, J. W. (2007). The Role 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*, 123-140.
- Santagata, R., & Yeh, C. (2014). Learning to teach mathematics and to analyze teaching effectiveness: Evidence from a video- and practice-based approach. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *17*, 491-514.

- Saralar-Aras, İ. & Güneş, H. (2022). Sınıf ve ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin uzaktan eğitime hazır bulunuşlukları. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 12 (1), 195-220.
- Sarı, T., & Nayır, F. (2020). Pandemi dönemi eğitim: sorunlar ve fırsatlar. *Turkish Studies*, 15(4), 959-975. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.44335>
- Shulman, L. (1986). Those who understand, knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Sierpiska, A. (1992). On understanding the notion of functions. In Harel G. & Dubinsky E.(Eds.), *MAA Notes and Reports Series*, 25-58.
- Smith, M. S. & Stein, M. K. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: from research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School* 3 (5), 344–350.
- Smith, M. S. & Stein, M. K. (2011). *5 Practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. *Handbook of research design in mathematics and science education*, 267-306.
- Steiner, H. G. (1987). Philosophical and epistemological aspects of mathematics and their interaction with theory and practice in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 7(1), 7-13.
- Sun, J. & van Es, E. A. (2015). An exploratory study of the influence that analyzing teaching has on preservice teachers' classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 66(3), 201–214.
- Şandır, Y. T. (2006). *Fonksiyon Kavramı Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri Üzerine Bir Fenomenografik Çalışma*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Tall, D. & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with special reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151-169.
- Tall, D. V & Bakar, M. (1992). Students' mental prototypes for functions and graphs. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 23(1), 39-50.

- Tanışlı, D. (2013). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Pedagojik Alan Bilgisi Bağlamında Sorgulama Becerileri ve Öğrenci Bilgileri. *Eğitim ve Bilim*, 38(169), 80-95.
- Tarım, K. & Dinç Artut, P. (2016). Tutum ve Matematik Başarısı. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ.Ö. Zembat (Ed.), *Matematik eğitiminde Teoriler* (s.767-783). Ankara: Pegem Akademi.
- Taylan, R. D. (2016). The relationship between pre-service mathematics teachers' focus on student thinking in lesson analysis and lesson planning tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*. Advance online publication. doi:10.1007/s10763-016-9778-y
- TEDMEM (2020). 2019 eğitim değerlendirme raporu (TEDMEM Değerlendirme Dizisi 6). Ankara: Türk Eğitim Derneği.
- Telli, S., & Altun, D. (2020). Coronavirüs ve çevrimiçi (online) eğitimin önlenemeyen yükselişii. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3 (1), 25-34. DOI: 10.32329/uad.711110
- Thom, R. (1986). "Modern" mathematics: An educational and philosophic error? In T. Tymoczko (Ed.), *New directions in the philosophy of mathematics* (pp. 67-78). Boston: Birkhauser.
- Uz, D. (2019). *Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Fonksiyona İlişkin Pedagojik Alan Bilgilerinin Değişiminin İncelenmesi: Bir Ders Modülü Örneği*. (Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In J. van den Akker, R.M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1-14). Boston: Kluwer Academic.
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K, McKenney, S. & Nieveen, N. (2006). *Educational design research*. London: Routledge.
- Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 14, 293-305.
- Vinner, S. (2002). The role of definitions in the teaching and learning of mathematics. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 65-79). Kluwer Academic Publishers.
- Vinner, S., & Dreyfus, T. (1989). Images and definitions for the concept of function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20, 356-366.

- Walsh, J. A. & Sattes, B. D. (2005). *Quality questioning: Research-based practice to engage every learner*. Thousand Hills, Calif.: Corwin Press.
- Wang, F., & Hannafin, M. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Wilson, M. R. (1994). One preservice secondary teacher's understanding of function: The impact of a course integrating mathematical content and pedagogy. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(4), 346- 370.
- Wood, T. (1998). Alternative Patterns of Communication in Mathematics Classes: Funneling or Focusing? In *Language and Communication in the Mathematics Classroom*, edited by Heinz Steinbring, Maria G. Bartolini Bussi, and Anna Sierpiska, pp. 167-178. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Yanık, H. B. (2016). Kavramsal ve İşlemsel anlama. E. Bingölbali, S. Arslan ve Ö. Zembat (Ed.), *Matematik eğitiminde teoriler içinde* (701-716). Ankara: Pegem Akademi.
- Yeh, C., & Santagata, R. (2015). Preservice Teachers' Learning to Generate Evidence-Based Hypotheses About the Impact of Mathematics Teaching on Learning. *Journal of Teacher Education*, 66, 21- 34.
- Yeşildere, S. (2007). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel alan dilini kullanma yeterlilikleri, *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2), 61-70.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. (2009). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK), (2018). Programların güncelleme gerekçeleri, getirdiği yenilikler ve uygulama esasları. Online: <https://www.yok.gov.tr/kurumsal/idaribirimler/egitim-ogretim-dairesi/yeni-ogretmen-yetistirme-lisans-programlari>
- Zaslavsky, O. & Shir, K. (2005). Students' conceptions of a mathematics definition. *Journal for Research in Mathematics*, 69, 131-148.

EKLER

EKLER

EK A: Araştırmaya Gönüllü Katılım Formu

Bu araştırma, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü OFMAE Matematik Eğitimi bölümünde doktora öğrencisi olan Melike Yakut Çayır tarafından yürütülen doktora tezinin bir bölümüdür. Bu form sizi araştırma koşulları hakkında bilgilendirmek için hazırlanmıştır.

Çalışmanın Amacı Nedir?

Araştırmanın amacı Hiebert, Morris ve Glass 'in (2003) önerdiği modele uygun olarak öğretmen adaylarının alan ve uzmanlık alan bilgilerini geliştirmeyi hedefleyen, bir öğretim uygulaması tasarlamaktır.

Bize Nasıl Yardımcı Olmanızı İsteyeceğiz?

Araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, sizden beklenen, açık uçlu sorulardan oluşan alan ve uzmanlık alan testlerini açıklayıcı ve samimi şekilde cevaplandırmanız ve matematiğin doğasına dair 5'li likert tipi bir anketi de doldurmanızdır. Anket ve testlere katılım ortalama olarak 40'ar dakika sürmektedir. Öğretim uygulaması ise haftada en az iki ders saati olmak üzere ortalama sekiz hafta olarak planlanmaktadır.

Sizden Topladığımız Bilgileri Nasıl Kullanacağız?

Araştırmaya katılımınız tamamen gönüllülük temelinde olmalıdır. Ankette, sizden kimlik veya kurum belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplarınız tamamıyla gizli tutulacak, sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Katılımcılardan elde edilecek bilgiler toplu halde değerlendirilecek ve bilimsel yayımlarda kullanılacaktır. Sağladığınız veriler gönüllü katılım formlarında toplanan kimlik bilgileri ile eşleştirilmeyecektir.

Katılımınızla ilgili bilmeniz gerekenler:

Anket ve testler genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta serbestsiniz. Böyle bir durumda anketi uygulayan kişiye, anketi tamamlamadığınızı söylemeniz yeterli olacaktır.

Araştırmayla ilgili daha fazla bilgi almak isterseniz:

Bu çalışmaya katıldığınız için şimdiden teşekkür ederiz. Araştırma hakkında daha fazla bilgi almak için Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Gözde Akyüz (E-posta: akyuzgozde@gmail.com) ve araştırmacı Melike Yakut Çayır (E-posta: mlkyakut@gmail.com) ile iletişim kurabilirsiniz.

Yukarıdaki bilgileri okudum ve bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum.

Katılıyorum.

Katılmıyorum.

EK B: Alan Bilgisi Testi

Sevgili öğretmen adayları;

Mevcut test, öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi konusundaki alan bilgisini belirlemek için tasarlanmıştır. Öğretmen adaylarının testi cevaplarırken açıklayıcı ve samimi olmaları çalışmanın zenginliği ve etkinliği için çok önemlidir. Bu nedenle soruların cevaplarını açıklamanız gerekmektedir.

Bu testin sonuçları tamamen gizlilikle ele alınacak ve okul değerlendirmelerinizi etkilemeyecektir. Test sonuçları sadece araştırma amacıyla kullanılacaktır. Lütfen isminizi yazınız.

Katkınız için teşekkür ederim.

Melike YAKUT ÇAYİR

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Öğrencisi

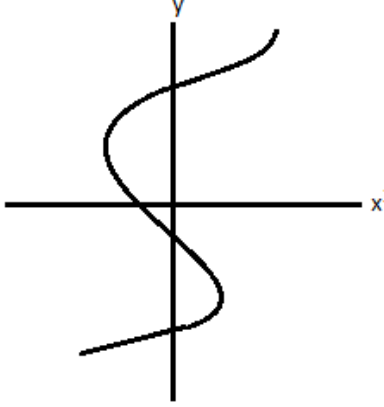
Kişisel Bilgiler

- 1) AD SOYAD:
- 2) Cinsiyet Kadın Erkek

- 1) Fonksiyon kavramını tanımlayınız ve bir fonksiyon örneği veriniz.
- 2) Fonksiyon olmayan bir örnek veriniz.
- 3) Her fonksiyonun bir kuralı (cebirsel ifadesi) olmak zorunda mıdır? Nedeniyle açıklayınız.
- 4) $A = \{2, 3, 4, 5, 6\}$ ve $B = \{1, 3, 5, 7, 9\}$ olmak üzere $f: A \rightarrow B, f(x) = 2x - 3$ fonksiyonunu farklı temsiller kullanarak gösteriniz.
- 5) Verilen bir ifadenin fonksiyon olması için gerekli şartlar nelerdir? Açıklayınız.
- 6) Aşağıda denklem ve fonksiyon kavramları ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir. Bu ifadelerin karşısına doğru olanlar için “D”, yanlış olanlar için “Y” yazınız. Gereçlerinizi belirtiniz.

1. Her fonksiyonun kuralı bir denklem belirtir.
2. Her fonksiyon bir denklemdir.
3. Denklemler ve fonksiyonlar kavramsal olarak birbirinden farklıdır.
4. Her denklem bir fonksiyondur.
5. Bazı denklemler aynı zamanda bir fonksiyon belirtir.
6. Denklemlerde bağımlı ve bağımsız değişkenlerden söz edilirken, fonksiyonlarda bilinmeyenler vardır.
7. Fonksiyonlarda tanım ve değer kümelerinden söz edilirken, denklemlerde çözüm kümesi söz konusudur.
8. Kavramsal olarak denklemler ve fonksiyonlar aynı anlamı ifade ederler.
9. $A \neq \emptyset, B \neq \emptyset$ ve $b \in B$ olmak üzere $f: A \rightarrow B$ fonksiyonu için $f(x) = b$ şeklindeki ifadeler birer denklem belirtir.
10. Denklemler bir eşitlik belirtirken, fonksiyonlar bir dönüşüm tanımlarlar.

7) Şekilde verilen grafik bir fonksiyon belirtir mi? Açıklayınız.



8)

$f: (-\infty, 2] \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = 2x - 3$
 $g: [2, \infty) \rightarrow \mathbb{R}, g(x) = 5x - 1$ } fonksiyonları için $\left(\frac{f}{g}\right)(a)$ değeri kaçtır?

9) $f(x) = x^3 + x^2 - 4x - 4$ fonksiyonunun x eksenini kestiği noktaların koordinatlarını bulunuz.

10) $f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}, f(x) = 3x - 2$ fonksiyonunun örten veya içine olup olmadığını inceleyiniz.

11) $f(x)$ bir doğrusal fonksiyon olmak üzere

$$f(2x - 1) + f(x + 2) = 6x + 5$$

Olduğuna göre $f(1) + 2 \cdot f(3) + f(4)$ işleminin sonucu kaçtır?

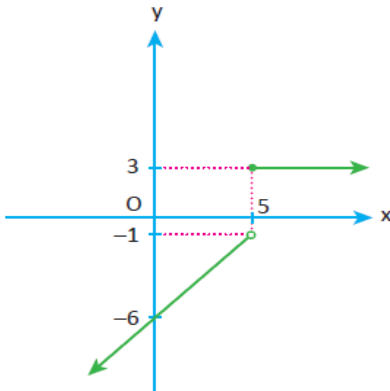
12) $f = \{(1,3), (-1,2), (0,4), (2,5)\}$ ve $g = \{(-2,1), (-1,4), (3,2), (2,0)\}$ fonksiyonları veriliyor.

Buna göre $(2f + 3g)(x)$ fonksiyonunu bulunuz.

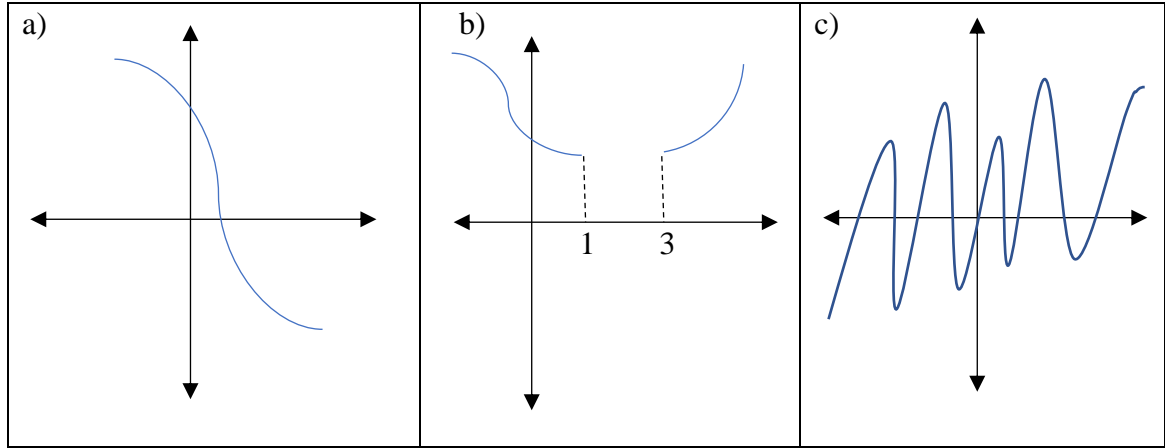
13) $f, g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ olmak üzere

$(f + g)(x) = x^3 + 2x - 1$ ve $f(x) = 3x + 1$ olduğuna göre $g(-1)$ değerini bulunuz. Çözümünüzü sizin için en kısa yoldan yapınız.

14) Grafiği verilen f fonksiyonunun tanım ve görüntü kümelerini bulunuz.



15) Aşağıda verilen bağıntı grafiklerinin fonksiyon olup olmadıklarını nedenleriyle açıklayınız. Ya da tanım ve değer kümeleri nasıl olmalı ki bu grafikler birer fonksiyon grafiği olabilsinler?

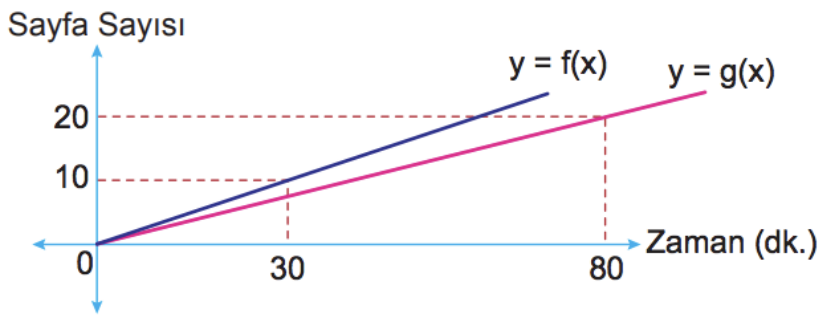


16) Bir yayınevi Balıkesir'deki bayisine bir kitabı 30 TL'den vermektedir. Yayınevi ve bayi arasında yapılan sözleşmeye göre bayinin alım adedi 500'den fazla olduğu durumlarda 500 adedin üzerindeki ilave her kitap için 5 TL prim, yayınevi tarafından bayiye verilecektir.

Buna göre, yayınevının bayiye sattığı x adet kitaptan elde edeceği geliri gösteren fonksiyonu yazınız.

17) Deposunda başlangıçta 160 litre yakıt bulunan bir araç, her 2 saatte bir 20 litre yakıt harcamaktadır. Araç harekete başladıktan 4 saat sonra 1 saat mola verdiği için, bu aracın yakıtı bitene kadar deposunda kalan yakıt miktarının zamana bağlı değişimini ifade eden grafiği çiziniz.

18)



Yukarıda iki öğrencinin okudukları sayfa sayılarının zamana göre değişimlerini gösteren f ve g fonksiyonlarının grafikleri verilmiştir.

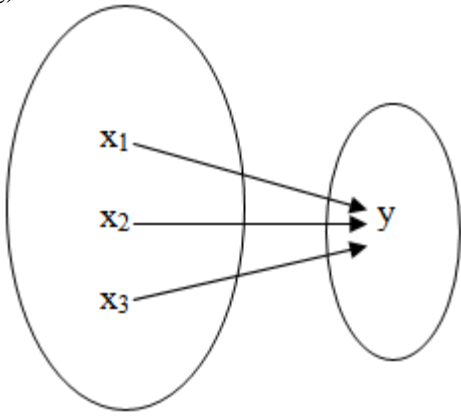
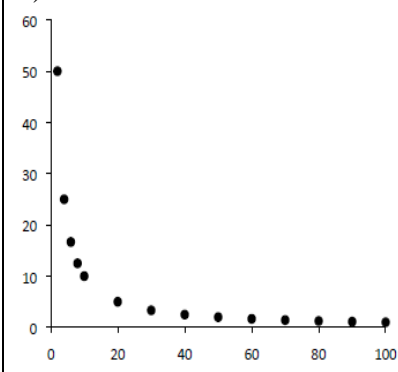
Buna göre kaç dakika sonra iki öğrencinin okudukları toplam sayfa sayısı 140 olur?

19) Bir firmanın zamana (x yıl) bağlı gelir (1000 TL) fonksiyonu $g(x)$, gider fonksiyonu $h(x)$ tir.

$0 \leq x \leq 8$ için , $g(x) = x + 2, h(x) = \frac{3}{4}x + 3$ olarak verildiğine göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) $g(x)$ ve $h(x)$ fonksiyonlarının grafiklerini aynı koordinat sisteminde çiziniz.
b) Gelir ve giderin hangi yılda eşit olduğunu bulunuz.
c) Hangi yıldan itibaren gelir gider farkının 1000 TL ve üzerinde olacağını bulunuz.
ç) Hangi yılda gelirin gidere oranının $\frac{8}{9}$ olacağını bulunuz.

20) Aşağıdakilerin her birinin matematiksel bir fonksiyonu temsil edip etmediğini belirleyiniz. Çalışırken düşüncenizi tanımlamayı, özellikle de kararınızı neden verdiğinizi açıklamayı unutmayınız.

a) $2x - 3y = 5$	b) $x^2 - y = 5$
c) $x^2 + y^2 = 4$	d) $\{(1,2), (2,3), (3,4), (4,5)\}$
e) $y=4$	f) $f(x) = \begin{cases} 1, & x \text{ rasyonel sayı ise} \\ 0, & x \text{ irrasyonel sayı ise} \end{cases}$
g) 	h) 

EK C: Alan Bilgisi Testi Uzman Değerlendirme Formu ve Belirtke Tablosu

ALAN BİLGİSİ TESTİ

Uzman Değerlendirme Formu

Sayın uzman, aşağıda görüşlerinize sunulan ölçek taslağı matematik öğretmen adaylarının 10. sınıf "Fonksiyon Kavramı ve Gösterimi" ünitesi kapsamında, matematiksel olarak yetkinliklerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Matematiksel olarak yetkin olmak, beş tür matematiksel yeterliliğin eşzamanlı ve bütünleşik bir kazanımıdır. Hazırlanan ölçek ile aşağıda kısa açıklamaları verilen 4 yeterliliğin ölçülmesi hedeflenmektedir.

- **Kavramsal anlama:** matematiksel kavramların, işlemlerin ve ilişkilerin kavranması.
- **İşlemsel akıcılık:** prosedürleri esnek, doğru, verimli ve uygun bir şekilde yerine getirme becerisi.
- **Stratejik yetkinlik:** matematiksel problemleri formüle etme, temsil etme ve çözme becerisi.
- **Uyarlamalı akıl yürütme:** mantıksal düşünce, yansıtma, açıklama ve gerekçelendirme kapasitesi

Sizden, testte yer alan her bir maddeyi, bu yeterlilikleri göz önünde bulundurarak ünitenin kazanımlarına uygun olup olmadıklarına ilişkin değerlendirmeniz beklenmektedir.

Eğer madde, belirtilen özelliği net olarak ölçmeye aday bir madde ise “Uygun”, madde belirtilen özelliği temsil etmiyor ise “Uygun Değil” seçeneklerin işaretleyiniz. Araştırmanın amacına uygun bulmadığınız veya dil açısından hatalı olduğunu düşündüğünüz maddelerin içinden, üzerinde düzeltme yapılarak teste dahil edilebilir bulduklarınız için önerilerinizi ifade üzerinde veya açıklama sütununda belirtebilirsiniz. Konuya ilişkin yeni madde önerilerinizi bölüm sonuna not edebilirsiniz.

Değerli katkılarınız için şimdiden teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Melike YAKUT ÇAYIR

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Öğrencisi

BELİRTKE TABLOSU	
Ünite: 10.2. FONKSİYONLAR	
Konu: 10.2.1. Fonksiyon Kavramı ve Gösterimi	
Kazanımlar ve Açıklamaları	Test Maddeleri
10.2.1.1. Fonksiyonlarla ilgili problemler çözer.	
Fonksiyon kavramı açıklanır.	1, 2, 3, 4, 5, 6,
İçine fonksiyon, örten fonksiyon, bire bir fonksiyon, eşit fonksiyon, birim (özdeşlik) fonksiyon, sabit fonksiyon, doğrusal fonksiyon, tek fonksiyon, çift fonksiyon ve parçalı tanımlı fonksiyon açıklanır.	10, 11, 20
İki fonksiyonun eşitliği örneklerle açıklanır.	
f ve g fonksiyonları kullanılarak $f+g$, $f-g$, $f.g$, f/g işlemleri yapılır, ancak parçalı tanımlı fonksiyonlarda bu işlemlere girilmez.	8, 12, 13,
Gerçek hayat problemlerine ve tablo-grafik kullanımına yer verilir.	16
10.2.1.2. Fonksiyonların grafiklerini çizer.	
$f(x) = ax + b$ şeklindeki fonksiyonların grafikleri ile ilgili uygulamalar yapılır.	
Parçalı tanımlı şekilde verilen fonksiyonların grafikleri çizilir.	14
10.2.1.3. Fonksiyonların grafiklerini yorumlar.	
Grafiği verilen fonksiyonların tanım ve görüntü kümeleri gösterilir.	15
Bir fonksiyon grafiğinde, fonksiyonun x ekseninde tanımlı olduğu her bir noktadan y eksenine paralel çizilen doğruların, grafiği yalnızca bir noktada kestiğine (düşey/dikey doğru testi) işaret edilir.	7, 15
Bir f fonksiyonunun grafiğinin $y = f(x)$ denkleminin grafiği olduğu ve grafiğin (varsa), x eksenini kestiği noktaların $f(x) = 0$ denkleminin gerçek sayılardaki çözüm kümesi olduğu vurgulanır	9
10.2.1.4. Gerçek hayat durumlarından doğrusal fonksiyonlarla ifade edilebilenlerin grafik gösterimlerini yapar.	17, 18, 19

EK D: Uzmanlık Alan Bilgisi Testi

UZMANLIK ALAN BİLGİSİ TESTİ

Sevgili öğretmen adayı;

Bu test, öğretmen adaylarının fonksiyon kavramı ve gösterimi konusundaki uzmanlık alan bilgisini belirlemek için tasarlanmıştır. Soruları cevaplarırken yapacağınız açıklamalar araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle testi cevaplarırken açıklayıcı ve samimi olmanız çalışmanın zenginliği ve etkinliği için çok önemlidir.

Bu testin sonuçları tamamen gizlilikle ele alınacak ve okul değerlendirmelerinizi etkilemeyecektir. Test sonuçları sadece araştırma amacıyla kullanılacaktır. Lütfen isminizi yazınız.

Katkınız için teşekkür ederim.

Melike YAKUT ÇAYIR
Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Doktora Öğrencisi

AD – SOYAD:

1) a) Fonksiyon kavramını öğrencilerinize nasıl tanımlarsınız?

b) Fonksiyon kavramını öğrencilerinize tanımladınız ancak bir öğrenci bu tanıma anlamadığını söyledi. Öğrencinin anlamasına yardımcı olacak alternatif bir fonksiyon tanımı yapar mısınız?

2) Denklem ve fonksiyon kavramları arasındaki farkı öğrencilerinize nasıl açıkladınız?

3) Öğrencilerinizden fonksiyon için örnek vermelerini istediğinizde sizce ne tür örnekler vereceklerdir? Belirtiniz.

4) $f: A \rightarrow B$ fonksiyonu verilsin. Tanım kümesindeki elemanların her biri, değer kümesinde bulunan farklı bir eleman ile eşleşiyorsa f fonksiyonuna bire bir fonksiyon denir.

Yukarıda verilen tanıma sembolik mantık dili ile ifade ediniz.

5) $f: A \rightarrow B$, $f(x)$ verildiğinde

$\forall y \in B$ için $y = f(x)$ olacak şekilde $\exists x \in A$ var ise f fonksiyonu örtendir.

a) Şeklinde verilen örten fonksiyon tanımını sözel olarak ifade ediniz.

b) Şeklinde verilen örten fonksiyon tanımını öğrencilerinize nasıl açıklarsınız?

c) Tanımı bu şekilde vermek sizce uygun mudur? Neden?

6) R de tanımlı tek ve çift fonksiyonları ayırt etmeleri için öğrencilerinize nasıl bir kural verirdiniz?

7) $f: A \rightarrow B$ ve $g: A \rightarrow B$ iki fonksiyon olmak üzere $\forall x \in A$ için $f(x) = g(x)$ oluyorsa f ve g fonksiyonlarına **eşit fonksiyonlar** denir ve $f = g$ biçiminde gösterilir.

Buna göre eşit fonksiyonlara bir örnek veriniz.

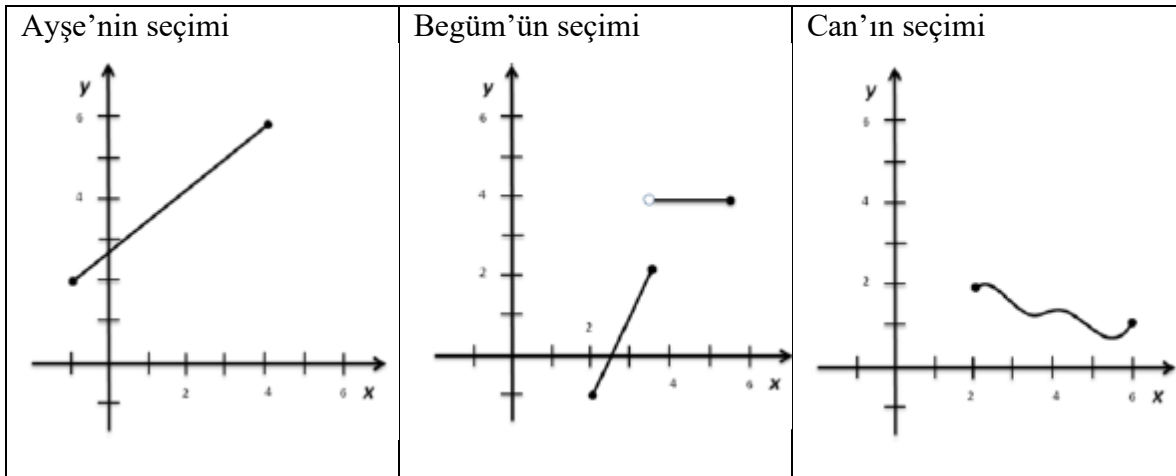
8) Fonksiyonlarda cebirsel işlemleri ($f + g$, $f - g$, $f \cdot g$, f/g) gerçekleştirebilmek için gerek ve yeter şart nedir? Öğrencilerinize açıklamak için bir örnek gösteriniz.

9) Fonksiyonun grafiğini çizmek ne anlama geliyor? Doğrusal fonksiyonun grafiğini çizmeleri için öğrencilere nasıl bir yol gösterirdiniz? Açıklayınız.

10) Öğrencilerinizden $[2,6]$ aralığından $[-1,4]$ aralığına tanımlı bir fonksiyonun grafiğini seçmesini istediğinizi varsayın. Öğrencileriniz aşağıda verilen fonksiyon grafiklerini seçmiş olsun.

a) Hangi öğrenciniz doğru bir seçim yapmış olur? Neden? Lütfen cevabınızı açıklayınız.

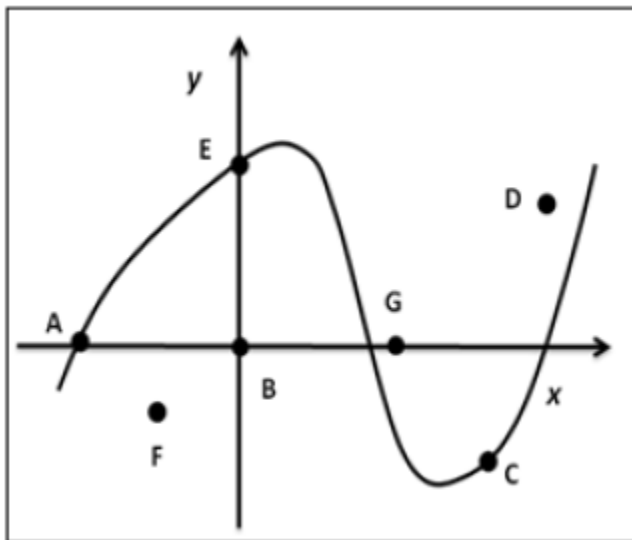
b) Hangi öğrenciniz yanlış bir seçim yapmış olur? Neden? Lütfen cevabınızı açıklayınız.



11) Aşağıdaki grafikle ilgili olarak;

a) Hangi öğrenciniz /öğrencileriniz doğru cevap vermiştir? Neden? Lütfen cevabınızı açıklayınız.

b) Hangi öğrenciniz / öğrencileriniz yanlış cevap vermiştir? Neden? Lütfen cevabınızı açıklayınız.



- a) Öğrencilerinize grafik üzerinde belirtilmiş olan noktalardan hangilerinin tanım kümesinin elemanı olduğunu sorduğunuzu varsayalım.

Ayşe: A, E ve C noktaları tanım kümesinin elemanıdır.

- b) Öğrencilerinize grafik üzerinde belirtilmiş olan noktalardan hangilerinin görüntü kümesinin elemanı olduğunu sorduğunuzu varsayalım.

Begüm: E, B ve G noktaları görüntü kümesinin elemanıdır.

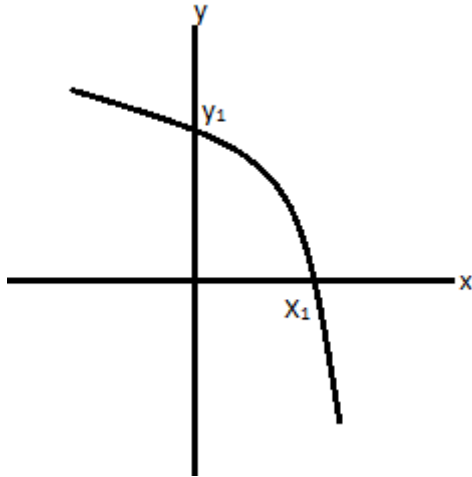
- c) Öğrencilerinize grafik üzerinde belirtilmiş olan noktalardan hangilerinin fonksiyonun elemanı olduğunu sorduğunuzu varsayalım.

Can: B ve G noktaları fonksiyonun elemanıdır.

12) Şekilde verilen $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiği için


$$f(x_1) = y_1$$

Değerini bulan bir öğrenci



- a) Nasıl düşünmüş olabilir?
b) Öğrencinin nasıl düşündüğüne dair fikrinizin doğruluğunu test etmek için kendisine ne sorardınız?
c) Bu Öğrencinin kavram yanılgısını nasıl giderirdiniz?

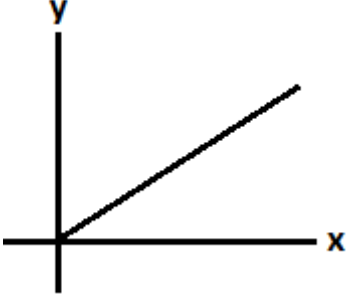
13) Öğrencilerinizden aşağıdaki durumu açıklayan bir grafik çizmelerini istediğinizi varsayın ve buna göre verilen diyalogdaki boş bırakılan kısımları tamamlayınız.

	<p>Bir mum her geçen saat aynı miktarda yanmaktadır. x: geçen saat sayısı y: mumun cm cinsinden yüksekliği</p>
---	--

Öğretmen: Bu duruma dikkatlice bakın. Y'nin x'e nasıl bağımlı olacağını göstermek için bir grafik çizebilir misiniz?

Çizdiğiniz grafiği gösterin ve nasıl çizdiğinizi açıklayın lütfen.

Öğrenci:



Öğretmen:.....

14) Derse girdiniz. Öğrencilerinize ilk defa fonksiyonlar konusunu anlatacaksınız. Fonksiyon kavramını açıklamadan önce öğrencilerinizin hangi ön bilgileri ile fonksiyon kavramını ilişkilendirebilirsiniz? Açıklayınız.

EK E: Uzmanlık Alan Bilgisi Testi Uzman Değerlendirme Formu ve Belirtke Tablosu

UZMANLIK ALAN BİLGİSİ TESTİ

Uzman Değerlendirme Formu

Sayın uzman, aşağıda görüşlerinize sunulan ölçek taslağı matematik öğretmen adaylarının 10. sınıf "Fonksiyon Kavramı ve Gösterimi" ünitesi kapsamında, uzmanlık alan bilgilerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Hazırlanan ölçek ile öğretmen adaylarının, öğrenci bilgisinin ve öğretme bilgisinin ölçülmesi hedeflenmektedir.

Sizden, testte yer alan her bir maddeyi, bu yeterlilikleri göz önünde bulundurarak ünitenin kazanımlarına uygun olup olmadıklarına ilişkin değerlendirmeniz beklenmektedir.

Eğer madde, belirtilen özelliği net olarak ölçmeye aday bir madde ise “Uygun”, madde belirtilen özelliği temsil etmiyor ise “Uygun Değil” seçeneklerin işaretleyiniz. Araştırmanın amacına uygun bulmadığınız veya dil açısından hatalı olduğunu düşündüğünüz maddelerin içinden, üzerinde düzeltme yapılarak teste dahil edilebilir bulduklarınız için önerilerinizi ifade üzerinde veya açıklama sütununda belirtebilirsiniz. Konuya ilişkin yeni madde önerilerinizi bölüm sonuna not edebilirsiniz.

Değerli katkılarınız için şimdiden teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Melike YAKUT ÇAYIR

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Öğrencisi

BELİRTKE TABLOSU	
Ünite: 10.2. FONKSİYONLAR	
Konu: 10.2.1. Fonksiyon Kavramı ve Gösterimi	
Kazanımlar ve Açıklamaları	Test Maddeleri
10.2.1.1. Fonksiyonlarla ilgili problemler çözer.	
Fonksiyon kavramı açıklanır.	1, 2, 3, 14
İçine fonksiyon, örten fonksiyon, bire bir fonksiyon, eşit fonksiyon, birim (özdeşlik) fonksiyon, sabit fonksiyon, doğrusal fonksiyon, tek fonksiyon, çift fonksiyon ve parçalı tanımlı fonksiyon açıklanır.	4, 5, 6,
İki fonksiyonun eşitliği örneklerle açıklanır.	7
f ve g fonksiyonları kullanılarak $f+g$, $f-g$, $f.g$, f/g işlemleri yapılır, ancak parçalı tanımlı fonksiyonlarda bu işlemlere girilmez.	8
Gerçek hayat problemlerine ve tablo-grafik kullanımına yer verilir.	
10.2.1.2. Fonksiyonların grafiklerini çizer.	
$f(x) = ax + b$ şeklindeki fonksiyonların grafikleri ile ilgili uygulamalar yapılır.	9
Parçalı tanımlı şekilde verilen fonksiyonların grafikleri çizilir.	
10.2.1.3. Fonksiyonların grafiklerini yorumlar.	
Grafiği verilen fonksiyonların tanım ve görüntü kümeleri gösterilir.	10
Bir fonksiyon grafiğinde, fonksiyonun x ekseninde tanımlı olduğu her bir noktadan y eksenine paralel çizilen doğruların, grafiği yalnızca bir noktada kestiğine (düşey/dikey doğru testi) işaret edilir.	11
Bir f fonksiyonunun grafiğinin $y = f(x)$ denkleminin grafiği olduğu ve grafiğin (varsa), x eksenini kestiği noktaların $f(x) = 0$ denkleminin gerçek sayılardaki çözüm kümesi olduğu vurgulanır	12
10.2.1.4. Gerçek hayat durumlarından doğrusal fonksiyonlarla ifade edilebilenlerin grafik gösterimlerini yapar.	13

EK F: Ders Planı Değerlendirme Formu

DERS PLANI DEĞERLENDİRME FORMU

Matematiksel bir hedef belirlemek: Hedefler, öğretim sonucunda öğrencilerin hangi matematiksel kavramları, fikirleri veya yöntemleri daha derinlemesine anlayacağını açıklamalı ve öğrencilerin daha ustaca kullanmayı öğrendikleri matematiksel uygulamaları tanımlamalıdır. Öğretime rehberlik eden hedefler, sadece standart bir ifadenin tekrarı olmamalıdır. Öğrencilerin öğretimin bir sonucu olarak anlayacağı daha spesifik olarak öğretim programı ve öğrencinin öğrenme ihtiyaçlarına, örneğin belirli görsel temsillere veya matematiksel kavramlara ve yöntemlere atıfta bulunarak bağlantılı olmalıdır.				
	İYİ	ORTA	KÖTÜ	BOŞ
<ul style="list-style-type: none">Matematiksel hedef açık ve net olarak belirtilmiştir.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none">Hedefin içeriğinde yer alan alt kavramlar açık ve net olarak ifade edilmiştir.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none">Hedef öğretim programına dayanmaktadır.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none">Öğrenciler hedeften haberdar edilmiştir.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none">Hedef ön bilgilerle ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgiler tanımlanmıştır.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none">Hedefe ulaşmanın neden önemli olduğu belirtilmiştir.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none">Hedefe ulaşmanın neden önemli olduğu belirtilmiştir.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none">Öğretim hedefine ulaşıldığında sonraki hedef yani hedefin yönü açıklanmıştır.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none">Öğretim hedefi ders planına rehberlik etmektedir.				
Açıklama:				

Ders sırasında hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirmek: Öngörülen öğretim süreci				
	İYİ	ORTA	KÖTÜ	BOŞ
<ul style="list-style-type: none"> Kullanılabilir tanımlar seçilmiş ve geliştirilmiştir. 				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Matematiksel simge ve dil kullanılmıştır. 				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Etkinlik tasarlama 				
Öğrencilerin sahip olması gereken ön bilgiler matematiksel görev ve matematiksel amaçla ilişkilendirilmiştir.				
Açıklama:				
Öğrencilerin doğru çözümleri ve hatalı çözümleri öngörülmüştür.				
Açıklama:				
Öğrencinin akıl yürütmesi bilinerek kavram yanılgıları fark edilmiştir.				
Açıklama:				
Kavramsal anlayış ve işlemsel akıcılık geliştirirken, akıl yürütme ve problem çözmeyi teşvik eden etkinlikler seçilmiştir.				
Açıklama:				
Öğrencilerin problemi çözerken kullanabileceği doğru stratejiler/yaklaşımlar belirtilmiştir.				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Öğrenci düşünmesini değerlendirip ilerletecek sorular sorulmuştur. 				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Sınıf tartışması için öğrenci çözümlerinin amaçlı olarak seçilmesi, çözümlerin tartışma sırasının belirlenmesi ve öğrencilerin problem üzerinde çalışmalarını veya düşüncelerini ortaya çıkaracak amaçlı sorular sorulması. 				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Dersteki matematiksel fikirleri belirginleştirecek tartışma düzenlenmiştir. 				
Açıklama:				

Öğretimin Öğrencilerin Öğrenimi Üzerindeki Etkileri Hakkında Hipotezler				
Oluşturma: Öğretim Öğrencilerin Öğrenmesine Nasıl Yardımcı Oldu (veya Olmadı)?				
	İYİ	ORTA	KÖTÜ	BOŞ
<ul style="list-style-type: none"> Hipotezler öğrenme sürecinde beklenen başlıca kritik eylemlerle ilgilidir. 				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Hipotezler, öğretici olayın amaçlanan öğrenmeyi nasıl etkilediğine dair geçici iddialardır. 				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Hipotezler, sonraki öğretim bölümlerinde test edilebilecekleri kadar ayrıntılı ve özgüllükle ifade edilmiştir. 				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Hipotezler öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmaları hakkında yapılmıştır. 				
Açıklama:				
<ul style="list-style-type: none"> Hipotezler, öğretme ve öğrenme arasındaki bağlantıları açıklığa kavuşturmak, gerekçelendirmek, test etmek ve iyileştirmek için yeterli ayrıntıyla belirtilmiştir. 				
Açıklama:				

EK G: Öğretmeyi Öğrenme Uygulaması Değerlendirme Formu

Sevgili Öğretmen Adayı

Bir dönem boyunca yoğun bir şekilde her hafta çeşitli görevler ve ödevler tamamladınız. Her şeyden önce bağlılığınız ve katkılarınız için teşekkür etmek istiyorum. Tüm bu etkinlikler ve görevlerle bir öğretmen olarak gelişiminize yardımcı olmak amaçlanmıştır. Bu anket genel olarak bu süreç hakkındaki görüşlerinizi almak içindir. Lütfen her bir soruya gerekli zamanı ayırınız ve kapsamlı yanıtlar veriniz. Yanıtlarınız bu süreci ve uygulamaları değerlendirmem ve daha sonraki kullanımlar için geliştirmem konusunda yardımcı olacaktır.

Ayırdığınız zaman, emek ve içten yanıtlarınız için teşekkür ederim. Süre 60 dakikadır.

Melike YAKUT ÇAYIR

OFMA Matematik Eğitimi

1. Ders planı hazırlama oturumlarının bir öğretmen olarak gelişiminize katkı sağladığınızı düşünüyor musunuz? Hangi alanlarda? Nasıl? Lütfen açıklayınız?
2. Ders anlatma deneyiminizin bir öğretmen olarak gelişiminize katkı sağladığınızı düşünüyor musunuz? Niçin? Lütfen açıklayınız?
3. Ders anlatma deneyimini yaşarken kendinizi nasıl hissettiniz?
4. Ders planı hazırlama uygulamasının bireysel olarak yapılmasını mı yoksa (bu dönem yaptığınız gibi) grup olarak yapılmasını mı tercih edersiniz? Niçin? Lütfen açıklayınız?
5. Ders planı hazırlama oturumlarında ki rolünüzü nasıl görüyorsunuz? Neden olduğunu açıklayınız?
6. Ders planı hazırlama oturumlarındaki danışmanınızın rolünü nasıl görüyorsunuz? Neden açıklayınız?
7. Ders planı hazırlama oturumlarındaki tartışma atmosferi hakkında ne düşünüyorsunuz? Lütfen açıklayınız?
8. Ders planı hazırlarken en çok hangi konuda zorlandınız? Nasıl? Niçin?
9. Ders planını sunarken en çok hangi konuda zorlandınız? Nasıl? Niçin?
10. Ders planını değerlendirirken en çok hangi konuda zorlandınız? Nasıl? Niçin?
11. Bu dersin ya da uygulamanın daha da geliştirilmesi için önerileriniz nelerdir?

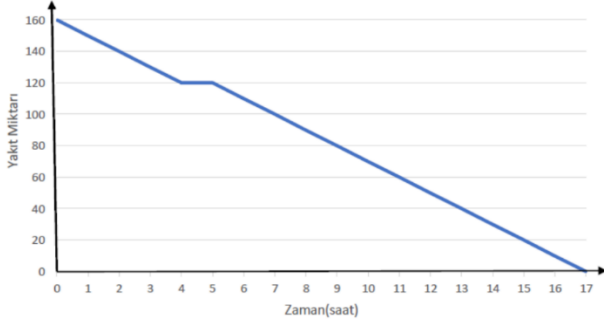
EK H: Alan Bilgisi Testi Derecelendirilmiş Puanlama Anahtarı**ALAN BİLGİSİ TESTİNE YÖNELİK RUBRİK**

Soru	Puan	Puan Ölçütü
1	0	Boş/Yanlış
	2	Fonksiyon tanımı veya fonksiyon örneğinden yalnız biri verilmiş.
	4	<p>Fonksiyon tanımı</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>A ve B boş olmayan iki küme, f ise A'dan B'ye bir bağıntı olsun. Eğer f bağıntısı A kümesindeki her elemanı B kümesinde bir ve yalnız bir elemana eşliyorsa bu bağıntıya A'dan B'ye Bir fonksiyon denir. (Bourbaki, 1939)</i>• <i>x ve y belli bir kural çerçevesinde birbirlerine bağlı iki değişken olsun. Eğer, x değişkenindeki her değişime karşın (x'e verilen her değere karşın) y değişkeninde de bir değişim söz konusu oluyorsa (bir ve yalnız bir y değeri elde ediliyorsa) y'ye x'in bir fonksiyonu denir (Drichlet (1837), akt. Boyer, 1968).</i>• <i>f:A→B bir fonksiyon ise;</i> 1) $\forall y \in B$ için $\exists x \in A$ vardır öyleki $f(x) = y$ olur. 2) $\forall x_1, x_2 \in A$ için $f(x_1) \neq f(x_2)$ iken $x_1 \neq x_2 \Rightarrow$ <i>f iyi tanımlıdır.</i> <i>Bu iki özelliği sağlar.</i>• <i>Birbirine bağlı değişkenler arası ilişkiden hareketle fonksiyon tanımı</i>• <i>Girdileri çıktılara dönüştüren dinamik bir süreç olarak fonksiyon tanımı</i> <p>Fonksiyon örnekleri</p> <ul style="list-style-type: none">• Cebirsel• Venn şeması• Grafik• Liste yöntemi•
2	0	Boş/Yanlış
	4	<p>Fonksiyon olmayan örnekler</p> <ul style="list-style-type: none">• Cebirsel• Venn şeması• Grafik• Liste yöntemi

3	0	Boş/Yanlış										
	2	Açıklama yok. • Her fonksiyonun bir kuralı (cebirsal ifadesi) olmak zorunda değildir.										
	4	Açıklama yeterli • Her fonksiyonun bir kuralı (cebirsal ifadesi) olmak zorunda değildir. Tanım ve değer kümelerinin elemanları arasındaki ilişkiler sayısal bir ilişkiden ibaret olmak zorunda değildir. Dolayısıyla bir fonksiyon eşlemeleri cebirsal veya aritmetiksel bir kural aracılığıyla yapmak zorunda değildir. Bu eşlemeler tamamen gelişigüzel bir şekilde yapılabilir. Tanım ve değer kümelerindeki elemanlar reel sayılar olabileceği gibi bunlar dışında her türlü nesne de olabilir.										
4	0	Boş/Yanlış										
	2	En az iki farklı temsil • Tablo ve grafik • Grafik ve liste yöntemi • Tablo ve liste yöntemi • Venn şeması ve liste yöntemi										
	4	İkiden fazla farklı temsil • Tablo, grafik, venn şeması, liste yöntemi										
5	0	Boş/Yanlış										
	2	Eksik										
	4	Tam • Tanım kümesinde boşta eleman kalmayacak ve tanım kümesindeki her bir eleman değer kümesinde bir ve yalnız bir eleman ile eşleşecek • $f: A \rightarrow B$ ve $A, B \neq \emptyset$ 1) İyi tanımlı olmalıdır ($f(x_1) \neq f(x_2)$ iken $x_1 \neq x_2$) 2) $\forall y \in B$ için $\exists x \in A$ vardır öyleki $f(x) = y$										
6	0	Boş/Yanlış										
	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		D	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1
Y	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0		
7	0	Boş										
	2	Belirtmez. • Dikey doğru testi										
	4	Belirtir. • y 'yi x 'in ($f(x)=y$) fonksiyonu şeklinde düşündüğümüzde grafik bir fonksiyon belirtmez. • Ancak x 'in y 'nin ($f(y)=x$) fonksiyonu olduğunu düşündüğümüzde verilen eğri bir fonksiyon grafiğidir.										

8	0	Boş/Yanlış
	2	Eksik / İşlem hatası
	4	Doğru $(-\infty, 2] \cup [2, \infty) = \mathbb{R}$ olduğundan $a = 2 \Rightarrow \frac{f(2)}{g(2)} = \frac{1}{9}$
9	0	Boş/Yanlış
	2	Eksik / İşlem hatası
	4	Doğru $f(x) = 0$ olmalı $x^3 + x^2 - 4x - 4 = 0$ $x^2(x + 1) - 4(x + 1) = 0$ $(x + 1) \cdot (x^2 - 4) = 0$ $(x + 1)(x - 2)(x + 2) = 0$ $x = -1 \quad x = 2 \quad x = -2$
10	0	Boş/Yanlış
	4	Doğru <ul style="list-style-type: none"> $\forall x \in \mathbb{Z}$ için $3x - 2$ daima tek sayıdır. Bu durumda değer kümesindeki çift sayılar açıkta kalır. Dolayısıyla f örten fonksiyon değil içine fonksiyondur.
11	0	Boş/Yanlış
	2	Uzun yol $f(x) = mx + n$ doğrusal fonksiyon olmak üzere $f(2x - 1) = m(2x - 1) + n$ $m(x + 2) + n$ $f(2x - 1) = 2mx - m + n$ $mx + 2m + n$ $f(2x - 1) + f(x + 2) = 6x + 5$ $2mx - m + n + mx + 2m + n = 6x + 5$ $3mx + m + 2n = 6x + 5$ $3mx = 6x$ $3m = 6$ $m = 2$ $m + 2n = 5$ $2 + 2n = 5$ $n = \frac{3}{2}$ $f(x) = 2x + \frac{3}{2}$ $f(1) = 2 \cdot 1 + \frac{3}{2} = \frac{7}{2}$ $f(3) = 2 \cdot 3 + \frac{3}{2} = \frac{15}{2}$ $f(4) = 2 \cdot 4 + \frac{3}{2} = \frac{19}{2}$ $f(1) + 2f(3) + f(4) = \frac{7}{2} + 2 \cdot \frac{15}{2} + \frac{19}{2}$ $= \frac{56}{2}$ $= 28$

	4	Kısa yol $x = 1$ için $f(1) + f(3) = 6.1 + 5 = 6 + 5 = 11$ $x = 2$ için $f(3) + f(4) = 6.2 + 5 = 12 + 5 =$ 17 eşitlikleri bulunur. <i>Bu eşitlikler taraf tarafa toplanırsa</i> $f(1) + 2f(3) + f(4) = 28$
12	0	Boş/Yanlış
	2	Eksik / İşlem hatası
	4	Doğru Ortak tanım kümesi $\{-1, 2\}$ dir. $(2f + 3g)(x) = 2f(x) + 3g(x)$ $= \{(-1, 2.f(-1) + 3g(-1)), (2, 2f(2) + 3g(2))\}$ $= \{(-1, 2.2 + 3.4), (2, 2.5 + 3.0)\}$ $= \{(-1, 16), (2, 10)\}$
13	0	Boş/Yanlış
	2	Uzun yol $(f + g)(x) = x^3 + 2x - 1$ ise $f(x) + g(x) = x^3 + 2x - 1$ ifadesinde $g(x)$ yalnız bırakılırsa $g(x) = x^3 + 2x - 1 - f(x)$ $g(x) = x^3 + 2x - 1 - (3x + 1)$ $= x^3 + 2x - 1 - 3x - 1$ $= x^3 - x - 2$ $g(-1) = (-1)^3 - (-1) - 2$ $= -1 + 1 - 2$ $= -2$
	4	Kısa yol $(f + g)(-1) = f(-1) + g(-1)$ olduğundan $(-1)^3 + 2.(-1) - 1 = 3.(-1) + 1 + g(-1)$ $-1 - 2 - 1 = -3 + 1 + g(-1)$ $-4 = -2 + g(-1)$ $g(-1) = -2$
14	0	Boş/Yanlış
	2	Eksik <ul style="list-style-type: none"> • Tanım kümesi doğru görüntü kümesi yanlış • Görüntü kümesi doğru tanım kümesi yanlış
	4	Doğru <ul style="list-style-type: none"> • Grafik üzerindeki her noktadan y eksenine paralel çizilen doğruların x ekseninde kestiği noktalar tanım kümesi olduğundan fonksiyonun tanım kümesi \mathbb{R} olur. • Grafik üzerindeki her noktadan x eksenine paralel çizilen doğruların y ekseninde kestiği noktalar fonksiyonun görüntü kümesi olduğundan fonksiyonun görüntü kümesi $(-\infty, -1) \cup \{3\}$ olur.

15A	0	Boş/Yanlış
	2	Doğru <i>Reel sayılarda tanımlı bir fonksiyondur.</i>
15B	0	Boş/Yanlış
	2	Doğru <i>Tanım kümesi</i> • $\mathbb{R} - [1,3]$ veya $(-\infty, 1) \cup (3, \infty)$ <i>Olduğu durumda fonksiyondur.</i>
15C	0	Boş/Yanlış
	2	Doğru <i>Reel sayılarda tanımlı bir fonksiyondur.</i>
16	0	Boş/Yanlış
	2	Eksik / İşlem hatası
	4	Doğru $x \leq 500$ için $f(x) = 30x$ $x > 500$ için $f(x) = 30x - (x - 500).5$ $= 30x - 5x + 2500$ $= 25x + 2500$ $f(x) = \begin{cases} 30x, & x \leq 500 \\ 25x + 2500, & x > 500 \end{cases}$
17	0	Boş/Yanlış
	2	Eksik / İşlem hatası
	4	Doğru 
18	0	Boş/Yanlış
	2	Eksik / İşlem hatası
	4	Doğru $f(x) = \frac{x}{3}$ $g(x) = \frac{x}{4}$ $f(x) + g(x) = 140$ $\frac{x}{3} + \frac{x}{4} = 140$ $x = 240$

19A	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru <p>Gelir-gider (1000 TL)</p>
19B	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru $h(x) = g(x)$ $\frac{3}{4}x + 3 = x + 2$ $\frac{3}{4}x - x = 2 - 3$ $-\frac{x}{4} = -1$ $x = 4$ <p><i>Firmanın 4. yıldaki gelir ve gideri birbirine eşit olur.</i></p>
19C	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru $g(x) - h(x) \geq 1$ $x + 2 - \left(\frac{3}{4}x + 3\right) \geq 1$ $x + 2 - \frac{3}{4}x - 3 \geq 1$ $\frac{x}{4} - 1 \geq 1$ $\frac{x}{4} \geq 2$ $x \geq 8$ <p><i>Bu durumda 8. yıldan itibaren gelir gider farkı 1000 TL ve üzerinde olur.</i></p>
19Ç	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru <p><i>x yıl sonra gelirin gidere oranı $\frac{8}{9}$ ise $\frac{g(x)}{h(x)} = \frac{8}{9}$ olmalıdır.</i></p> $\frac{x + 2}{\frac{3}{4}x + 3} = \frac{8}{9}$ $9x + 18 = 6x + 24$ $x = 2$ <p><i>Bu durumda 2. yılda gelir gider oranı 8/9 olur.</i></p>

20A	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru Fonksiyondur. Doğrusal fonksiyon.
20B	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru Fonksiyondur. Parabol. İkinci dereceden polinom fonksiyon.
20C	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru Fonksiyon değildir. Çember denklemi.
20D	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru Tanımlı olduğu aralıkta fonksiyondur.
20E	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru Fonksiyondur. Sabit fonksiyon.
20F	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru Fonksiyondur. Parçalı fonksiyon. Ancak grafiği çizilemez.
20G	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru Fonksiyondur. Sabit fonksiyon.
20H	0	Boş/Yanlış
	1	Doğru Tanımlı olduğu aralıkta fonksiyondur.

EK I: Uzmanlık Alan Bilgisi Testi Derecelendirilmiş Puanlama Anahtarı**UZMANLIK ALAN BİLGİSİ TESTİNE YÖNELİK RUBRİK**

Soru	Puan	Puan Ölçütü
1a	0	Boş
	2	<ul style="list-style-type: none">Bağıntı kavramından hareketle fonksiyon tanımı
	4	Fonksiyon tanımı <ul style="list-style-type: none">Birbirine bağlı değişkenler arası ilişkidir hareketle fonksiyon tanımıGirdileri çıktılara dönüştüren dinamik bir süreç olarak fonksiyon tanımıGünlük hayat örneklerinden yola çıkarak fonksiyon tanımı
1b	0	Boş
	4	Alternatif fonksiyon tanımı <ul style="list-style-type: none">Günlük hayat örneklerinden yola çıkarak fonksiyon tanımıFonksiyon olan ve olmayan örnekler arasındaki farklar üzerinden açıklama yapma
2	0	Boş/ Yanlış
	5	Doğru <ul style="list-style-type: none">Bir fonksiyon, iki değişken arasındaki bir ilişkiyi ifade eder. Bir denklem, sınırlı veya sonsuz sayıda eleman için sağlanan bir eşitlik halindedir.
3a	0	Boş
	4	Fonksiyon Örnekleri <ul style="list-style-type: none">Venn şeması gösterimiListe biçiminde gösterimGrafiklerle gösterimCebirsel gösterim
3b	0	Boş
	4	Sorular
4	0	Boş/ Yanlış
	5	Doğru <p>Sembolik mantık dili ile ifade edilmesidir.</p> <ul style="list-style-type: none">$\forall x_1, x_2 \in A, x_1 \neq x_2, f(x_1) \neq f(x_2)$ olacak şekilde $f(x_1), f(x_2) \in B$ varsa f birebirdir.
5a	0	Boş
	4	Doğru <p>Matematikselleştirerek ifade edilen gösterimlerin doğru kavramsal açıklamalar vurgulanarak kullanımınıdır.</p>
5b	0	Boş
	4	Doğru <ul style="list-style-type: none">Örnek vererekAçıklayarak: "A kümesinde bulunan her eleman B'de bulunan her elemanla eşleşiyor. Yani B kümesinde boşta eleman kalmıyor."
5c	0	Boş
	4	Doğru

		<ul style="list-style-type: none"> • Uygun: Önce tanım verilir sonra açıklamalar yapılmalıdır. • Uygun değil: Görselleştirilmesini, farklı fonksiyon türleriyle ilişkilendirilmesini ve öğrencilerin keşfetmesine fırsat sunacak etkinliklerle desteklenmesini önermek
6	0	Boş
	5	Doğru <ul style="list-style-type: none"> • Tek ve çift fonksiyonların tanımını vermek • Grafik özelliklerini göstermek • Polinom fonksiyonlar için bütün terimlerin kuvveti çift ise fonksiyon çift, tek ise fonksiyon tek olur.
7	0	Boş/Yanlış örnek
	2	Örnekte tanım ve görüntü kümelerinin eşit olduğu belirtilmemiş.
	5	Doğru örnek <ul style="list-style-type: none"> • Venn şeması gösterimi • Liste biçiminde gösterim • Grafiklerle gösterim • Cebirsel gösterim • Günlük hayat örneği
8	0	Boş /Yanlış
	2	Eksik <ul style="list-style-type: none"> • Açıklama var örnek yok • Örnek var açıklama yok
	5	Doğru <ul style="list-style-type: none"> • Uygun örnekle gerek ve yeter şart açıklanmış.
9	0	Boş /Yanlış
	2	Grafik tanımı <ul style="list-style-type: none"> • $f: A \rightarrow B, y=f(x)$ fonksiyonuna ait bütün noktaların koordinat sisteminde gösterilmesiyle oluşan noktalar kümesine f fonksiyonunun grafiği denir.
	3	Doğrusal fonksiyonun grafiğini çizmek $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = ax + b$ biçimindeki doğrusal fonksiyonların grafikleri çizilirken en az iki x değeri için $f(x)$ değerleri bulunur. Bulunan $(x, f(x))$ noktaları koordinat sisteminde işaretlenir. Bu noktaların birleştirilmesiyle oluşan doğru f fonksiyonunun grafiğidir.
10a	0	Boş / Yanlış
	2	Sadece Begüm'ün ya da Can'ın seçimini doğru, Ayşe'nin seçimini yanlış bulmuşlardır.
	4	Tanım kümesi ile değer kümesini fonksiyonun grafiğiyle doğru şekilde ilişkilendirmiş. Begüm ve Can'ın seçimini doğru bularak Ayşe'nin seçimini yanlış bulmuşlar ve gerektiği şekilde açıklamışlardır.
10b	0	Boş / Yanlış
	2	Tanım kümesi ile değer kümesini fonksiyonun grafiğiyle yanlış şekilde ilişkilendirmiş.
	4	Hatanın kaynağının tanım kümesi ile değer kümesinin yer değiştirmesinden kaynaklandığını fark etmiştir.
11a	0	Boş / Yanlış

	4	Tanım kümesinin elemanlarını grafiklerdeki eksenlerde doğru yerleştirildiğini gösterir. (a) A, B, G
11b	0	Boş / Yanlış
	4	Değer kümesinin elemanlarını grafiklerdeki eksenlerde doğru yerleştirildiğini gösterir. (b) E, B
11c	0	Boş / Yanlış
	4	Fonksiyonun elemanlarını grafiklerdeki eksenlerde doğru yerleştirildiğini gösterir. (c) A, E, C
12a	0	Boş
	2	Doğru sonuç yazılmış. Açıklama yapılmamış.
	4	Açıklama yapılmış.
12b	0	Boş
	2	Doğru sonuç yazılmış. Açıklama yapılmamış.
	4	Açıklama yapılmış.
12c	0	Boş
	2	Doğru sonuç yazılmış. Açıklama yapılmamış.
	4	Açıklama yapılmış.
13	0	Boş
	2	Yanlış yaptığını söyleyip doğruyu açıklamak.
	5	Öğrenciye sorular sorarak yanlışını fark ettirip doğru yanıt bulmasını sağlamaya çalışmak.
14	0	Boş
	2	Bağıntı konusu öğretim programında yer almamaktadır. Bağıntı konusunu yazarlar öğretim programını göz önünde bulundurmamaktadır.
	5	Örüntü, Kümeler, Kartezyen çarpım, Sıralı ikili, Doğru denklemi, Cebirsel ifadeler, Denklemler, ...

EK İ: Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 11/01/2021-E.1915



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük

Sayı : E-19928322-302.08.01-1915
Konu : Etik Kurul Onayı

NECATİBEY EĞİTİM FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 11/12/2020 tarihli ve 70465693/302.08.01/51140 sayılı yazı.

Fakülteniz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Gözde AKYÜZ ile Yardımcı Araştırmacı Doktora Öğrencisi Melike YAKUT ÇAYIR'ın birlikte hazırladığı "Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiği Öğretme Bilgisini Geliştirmeyi Hedefleyen Bir Eylem Araştırması" isimli çalışmasının alan araştırması (Veri Toplama) için etik kurul onay belgesi isteği ile ilgili Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Komisyonu 24.12.2020 tarihli ve 2020/10 sayılı toplantısında alınan karar gereği düzenlenen onay belgesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Mehmet NARLI
Rektör Yardımcısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BE6P54DES* Pin Kodu : 67012

Belge Takip Adresi : https://ebys.balikesir.edu.tr/enVision/Validate_Doc.aspx

Adres: Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Çarşı Yerleşkesi 10145 Balıkesir

Telefon: 2666121400 Faks: 2666121412

Web: <http://www.balikesir.edu.tr>

Kep Adresi: balikesiruniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Necla Öztürk
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KOMİSYONU
ONAY BELGESİ

Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Dekanlığının, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Gözde AKYÜZ ile Yardımcı Araştırmacı Doktora Öğrencisi Mellike YAKUT ÇAYIR'ın birlikte hazırladığı **“Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiği Öğretme Bilgisini Geliştirmeyi Hedefleyen Bir Eylem Araştırması”** isimli çalışmasının alan araştırması (Veri Toplama) için bilimsel etik kurul onay belgesi talebi komisyonumuzca değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur. 24.12.2020



Komisyon Başkanı
Prof. Dr. Mehmet NARLI



Prof. Dr. Elif ÇİMEN
Üye



Prof. Dr. Cevdet AVCIKURT
Üye



Prof. Dr. Salim ÇONOĞLU
Üye



Prof. Dr. Uğur GÜRGAN
Üye



T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-99191664-605.01-26339901
Konu : Araştırma İzni

11.06.2021

VALİLİK MAKAMINA
BALIKESİR

İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 21/01/2020 tarih ve 2020/2 sayılı genelgesi.
b) Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü'nün 25/05/2021 tarih ve 35262 sayılı yazısı.

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı	Melike YAKUT ÇAYIR		
Danışmanı			
Kurumu/Üniversite/Görev Yeri	Fen Bilimleri Enstitüsü/Balıkesir Üniversitesi/Balıkesir		
Alan/Bölüm	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi		
Tez,Araştırma veya Anketin Konusu	"Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiği Öğretme Bilgisini Geliştirmeyi Hedefleyen Bir Eylem Araştırması"		
Başvuru Tarihi	10/06/2021	Başvuru Sayısı:	26262509
Çalışma Başlama Tarihi	14/06/2021		
Çalışma Bitiş Tarihi	02/07/2021		
Veri Toplama Araçları	• Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu		
Araştırma Türü	Tez Çalışması		

ÇALIŞMA YAPILACAK EĞİTİM KURUMLARININ LİSTESİ

Balıkesir Hüma Hatun Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi 9. Sınıf Öğrencileri
--

10/06/2021 tarihli araştırma izni başvurusu 21.01.2020 tarih ve 2020/2 sayılı araştırma, yarışma ve sosyal etkinlik izinlerine ilişkin genelge kapsamında değerlendirilmiştir. Lisans, lisansüstü, TÜBİTAK çalışmalarına ve seminer ödevlerine veri toplamak amacıyla, araştırma önerisinin ve veri toplama araçlarının içerik ve kapsam yönünden Türk Millî Eğitiminin amaçlarına uygun olduğu, millî ve manevî değerlere aykırı ve kişilik haklarını zedeleyecek herhangi bir unsur taşımadığı görülmüştür.

Ayrıca 21/01/2020 tarih ve 2020/2 sayılı araştırma, yarışma ve sosyal etkinlik izinlerine ilişkin genelgenin 28. Maddesinde; "Araştırma uygulama izni alan kamu kurum ve kuruluşları, uluslararası kuruluşlar, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve araştırmacılar tamamladıkları bilimsel araştırma ile ilgili sonuç raporlarını, izni aldıkları ilgili birime çalışma bitiminden itibaren 30 gün içerisinde göndereceklerdir." denilmektedir Yapılan çalışmaların raporları en geç 30 gün içerisinde birimize ulaştırılmalıdır.

Bakanlığımıza bağlı okul ve kurumlarda yapılacak Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik izinleri ilgi (a) genelge gereğince yukarıdaki bilgileri belirtilen çalışmanın, eğitim kurumlarında, okul/kurum müdürlüklerinin denetiminde, öğrenci ve velilerin kişisel bilgilerinin alınmaması/verilmemesi kaydı ile yapılması Müdürlüğümüze uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Hüseyin AŞIK
Müdür a.

İl Millî Eğitim Müdür Yardımcısı

Ek : Anket Formu (2 Sayfa)

OLUR

11.06.2021

Yakup YILDIZ

Vali a.

İl Millî Eğitim Müdürü

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Kasaplar Mahallesi Sındırgı Caddesi No:1 Merkez/BALIKESİR

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Bilgi için: Hasan KARADEMİR

Telefon No : (0 266) 277 10 49

E-Posta: stratejigelistirme10@meb.gov.tr

İnternet Adresi: balikesir.meb.gov.tr

Unvan : V.H.K.İ.
Faks: (0 266) 277 10 66

Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 8a7d-3d96-3c95-ad48-12b1 kodu ile teyit edilebilir.



EK J: Ders Sunumları ve Ders Planları

<https://online.fliphtml5.com/ozfdv/zxuh/>

https://www.canva.com/design/DAEZar2WgRg/5qplg88-LjJeHlnUovFEQ/view?utm_content=DAEZar2WgRg&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

https://www.canva.com/design/DAEao NtWxE/l-ED8VAEamcOK9koxAq0Hg/view?utm_content=DAEao NtWxE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

https://www.canva.com/design/DAEbee3Og04/_pU3co8-il2_Fh69-rPk7A/view?utm_content=DAEbee3Og04&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=homepage_design_menu

https://www.canva.com/design/DAEcCOFYTKE/2rveygRkpKlcBMOJsLUzKw/view?utm_content=DAEcCOFYTKE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

https://www.canva.com/design/DAEcv1av6aY/VNv2gc1ZMbMG-AocfQlcOQ/view?utm_content=DAEcv1av6aY&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=homepage_design_menu

https://www.canva.com/design/DAEeE-btbis/PR6GZ3QysUdkKdfagQ0yqA/view?utm_content=DAEeE-btbis&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=homepage_design_menu

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Melike YAKUT ÇAYİR

Doğum tarihi ve yeri : 04.12.1980 / GÖBEL

e-posta : mlkyakut@gmail.com

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/OFMAE	2011
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Necatibey Eğitim Fakültesi OFMAE	2003
Lise	Balıkesir Muharrem Hasbi Lisesi	1998

Yayın Listesi

Çayır, M. Y. & Akyüz, G. (2015). 9. sınıf öğrencilerinin örüntü genelleme problemlerini çözme stratejilerinin belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 205-229.

Çayır, M. Y. & Sarıtaş, M. T. (2017). Nitel veri analizinde bilgisayar kullanımı: bir betimsel içerik analizi (2011-2016). *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 518-544.