



**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ DENEYİM
FIRSATLARI ARACILIĞI İLE FARKINDALIKLARININ
İNCELENMESİ:**

POLİNOM KAVRAMI BAĞLAM

Esra Selcen Yakıcı Topbaş

DOKTORA TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMMUZ, 2023

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren on iki (12) ay sonra tezdten fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Esra Selcen

Soyadı : Yakıcı Topbaş

Bölümü : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi/ Matematik Eğitimi

İmza :

Teslim Tarihi :

TEZİN:

Türkçe Adı: Matematik Öğretmen Adaylarının Deneyim Fırsatları Aracılığı ile Farkındalıklarının İncelenmesi: Polinom Kavramı Bağlamı

İngilizce Adı: Examining Pre-Service Mathematics Teachers' Noticing Through Experience Opportunities: The Context of Polynomial Concept

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Esra Selcen Yakıcı Topbaş

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Esra Selcen Yakıcı Topbaş tarafından hazırlanan “Matematik Öğretmen Adaylarının Deneyim Fırsatları Aracılığı İle Farkındalıklarının İncelenmesi: Polinom Kavramı Bağlamı” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ziya ARGÜN

Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Ahmet ARIKAN

Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Elçin EMRE AKDOĞAN

Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, TED Üniversitesi

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Handan DEMİRCİOĞLU

Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Cumhuriyet Üniversitesi

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Mesture KAYHAN ALTAY

Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 19/06/2023

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı’ında Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban ÇETİN

Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Araştırma görevlisi olarak akademik hayata başladığım 2012 yılından beri matematiğe ve matematik eğitime üstten bakış açısıyla ufkumu genişletmemde katkı sağlamaya çalışan sayın hocam Prof. Dr. Ziya Argün'e bu uzun süreçteki emekleri ve sabrı için saygı ve minnetimi sunarım. Araştırmacı, eş olma rolümün üstüne bir de annelik rolümün katılmasıyla tüm rollerimi aynı anda organize edemediğim çoğu zaman danışmanlığınızın yanında hem bir baba olarak yaklaşımınızla hem akademik bakış açınızla bana yön verdiğiniz için ayrıca çok teşekkür ederim. Dilerim bundan sonraki akademik hayatımda varlığınıza desteğinizi hiç esirgemezsiniz.

Doktora tez sürecim boyunca gece gündüz demeden manevi ve akademik desteğini her zaman hissettiğim, örnek hoca olma rolünün yanı sıra tüm dertlerime sırdaşlık ve ablalık yapan Doç. Dr. Gönül Yazgan Sağ'a da çok teşekkür ederim. Sabretmenin ve ertelemenin bazı durumlarda önemli olduğunu, hayattaki önceliklerin iyi belirlenmesi gerektiğini ve bazen de bir işe korkusuz atılmanın gerekli olduğunu devamlı hatırlatan ve iyi ki varsınız hocam dediklerimin en başındasınız, dilerim varlığınıza hep yanımda olursunuz. Ayrıca, tezin pilot çalışmasından itibaren, tezimin tüm tasarlama süreciyle ilgili uzman görüşünüzden ve benim kendime güvenimi yitirdiğim zamanlarda yapabileceğime, başarabileceğime dair inancınızdan dolayı ayrıca çok teşekkür ederim.

Araştırma görevlisi olarak göreve başladığım ilk günden itibaren hem akademik olarak hem insani olarak saygı duyduğum, hoş sohbetine, matematik ve teknoloji bilgisine, bir kavramı sorgulama şekline hayran olduğum sayın hocam Prof. Dr. Ahmet Arıkan'a tez izleme sürecinde ve savunmadaki farklı bakış açıları ve katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez sürecimde uzunca süre tez izleme komitesinde olan ancak emekli olunca ayrılmak durumunda kalan kıymetli hocam Prof. Dr. Basri Atasoy'a tüm değerli fikirlerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Sakinliği ve bana güvenmesiyle tezime başladığım süreden beri her zaman yanımda olan akademik bakış açısına, çalışkanlığına hayran olduğum ve uzun süren tez sürecimin sonuna doğru Tez İzleme Komitemde yer alan Dr. Öğr. Üyesi Elçin Emre Akdoğan'a tezime ve hayatıma dair tüm kattıkları için çok teşekkür ederim. Dilerim akademik ve kişisel hayatımda hep yanımda olursunuz.

Tezimi özenle okuyan, tez savunmamda ve sonrasındaki bakış açısıyla ufkumu genişleten hocam Dr. Öğr. Üyesi Hilal Gülkılık'a teşekkürlerimi sunarım. Tezime olumlu eleştiri ve önerileriyle katkıda bulunan hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Handan Demircioğlu ve Dr. Öğr. Üyesi Mesture Kayhan Altay'a tez jürime katılarak beni onurlandığı için çok teşekkür ederim.

Doktora tez sürecimin başından itibaren, yardım ve desteklerini esirgemeyen, tezimin her aşamasında bana katkı sağlayan, tüm süreçte fikirlerine başvurduğum, tezimdeki ve hayatımdaki emeklerini hiçbir zaman unutmayacağım, görev yaptığı üniversiteye gitmek üzere ayrılmasıyla oldukça hüznlendiğim akademik yoldaşım Doç. Dr. Dilşad Güven Akdeniz'e çok teşekkür ederim. Araştırma görevlisi olarak beraber çalıştığım ve her birinin gitmesiyle diğer bir hüznü yaşadığım, çalışmam için her zaman destek olan akademik hayatıma ve bana kattıklarından dolayı canım arkadaşım, Erdem'in güzel teyzesi Dr. Öğr. Üyesi Fatma Nur Aktaş'a da teşekkür ederim. Uzakta da olsa maddi, manevi desteğiyle hep yanımda olan canım arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Nida Emül'e ve çalışkanlığıyla hep övündüğüm arkadaşım Dr. Mustafa Çevikbaş'a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm akademik ve hayati yolculuğumda hep yanımda olan canım arkadaşım Araş. Gör. Dr. Bilgen Orhan'a tezimi gece gündüz uyumadan kendi savunması olmasına rağmen özenle okuduğu için ve hayatımdaki tüm varlığı için minnetlerimi sunarım.

Akademik hayatıma başladığım ilk günlerde tanıştığım arkadaşım Araş. Gör. Dr. Elif Büşra Uzun'a tezimin tüm biçimsel düzenlemelerini gözden geçirdiği için teşekkürü bir borç bilirim.

Tez savunmamda beni yalnız bırakmayan canım arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Eda Nur Karakuş Aktan, Araş. Gör. Songül Aslan, Araş. Gör. Ceylan Karagüç Çakır, Araş. Gör. Tuğba Türk Ballı'ya maddi, manevi destekleriyle hep yanımda oldukları için çok teşekkür ederim.

Bu tez sürecinde insanlarla çalışmanın ne kadar zor bir şey olduğunu öğrendim. Çalışmamı kolaylaştıran, öğretmenlik mesleğine değer veren, mesleki açıdan gelişmeyi ön planda tutarak tezimin uygulama aşamasına gönüllü katılım sağlayan, zorlu dönemlerinin uzun bir sürecinde bu çalışmaya destek veren şimdi her biri en az 2 yıllık öğretmen olan ismini açıklayamadığım dönemin öğretmen adayı arkadaşlarıma içtenlikle teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu süreçte hem akademik olarak hem de manevi olarak hep destek olan matematik öğretmeni arkadaşım Alper Aydın'a, veri toplama sürecime yardımcı olan, matematiği sevdiiren öğretmenim Özden Dindar Elagöz'e en içten teşekkürlerimi sunarım. 2016-2017 Eğitim Öğretim Yılı Altındağ Gazi Anadolu Lisesi müdür yardımcısına ve ismini veremediğim uygulama öğretmenine ve onuncu sınıf öğrencilerine veri toplama sürecimdeki yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırmada maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel Teknoloji ve Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na, teşekkürü bir borç bilirim.

Ben bu tez gerçekten “olmazsa olmazdı” gözüyle baktığım, iki yavruma en az benim kadar emek veren anneme ne kadar minnettar olsam azdır. Teşekkürlerimi ve hürmetimi sunuyorum. Üç evladınıza baktığınız, büyüttüğünüz gibi sabırla baktınız hep torunlarınıza, her zor anımda koşarak yanıma geldiniz. İyi ki varsınız annem, dilerim böyle güzel vesilelerde hep yanımızda olursunuz. Babam Prof. Dr. Ali Yakıcı'ya sakinliği ve ümidimi yitirdiğim zamanlarda bana olan güveninden dolayı çok teşekkür ederim, sizin kızınız olduğum için çok şanslıyım. Biriciklerim upuzun tez sürecimde bazen ümidimi yitirsem de

hep bana inanan maddi, manevi hep yanımda olan kardeşlerim Selenay Yakıcı, Alp Yakıcı ve canım ananem iyi ki varsınız, dilerim hep olursunuz.

Bana sabretmeyi, sevginin anlamını, hayata farkındalıkla bakmamı öğreten canım evlatlarım Erdem'im ve pandeminin güzel sürprizi Kerem'im iyi ki varsınız. Bazen anne olarak, bazen akademik olarak denge kuramadığım tüm süreçte o güzel kalbinizle, sabrınızla bana varlığınıza destek olduğunuz için size minnettarım. Sizi çok seviyorum. Hayat arkadaşım, evlendiğimiz ilk günden beri tezime olan sabrın için çok teşekkür ederim. Bazen umudumuzu yitirsek de bu süreç güzel bitti. Canım eşim Selçuk Semih Topbaş, dilerim yeni güzelliklerde, yeni çalışmalarında da hep yanımda, desteğinle arkamda olursun.



**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ DENEYİM
FIRSATLARI ARACILIĞI İLE FARKINDALIKLARININ
İNCELENMESİ:
POLİNOM KAVRAMI BAĞLAMI**

(Doktora Tezi)

**Esra Selcen Yakıcı Topbaş
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2023**

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, polinom kavramı bağlamında ortaöğretim matematik öğretmen adaylarına sunulan bazı deneyim fırsatları aracılığıyla adayların, öğrencilerin matematiksel düşünmelerine, öğrenme ve öğretme sürecine dair farkındalıklarının incelenmesidir. Bu fırsatlar; polinom kavramıyla ilgili öğretmen adaylarına sunulan video-kaydı ve sınıf içi öğretime ait senaryoları incelemeleri ile öğretmenlik uygulaması dersi sürecindeki deneyimleridir. Araştırma 2016-2017 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde 14 hafta boyunca gerçekleşmiştir. Bu araştırma, öğretmen adaylarının her bir deneyim fırsatı sürecindeki farkındalıklarının derinlemesine incelenmesi amacıyla nitel araştırma metodlarından durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın durum ve katılımcılarını Ankara ilindeki bir devlet üniversitesinde öğrenim gören dört ortaöğretim matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcılar, belli kriterler göz önünde buldurularak, ölçüt örnekleme yöntemine göre ve gönüllülük esas alınarak belirlenmiştir. Araştırmanın verileri, her bir

deneyim fırsatı sürecinde bireysel ya da grup görüşmelerinin video kayıtları, ses kayıtları, öğretmen adaylarının araştırma boyunca deneyim fırsatları süreçlerine dair deneyimlerini paylaştıkları günlükler ve öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamaları sürecinin video kaydının yanı sıra araştırmacının gözlem notları aracılığıyla toplanmıştır. Öğretmen adaylarının farkındalıklarının dikkat etme ve karşılık vermeye karar verme bileşenlerine ait veriler içerik analizi, yorumlama bileşenine ait veriler ise betimsel analiz (literatürde bulunan temalar çalışmaya uyarlanarak) yoluyla analiz edilmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının her bir deneyim fırsatı sürecindeki farkındalıkları, öğrencilerin matematiksel düşünceleri, öğretmenin pedagojik yaklaşımı, kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki yapısı şeklinde üç ana başlıkla kategorilendirilmiştir. Öğretmen adaylarının yorumlama yaklaşımlarının; dikkat ettikleri birim fikirlere, bu fikirlere dair deneyimlerine, donanım ve genel tecrübelerine göre şekillendiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada “karşılık verme” ve “karşılık vermeye karar verme” bileşenlerine ait bulguların adayların özellikle öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve öğretmenin öğrencilere verdiği karşılıklara dikkat ettiği durumlardan elde edildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarında öğrencilerin düşünmesini sorgulayan yaklaşımla karşılık vereceğine dair bulgulara ulaşılmıştır. Araştırmada adaylara polinom kavramı bağlamında sunulan gerçek sınıf içi ders videosu aracılığıyla adayların, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini detaylı incelemelerinin diğer deneyim fırsatlarında da dikkat ettikleri durumları tetiklediği düşünülmektedir. Adayların farkındalıklarının farklı deneyim fırsatları süreçlerine, alan bilgilerine ve bu süreçlerdeki psikolojik durumlarına göre farklılık gösterdiği görülmüş ancak çalışmanın uzun soluklu olması nedeniyle adayların farkındalık eğilimlerinin ne yönde olduğuna (matematiksel düşünme, matematiksel dil kullanımı, öğretmenin pedagojik yaklaşımı, vb.) dair de genel bir izlenim edinilmiştir. Öğretmen farkındalığını bir matematiksel kavram bağlamında farklı deneyim fırsatları aracılığıyla incelemeye dair çıkarımlar paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler	: Öğretmen farkındalığı, matematik öğretmen adayları, deneyim fırsatları, video, matematiksel düşünme, öğretmenin pedagojik yaklaşımı, polinom, öğretmenlik uygulaması
Sayfa Adedi	: xxi + 347
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Ziya ARGÜN

**EXAMINING PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS’
NOTICING THROUGH EXPERIENCE OPPORTUNITIES: THE
CONTEXT OF POLYNOMIAL CONCEPT**

(Ph.D Thesis)

Esra Selcen Yakıcı Topbaş

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF EDUCATIONAL SCIENCES

July 2023

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the noticing of pre-service secondary mathematics teachers about students’ mathematical thinking, teaching, and learning processes through the experience opportunities provided to them in the context of the concept of polynomials. The experience opportunities include viewing the video-recordings and in-class teaching scenarios provided to the pre-service teachers about the concept of polynomials and their experiences during the teaching practice course. The research was conducted for 14 weeks in the spring term of the 2016-2017 academic year. This research was designed as a case study from qualitative research methods in order to examine pre-service teachers’ noticing of each experience opportunity process in depth. The cases and participants of the research consist of four pre-service secondary mathematics teachers studying at a state university in Ankara. The participants were determined according to the criterion sampling method and on the basis of volunteerism, taking certain criteria into account. The data for the research were collected through video and audio recordings of individual or group interviews during

each experience opportunity process, diaries in which the pre-service teachers shared their experiences about the experience opportunity processes throughout the research, video recordings of the pre-service teachers' classroom practices, as well as the researcher's observation notes. The data related to the paying attention and deciding to respond component of pre-service teachers' noticing were analyzed through content analysis, and the data related to the interpretation component were analyzed through descriptive analysis (by adapting the themes in the literature to the study). According to the findings obtained in the research, pre-service teachers' noticing in the process of each experience opportunity was categorized under three main headings: students' mathematical thinking, teacher's pedagogical approach, mathematical structure of the concept, and its structure in the context of teaching. It has been determined that the interpretation approaches of the pre-service teachers are shaped according to the unit ideas they pay attention to, their experiences with these ideas, their competence, and their general experience. In this study, it has been seen that the findings of the components "responding" and "deciding to respond" were obtained from the cases where the candidates paid attention, especially the students' mathematical thinking and the teachers' responses given to the students. It has been found that pre-service teachers will respond with an approach that questions students' thinking in their classroom practices. In the research, it has been thought that the detailed examination of students' mathematical thinking through the real classroom video presented to the candidates in the context of the concept of polynomial triggers the cases that they pay attention to in other experience opportunities. It has been observed that the pre-service teachers' noticing differs according to different experience opportunities processes, their field knowledge, and their psychological state in these processes, but due to the long-term nature of the study, a general impression of the direction of the noticing tendencies of the pre-service teachers' (mathematical thinking, use of mathematical language, teacher's pedagogical approach, etc.) has been acquired. The implications of examining teacher noticing in the context of a mathematical concept through different experience opportunities were shared.

Key Words : Teacher noticing, pre-service mathematics teachers, experience opportunities, video, mathematical thinking, polynomial, teacher's pedagogical approach, teaching practice

Page Number : xxi + 347

Supervisor : Prof. Dr. Ziya ARGÜN

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	viii
ABSTRACT	x
İÇİNDEKİLER.....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xx
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxi
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Problem Cümlesi ve Alt Problemler.....	13
1.3. Araştırmanın Amacı	14
1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	17
1.5. Araştırmanın Varsayımları.....	20

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	20
1.7. Araştırmada Geçen Temel Kavramların Tanımları.....	21
BÖLÜM II.....	25
KAVRAMSAL ÇERÇEVE	25
2.1. Öğretmen Farkındalığının Temelleri ve Öğretmen Farkındalığı Üzerine Farklı Yaklaşımlar	25
2.1.1. Öğretmen Farkındalığının Bileşenleri	32
2.1.1.1. Öğrenme ve Öğretme Sürecinde Dikkat Etme	34
2.1.1.2. Yorumlama & Anlamlandırma	36
2.1.1.3 Nasıl Karşılık Vereceğine Karar Verme & Karşılık Verme.....	36
2.2. Öğretmen Yeterliliğinde ve Öğretmen Yetiştirmede Farkındalığın Yeri..	37
2.3. Öğretmen Farkındalığı ve Öğretim İçin Matematik Bilgisi.....	40
2.3.1. Polinom Kavramı	42
BÖLÜM III	47
METODOLOJİ	47
3. 1. Araştırma Yaklaşımı ve Deseni	47
3. 2. Araştırmanın Felsefi Varsayımı ve Teorik Altyapısı.....	50
3. 3. Araştırmanın Katılımcıları	52
3.3.1. Polinom Kavramı Üzerine Öğretmen Adaylarının Alan Bilgilerini İncelemek İçin Adaylara Uygulanan Tarama Sorularının Hazırlanması ve Uygulanması	55
3. 3. 2. Katılımcı Bilgileri.....	57
3. 3. 1. 1. Ela'nın Genel Bilgileri.....	58
3. 3. 1. 2. Gizem'in Genel Bilgileri	59

3. 3. 1. 3. <i>Selin'in Genel Bilgileri</i>	62
3. 3. 1. 4. <i>Kaan'ın Genel Bilgileri</i>	64
3. 4. Araştırmanın Uygulama Süreci	65
3.5. Veri Toplama Süreci ve Veri Toplama Araçları	72
3.5.1. Öğretmen Adaylarına Polinom Kavramı Üzerine Sunulan Video-Kayıt ve Adayları Bu Kaydı İncelenmeleri Üzerine Verilerin Toplanması	75
3.5.2 Öğretmen Adaylarına Polinom Kavramı Üzerine Sunulan Sınıf İçi Öğretime Ait Senaryo Durumları	78
3.5.3 Öğretmen Adaylarının Polinom Kavramı Üzerine “Öğretmenlik Uygulaması” Sürecindeki Deneyimleri	80
3.5.4. Öğretmen Adaylarının Deneyim Fırsatları Sürecini Değerlendirme Günlükleri	83
3.6. Verilerin Analizi	83
3.7. Araştırmacının Rolü	87
3.8. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği	89
BÖLÜM IV	93
BULGULAR VE YORUM	93
4.1. Öğretmen Adaylarına Sunulan Video-Kayıt İncelemelerine Dair Öğretmen Adaylarının Farkındalıkları	93
4.1.1. Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşüncelerine Dair Farkındalıkları	94
4.1.1.1. <i>Matematiksel İlişkilendirme</i>	94
4.1.1.2. <i>Matematiksel İletişim</i>	110
4.1.1.3. <i>Öğrencilerin Polinomlara Dair Kavrayışları</i>	120

4.1.2. Öğretmen Adaylarının Öğretmenin Pedagojik Yaklaşımına Dair Farkındalıkları	145
4.1.2.1. Öğretmenin Öğrencilere Verdiği Karşılık (Dönüt/ Tepki).....	145
4.1.2.2. Öğretim Anında Nihai Bir Sonuca Ulaşma	154
4.1.2.3. Sınıf Yönetimi	158
4.1.3. Öğretmen Adaylarının Kavramın Matematiksel Yapısına veya Kavramın Öğretim Bağlamındaki Yapısına Dair Farkındalıkları	162
4.1.3.1. Matematiksel Terimler Arası İlişki.....	162
4.1.3.2. Polinomlarda Belirsiz Değer Atama	165
4.1.3.3. Sıfır Polinomunun Derecesi	166
4.1.3.4. “Polinomun Kökü” Kavramı	169
4.2. Öğretmen Adaylarına Sunulan Sınıf İçi Öğretime Ait Senaryo İncelemelerine Dair Öğretmen Adaylarının Farkındalıkları	174
4.2.1. Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşüncelerine Dair Farkındalıkları	175
4.2.1.1. Sıfır Polinomunun Derecesi Üzerine.....	175
4.2.1.2. ‘ $xy + 2$ ’ İfadesinin Bir Polinom Belirtip Belirtmediği Bilişsel Çatışması Üzerine.....	179
4.2.2. Öğretmen Adaylarının Öğretmenin Pedagojik Yaklaşımına Dair Farkındalıkları	183
4.2.2.1. Sıfır Polinomunun Derecesi Üzerine.....	183
4.2.2.2. ‘ $xy + 2$ ’ İfadesinin Bir Polinom Belirtip Belirtmediği Bilişsel Çatışması Üzerine.....	189

4.2.3. Öğretmen Adaylarının Kavramın Matematiksel Yapısına Veya Kavramın Öğretim Bağlamındaki Yapısına Dair Farkındalıkları	191
4.2.3.1. Sıfır Polinomunun Derecesi Üzerine.....	191
4.2.3.2. ' $xy + 2$ ' İfadesinin Bir Polinom Belirtip Belirtmediği Bilişsel Çatışması Üzerine.....	197
4. 3. Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Uygulaması Dersi Sürecinde Polinom Kavramı Bağlamındaki Deneyimlerine Dair Farkındalıkları	199
4.3.1. Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünmelerine Dair Farkındalıkları	200
4. 3. 1. 1. Matematiksel İlişkilendirme.....	201
4. 3. 1. 2. Matematiksel Akıl Yürütme	205
4. 3. 1. 3. Matematiksel İletişim	210
4.3.1.4. Öğrencilerin Polinomlara Dair Kavrayışları	212
4.3.2. Öğrenme Ve Öğretme Süreçlerine Dair Farkındalıkları	218
4.3.2.1. Sınıf İçi Öğrenci Motivasyonu.....	218
4.3.2.2. Öğretmen Adayının Pedagojik Yaklaşımı	220
4.3.3. Öğretmen Adaylarının Polinom Kavramının Matematiksel Yapısı İle Öğretim Bağlamındaki Yapısı Dair Farkındalığı	232
4.3.3.1. Adayların Polinom Kavramıyla İlgili Öğretim Programının Açıklamalarına Dair Farkındalıkları	232
4.3.3.2. Öğrenci Seviyesine Göre Polinomun Öğretimine Dair Açıklamalar	241
4.3.3.3. Öğrenci Ön Bilgisine Göre Polinomun Öğretimine Dair Açıklamalar	242

BÖLÜM V	245
SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	245
5.1. Öğretmen Adaylarına Polinom Kavramı Üzerine Sunulan Video Kaydı İncelemelerine Dair Farkındalıklarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma	246
5.2. Öğretmen Adaylarına Polinom Kavramı Üzerine Sunulan Sınıf İçi Öğretime Ait Senaryo İncelemelerine Dair Farkındalıklarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma	267
5.3. Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Uygulaması Dersi Sürecindeki Deneyimlerine Dair Farkındalıklarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma	273
5.4. Öğretmen Adaylarının Deneyim Fırsatları Süreçlerindeki Farkındalıkları	279
5.5. Öneriler	282
5.5.1. Gelecekte Yapılacak Araştırmalara Öneriler	282
5.5.2. Öğretmen Yetiştiren Kurumlara Öneriler	284
KAYNAKÇA	287
EKLER	315
Ek 1. Araştırma için MEB İzin Belgesi	315
Ek 2. Katılımcı Onam Formu	316
Ek 3. Etik Komisyonu Onay Formu	318
Ek 4. Polinom Kavramı Üzerine Öğretmen Adaylarının Alan Bilgilerini İncelemek İçin Adaylara Uygulanan Tarama Soruları	321
Ek 5. Pilot Çalışmada Kullanılan Gözlem Formu	327

Ek 6. Kıdem Yılı 16 Olan Bir Öğretmenin Gerçek Sınıf Ortamında Polinom Kavramı Ders Tekrarı Üzerine Çekilecek Video İçin Hazırlanan Tartışma Soruları	328
Ek 7. Öğretmen Adaylarına Sunulan Gerçek Sınıf Ortamına Ait Video-Kayıt İncelemeleri Üzerine Bireysel Görüşme Formu	329
Ek 8. Öğretmen Adaylarının Sınıf İçi Senaryo İncelemelerine Dair Farkındalıklarını İncelemek İçin Sunulan Senaryolar	331
Ek 9. Öğrenci Düşünmesi Üzerine Ders Planı Hazırlama Protokolü.....	337
Ek 10. Öğretmen Adaylarının Ders Sunumlarından Sonrası İçin Hazırlanan Görüşme Soruları.....	339
Ek 11. Öğretmen Adaylarının Farkındalıklarını Belirlemek İçin Veri Analizi Örneği.....	340
Ek 12. Bulguların Sunumu	345

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Öğrencilerin Matematiksel Düşünmesi Üzerine Farkındalığı Öğrenme Çatısı.	29
Tablo 2. Öğretmen Farkındalığının Bileşinleri.	34
Tablo 3. 10.7.1. Polinom Kavramı ve Polinomlarla İşlemler Konusunun Kazanımları.	55
Tablo 4. Verilerin Toplanması Süreci (13.02.2017-13.06.2017).....	74

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Öğretmen yeterliliği modeli/ farkındalığın duruma özgü bileşenleri.....	52
Şekil 2. Esas araştırma süreci.	72
Şekil 3. Öğretmen adayı dikkat ettiği durumu işaret eder.	78
Şekil 4. Öğretmen adaylarının video inceleme sürecinde yazılı verilerinden örnekler.....	78
Şekil 5. Kaan'ın tahtada bir öğrencinin kullandığı sıfır polinomu temsiline dikkat etmesi anı.	114
Şekil 6. Öğretmen tahtaya sabit polinomun genel ifadesini yazar.	114
Şekil 7. Tahtada sıfır polinomunun derecesini inceleyen bir öğrenci.	133
Şekil 8. T19'un ve T11'in tahtadaki soru çözümleri.	136
Şekil 9. Öğretmen P (x-2) polinomunun x yerine x+2 yazar.	160
Şekil 10. Selin'in sıfır polinomunun derecesini sorgulaması.	166
Şekil 11. Selin'in senaryodaki tartışmanın gerçekleşmesinin nedeni üzerine bireysel cevabı.	192
Şekil 12. Gizem dikkat ettiği öğrenciyi işaret eder.	216
Şekil 13. Kaan sınıf içinde derse katılım sağlayan öğrencileri gösterir.	217
Şekil 14. Ela'nın sınıf içi uygulamasında hangi öğrenciye dönütte bulunacağına karar verdiği an.....	228
Şekil 15. Ela ders anında Binom açılımı yönetimini sildiğin işaret eder.	231
Şekil 16. Ela soruyu kendisi sorar.	235
Şekil 17. Ela öğrencinin çözümüne yardım eder.....	236

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CAEP	Council for the Accreditation of Educator Preparation
CCSI	Common Core Standards Initiative
CGI	Cognitively Guided Instruction
KPSS	Kamu Personeli Seçme Sınavı
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
VAST	Video Analysis Support Tool
TDK	Türk Dil Kurumu
TBI	Teaching to the Big Idea

BÖLÜM I

GİRİŞ

“Düşüncelerimiz, hayallerimiz ve yaptıklarımız fark ettiklerimizle sınırlıdır. Fark edemediğimizi fark etmediğimiz için düşüncelerimizdeki, eylemlerimizdeki yapıyı ve bu yapının özelliklerini fark etmediğimizi fark edene kadar değişim yok denecek kadar azdır.”

Goleman (1985, s. 24)

1.1. Problem Durumu

Öğrencileri baş döndürücü bir şekilde değişen ülke ve dünya yaşam şartlarına hızlı ve arzu edilen biçimde uyum sağlayabilen bireyler olarak hazırlamak milli eğitimin önemli amaçlarından biridir. Bu amacın üstesinden gelmek adına öğretim programları, ders kitapları ve diğer eğitim araçları, fiziki ortamlar ve teknoloji gibi eğitimin alt yapısını oluşturan birçok alanda önemli girişimler ve çalışmalar yapılmaktadır (MEB, 2017b). Bu girişim ve çalışmalarla birlikte günümüzde eğitimden beklentiler de yükselmektedir. 21. yüzyılda öğrenciler bilgiye çeşitli yollardan ulaşabilme imkânını buldukları için bu yüzyıl öğrencilerinin iletişim becerileri gelişmiş, bilgiyi yapılandırabilen, eleştirel, sorgulayıcı ve yaratıcı düşünebilen bireyler olması beklenmektedir (MEB, 2017a; OECD, 2018). Dolayısıyla, öğrencilerin bu becerilerine karşılık verebilecek öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Nitekim ulusal ve uluslararası tecrübeler, eğitimde olumlu yöndeki çabaları

hayata geçirmede gerekli olan en kritik katalizörün öğretmen olduğunu göstermektedir (MEB, 2017b; Sowder, 2007). Öğretmenler, öğrenciler ve dersin içeriği arasında ilişki kurmayı sağlayan ve öğrencilerin becerilerini, kapasitelerini ve eğilimlerini geliştirmeyi görev edinen, beceri, sezgi ve uzmanlığa dayalı mesleki kararlar alan profesyonellerdir (Ball, Lubienski, & Mewborn, 2001; Ball, 2011). Toplumun ihtiyaç duyduğu bireylerin yetiştirilmesinde önemli role sahip olan öğretmenlerden (Baştürk, 2011) öğrencilerin konuları derinlemesine keşfederek, sorgulayarak öğrenmelerine katkı sağlaması beklenmektedir. Etkili öğretim için öğretmenler, öğrenciler ve içerik arasında bağlantı kurma, öğrencilerin düşüncelerini ve farklı fikirlerini dinleme ve anlama için çeşitli bilgi, beceri ve gelişimlere ihtiyaç duymaktadır (Sowder, 2007). Etkili öğretim için “Bu beklentileri öğretmenler nasıl sağlar?”, “Bu beklentileri karşılamak için öğretmenler neye ihtiyaç duymaktadır, öğretmenler bu konularda nasıl desteklenmelidir?” vb. soruları cevaplamak adına öğretmen eğitimi ve öğretmen yetiştirme çalışmaya değer konular olarak karşımıza çıkmaktadır.

Öğretmen eğitimi ve yetiştirme alanında nitelikli öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi birikimini ortaya koymak için birçok araştırma yapılmaktadır. Öğretmenlerin bilgi birikimlerinden alan bilgisi, pedagoji bilgisi, müfredat bilgisi, alan eğitimi bilgisi ve bunların sınıf içi uygulamalara etkisini anlamak 1980’li yılların ortalarından itibaren öğretmen eğitimi üzerine sıklıkla karşılaşılan araştırma konularındandır (Shulman, 1986, 1987; Hill, Ball, & Schilling, 2008). Güncellenen eğitim anlayışıyla birlikte matematik öğretmenlerinden öğrencilerin düşünmelerini dinlemeleri ve anlamaları, öğrencilerin ihtiyaçlarına cevap veren kararlar almaları, ayrıca bu bilgiyi öğretimlerini tasarlarken ve uygularken kullanmaları beklenmektedir (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 1989, 1991). Eğitimle ilgili bu beklentiler üzerine öğretmen bilgisi, öğretmen yeterlikleri bağlamında tartışılmakta ve öğretmenlerin sahip olması gereken özel alan yeterlikleri üzerine de birçok çalışma yapılmaktadır (örneğin; İnan & Özgen, 2008; Kaiser, vd., 2017). Ülkemizde öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi, beceri, tutum ve değerlerindeki özellikleri 2006 yılında ‘Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri’ 6 ana

yeterlik¹ olarak belirlenmiş, 2017 yılında ise bu yeterlikler güncellenerek ‘mesleki bilgi’, ‘mesleki beceri’ ve ‘tutum ve değerler’ yeterlik alanları altında 11 yeterlik ile sunulmuştur (MEB, 2017a). Ortaöğretim matematik öğretmenlerine ilişkin yeterlikler ise 2011 yılında ‘Özel Alan Yeterlikleri’ başlığı altında toplanmış ve 2013 yılında ‘alan bilgisi’, ‘alan eğitimi bilgisi’, ‘tutum ve değerler’, ‘mesleki gelişim ve matematik kültürünü destekleme’ yeterlik alanları şeklinde 14 yeterlik olarak yayınlanmıştır. Bu yeterlikler göz önüne alınarak öğretmenlerin bu bilgi, beceri, tutum ve değerlere sahip olması adına araştırmalar gelişim gösterse de öğretmenlerin içselleştirmedeği ve benimsemediği hiçbir uygulama sınıf ortamına yansımayacaktır (Cohen, 1990; Dede & Argün, 2003). Dolayısıyla, öğretmen rollerindeki değişimin uygulanması için süregelen çabalar, öğretmenleri anlama, öğretmenlerin bilgi, düşünce ve uygulamalarındaki değişim ve gelişiminde başarı sağlamak için onlara nasıl yardım edileceğinin cevap bulacağı çalışmalara ihtiyaç olduğu izlenimi bırakmaktadır (Chapman, 2014). Matematik öğretmenlerini anlamak, öğrencilerin matematiği anlamlı bir şekilde öğrenmelerini desteklemek ve matematik derslerinde yenilikçi öğrenme ortamları oluşturmak için önemlidir. Bu şekilde sorulara cevap aranırken öğrencilerin anlamlı öğrenmesi adına işe koşulan, öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının sınıf içinde veya dışında yaşadıkları kritik durumların paylaşıldığı mesleki gelişim projelerinin (örneğin; Bilişsel Yönlendirmeli Öğretim (Cognitively Guided Instruction- CGI), Büyük Fikirlerin Öğretimi (Teaching to the Big Ideas- TBI)) yanında öğretmenin “sınıf içi vizyon²u nasıldır?”, “sınıf içinde nelere, nasıl dikkat etmelidir?”, “öğrencilerin düşüncelerini nasıl ortaya çıkarmalıdır?”, “öğrencilerin düşüncelerine nasıl karşılık verilmelidir?” sorularına ilişkin araştırma (Fraivillig, Murphy, & Fuson, 1999; Jacobs, &

¹ 6 ana yeterlikte öğretmen farkındalığı için önemlidir. Bu çalışmada özellikle bu yeterliklerden “öğrenciyi tanıma” ve “öğrenme ve öğretme süreci” vurgulanmaktadır.

² Vizyon ile kastedilen etkili matematik öğretme sürecidir (Ferrini-Mundy, J. (1997). Reform efforts in mathematics education: Reckoning with the realities. In S. N. Friel & G. W. Bright (Eds.), *Reflecting on our work: NSF teacher enhancement in K-6 mathematics*, (pp. 113-132). Lanham, MD: University Press of America).

Empson, 2016; Schifter, 2001; Steinberg, Empson, & Carpenter, 2004) eğilimleri *öğretmen farkındalığı* kavramının temellerindendir.

Mesleki uzmanlığın önemli bileşenlerinden biri olan öğretmen farkındalığı (Berliner, 1994; Mason, 2002), öğretmenlerin öğrencilerin düşüncelerine dikkat etmeyi, anlamlandırmayı, anlamlandırdıkları durumlara nasıl karşılık vereceklerine dair kararlar almayı kapsayan bir öğretmen yeterliliği olarak tanımlanmaktadır (Sherin, Jacobs & Philipp, 2011; Llinares, 2013). Genel anlamda farkındalık bazı şeyleri ayırt etmenin belirtisi olup günlük hayatın da bir parçasıdır. Goleman (1985) farkındalığın hem karmaşık hem de anlam kapsamının belirlenmesi zor olan kavramlardan biri olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar, yıllardır çevremizdeki uyaranlara nasıl dikkat ettiğimiz üzerine çalışmaktadırlar (Mason, 2002). Özellikle psikologlar araştırmalarında hem odaklanmadaki sınırlılıkları, hem de dünyayı nesnel olarak algılamak yerine neyi gördüysek onu yapılandırdığımızı gözlemlemişlerdir (Gibson, 1979). Bartlett (1932) bireyin bilgisinin, inancının ve tecrübesinin uyarana dair ne gördüğünü ve uyararı hangi yollarla yapılandırdığını etkilediğini belirtmektedir. Benzer şekilde, öğretmenlerin de uyarıları (sınıf ortamı, öğrencilerin düşünceleri vb.) yapılandırma düzeyinin öğretmeninin bilgisine, deneyimine, inancına, öğretim hedeflerine bağlı olduğu söylenebilir. Bu bağlamda farkındalık, öğretmenlerin uyarıları nasıl yapılandırdığı ile ilişkili bir teori olarak karşımıza çıkmaktadır.

Etkili öğretim öğrencileri gözlemlemeyi, öğrencilerin fikirlerini ve açıklamalarını dikkatle dinlemeyi, matematiksel hedeflere sahip olmayı ve bu bilgileri öğretimsel kararlar alırken kullanmayı gerektirmektedir (NCTM, 2000, s.19). Öğretmenlerin öğretim esnasında kararlar alırken önemli olan durumları ayırt etmeleri üzerine yapılan çalışmalar *öğretmen farkındalığı* kavramının dayandığı temeldir. Farkındalığın dayandığı temel ve etkili öğretimin özellikleri göz önüne alınırsa farkındalık etkili öğretim için önem arz etmektedir. Öğrencilerin anlamlı öğrenmesi için de öğretmen farkındalığı öğretmen eğitiminde vurgulanan bir kavramdır (Hand, 2012; Roller, 2016; Sherin & van Es, 2009; Star & Strickland, 2008; Taylan, 2016; Ulusoy & Çakıroğlu, 2018; van Es & Sherin, 2002, 2008). Nitekim etkili öğretim ve yüksek öğrenci başarısının altında anlamlı öğretmen farkındalığı

bileşenlerinin olduğu araştırmalarda vurgulanmaktadır (Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang, & Loef, 1989; Franke, Carpenter, Levi, & Fennema, 2001; Jacobs, Franke, Carpenter, Levi, & Battey, 2007; Kazemi & Franke, 2004; van Es, 2011).

Öğretmenlik mesleğinde uzun zamandır süregelen yeterliklerden özellikle “öğretme ve öğrenme sürecini etkili bir şekilde yürütme”, “öğrencilerin gelişimini destekleyici tutum sergileme” ve “öğrenci ile etkili iletişim ve iş birliği kurma” (MEB, 2017a) etkili öğretim için önemli bileşenlerdir. Farkındalıkla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili olan söz konusu yeterliliklere sahip olması beklenen öğretmenin, sınıf uygulamasına bu becerileri yansıtması için öğrenci düşüncelerine dikkat etmesi gerektiği söylenebilir. Özellikle, ulusal ve uluslararası matematik eğitimi toplulukları tarafından öğrencilerin matematiksel düşünmesini anlamlı şekilde ele alan öğretime oldukça önem verilmektedir (MEB, 2015; NCTM, 2000). Eğer öğretmenler öğrencilerin düşüncelerini uygun bir şekilde yorumlarsa, öğretimin öncesinde, o anda ve sonrasında öğretime dair uygun kararlar alabilir, öğrencilere uygun karşılığı verebilir ve öğretimlerini öğrenci ihtiyaçlarına göre geliştirebilirler (Even & Tirosh, 2002). Öğrencilerin matematiksel düşüncelerinin sınıflarda ön planda olması, matematiksel düşünmeyi ve akıl yürütmeyi destekleyen ve bu sayede öğrencilerin matematiği öğrenmekten korkmadığı sınıf ortamlarının oluşturulması matematik öğretmeni özel alan yeterliklerinde önemli bir yere sahiptir (MEB, 2013). Aslında bu yeterlilikler, matematik öğretmenlerinin sınıf ortamında nelere dikkat etmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. *“Sınıflarda matematiksel düşünmenin ön planda olduğu, düşüncelerin hep birlikte tartışıldığı hummalı bir çalışma ortamı hayal ederek”* (MEB, 2013) başlanılan bu çalışmada, böyle bir ortamı hazırlayacak geleceğin öğretmenlerine ihtiyaç olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Ancak, etkili öğrenme ortamları için önemli olan öğrencilerin matematiksel düşünmesine dikkat etme ve bu beceriyi sınıf uygulamalarına yansıtma kolay olmayan bir beceridir (Crespo, 2000; Crespo & Nicol, 2003; Vacc & Bright, 1999). Buna ek olarak Wallach ve Even, (2005) öğretmenlerin öğrencilerinin anlayışlarına ve akıl yürütmelerine dikkat etmekten ziyade, öğrenci cevaplarının doğruluğuna odaklandıklarını belirtmektedir. Öğretmenlerin sınıf içinde öğrenciden gelen fikirlerin, düşüncelerin farkında

olması için, bu becerinin geliştirilebileceğini gösteren çalışmalara (Kazemi & Franke, 2004) dayanarak öğretmenlere, öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerini fark edebilecekleri uygulamalar sunulması gerektiği görülmektedir.

Öğretmenlerin mesleki yaşantısını etkileyen birçok farklı kaynak vardır. Her biri birbirini etkileyebilen bu kaynaklara genel anlamda, alan bilgisi, pedagojik bilgi, müfredat bilgisi, alan eğitimi bilgisi, öğretmeni etkileyen duyuşsal faktörler, haftalık ders sunma ve öğrenci ihtiyaçlarını (kavramı anlamaları, kavram yanlışları, öğrencilerden gelen anlamlı-anlamsız fikirler vb.) karşılama telaşı, öğretim esnasında karşılaşılan kritik anlar olarak bakılabilir. Farkındalık kavramı bu kaynakların etkileşimini dengelemek için kullanışlı bir bakış açısı olabilir. Dolayısıyla öğretim fırsatlarını değerlendirmek için farkındalık bir teknikten çok daha fazlası olup öğrencilerin sınıf içi katılımına, başarısına anlamlı yollar aramak için yoruma dayalı bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır (Schack, Fisher, & Wilhelm, 2017). Mason (2002) de öğretmen farkındalığını geleceğe yönelik bir olasılığın farkına varma, mevcut andaki bir olasılığın farkına varma ve geleceğe hazırlanmak için fark edilmiş olanı kullanmaya dayanan, mesleki gelişim ve araştırmaya çığır açan bir yaklaşım disiplini olarak ifade etmektedir. Bu yaklaşımın zamanla gelişebileceğini öngören çalışmalarda öğretmen adaylarının sınıfta önemli olaylardan (örneğin; öğrencilerin beklenmedik cevapları, öğrencilerin kavram yanlışları, öğretmenin verdiği karşılık vb.) ziyade öğretmen davranışı, öğrenci eylemleri gibi içerikten bağımsız olaylara dikkat ettiği görülmektedir (Santagata, Zannoni, & Stigler, 2007; Star & Strickland, 2008; Star, Lynch & Perova, 2011). Berliner (2001), deneyimli öğretmenlerin öğrencilerin anlamasını ve öğrenmesini sağlamak adına öğretimlerini daha esnek yollarla sunduğu, ancak meslekte yeni öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının ders planlarına kalıp olarak sadık kaldıklarını belirtmektedir. Mesleğe yeni başlamış öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının ders planını yetiştirme telaşı, sınıf yönetimi kaygısı, öğrenciyi tanıma yeterliliğinin zayıf olması vb. durumlardan kaynaklı olarak öğrencilere dikkat etme eğilimleri sınırlı olabilmektedir (McDuffie, vd., 2014). Öğretimde esnek olmayan öğretmen, öğrencilerden gelen yeni fikirlere, farklı düşüncelere açık olmayabilir ve bu durumlara dikkat etmeyebilir, dikkat etse bile beklenmedik bu durumlarla

nasıl baş edeceğine karar veremeyebilir (Rowland, Huckstep, & Thwaites, 2005). Böyle durumların yaşanmaması veya en aza indirgenmesi adına öğretmenlerin mesleğe başlamadan önce bu durumlar hakkında bir nebze olsun farkındalığı olması gerekmektedir. Dolayısıyla öğretmen yetiştiriciler öğretmen adaylarına matematiğin karmaşık uygulamalarının farklı özelliklerine dair yansımalar sunmalıdırlar (Castro, Pino-Fan, & Velásquez-Echavarría, 2018). Buna ek olarak, öğretmen adaylarının farkındalığının öğretmen yetiştiren programların merkezinde olmasını belirten araştırmacılara da rastlanmaktadır (Hiebert, Morris, Berk & Jansen, 2007; Vondrová & Žalská, 2015). Öğretmen farkındalığını incelemek, geliştirmek veya olumlu yönde değiştirmek adına matematiğin karmaşık uygulamalarından yansımalar sunmak için özel çabalara ihtiyaç duyulmaktadır (Jacobs, Lamb, & Philipp, 2010; Sherin, vd., 2011; Kazemi & Franke, 2004; van Es & Sherin, 2002). Öğretmen yetiştiren kurumlarda bu çabalar öğretmen adaylarının ders planlama aşamasında, içerik hakkında öğrencilerle doğrudan etkileşimde, öğrencilerin sorularına nasıl karşılık vereceğini planlama veya bir dersi değerlendirme aşamasında sunulabilir (Argün, 2008). Ayrıca Argün (2008) matematiksel fikirler, stratejiler, matematiksel anlama ve matematiksel düşünme ile ilgili olan yaklaşımların öğretmen adayları tarafından benimsenmesi gerektiğini bunun için sınıflarda video kayıtları, öğrenci çalışmaları ve örnek olaylar gibi öğretim ile ilgili gerçek çalışmaların kullanılması gerektiğini ve bu konuda araştırmalara ihtiyaç olduğunu belirtmektedir.

Öğretmen farkındalığının geliştirilmesini desteklemek için pedagojik alan bilgisi, konu alan bilgisi ve meslek bilgisi gibi bileşenlere odaklanan programlar veya uygulamalar mevcuttur. Ancak, sadece alan bilgisi ve pedagoji bilgisine dayanan uygulamalar, öğretmenin sınıf içi uygulamalarında hangi duruma dikkat edip etmeyeceği üzerine derinlemesine düşünmesi için yeterli fırsat sunmamaktadır (Ainley & Luntley, 2007). Öğretmenlerin ders sürecindeki tercihlerinin, kararlarının ve uygulamalarının nedenleri onların dikkatlerini verdikleri odak değişkenlerde saklı olduğu belirtilmektedir. Farkındalık için bu odak değişkenlerin sınıf içinde gerçekleşen önemli olaylar olmaları arzu edilmektedir. Henüz mesleki deneyime sahip olmayan öğretmen adayları için bu becerileri edinmek zorlayıcı olabilmektedir (Jacobs

vd., 2010; Amador & Weiland, 2015). Göreve yeni başlayan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının öğrenci düşünmesi ve öğretmen pedagojisi gibi önemli durumlardan ziyade sınıf rutinlerine dikkat ettiklerini ortaya koyan çalışmalar (Star & Strickland, 2008) göz önüne alındığında öğretmen adayları için sınıf içindeki önemli durumları algılamalarının ve bu durumları dikkat edip yorumlamalarının kolay bir beceri olmadığı söylenebilir. Ayrıca Jacobs vd. (2010)' da farkındalığın zor bir uygulama olduğunu ve farkındalıktaki hiçbir bileşenin doğal gelen bir süreç olmadığını belirtmektedir. Öğretmen farkındalığı çalışan araştırmacılar (Jacobs, vd., 2010; Sherin & Han, 2004; Sherin & van Es, 2009; van Es & Sherin, 2002, 2008) öğretmen farkındalığı bileşenlerinin hedeflenmiş mesleki gelişim ve öğretmen eğitimi programları ile desteklenebileceğini ve gelişebileceğini vurgulamaktadırlar. Bu gelişimin nasıl gerçekleşeceğini anlamak da önemli bir husustur. Nitekim öğretmen yetiştirenlerin öğretmen adaylarını mesleki farkındalığa en iyi nasıl hazırlayacaklarını düşünürken, bu eğiticilerin kendi farkındalıkları ve farkındalığı öğretmen adaylarına sunma yolları sorgulanmalıdır (Amador, 2016; Amador, Estapa, Araujo, Kosko, & Weston, 2017). Mason (2002, s., 248)'ın, “başkalarını değiştiremem ancak kendimi değiştirmek için çabalayabilirim” söylemine karşın, başkalarının değişimine ışık tutabileceği düşünülmektedir. Bu düşünceyle birlikte bu çalışmada, henüz hizmet içi göreve başlamamış öğretmen adaylarının farkındalıklarının ortaya çıkarılmasına ışık tutacak deneyim fırsatları göz önünde bulundurulmuştur.

Öğretmen yetiştirme yapısının iyileştirilmesinde alan bilgisi, pedagoji bilgisi, öğretmenlik mesleğine giriş, mesleki gelişim programları gibi eğitim-öğretimin kalitesini arttıracak birçok uygulama yapılmaktadır. Öğretmen adaylarının becerilerini ve matematik öğretmek için gerekli bilgilerini geliştirmeleri için öğretmen eğitimcileri farklı yaklaşımlarda bulunmaktadır (Llinares & Krainer, 2006; Santagata & Yeh, 2014). Bu yaklaşımlar, öğretmen eğitiminin daha nitelikli hale gelmesi için öğretmenin aktif öğretim sürecini içeren ve son zamanlarda oldukça üzerinde durulan *öğretmen farkındalığını* arttıracak yönde olabilmektedir. Böylece öğretmen adayları matematik öğretimi ile ilgili önemli durumları fark edebilecek, öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve bilgileri arasında bir bağ

kurabilecek ayrıca teori ile sınıf uygulamaları arasında ilişki kurabileceklerdir (Sherin, 2001; Seago, 2004; Llinares & Krainer, 2006; Santagata, vd., 2007; Star & Strickland, 2008; Mitchell & Marin, 2015; Roller, 2016). Nitekim öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerinin iç yüzünü anlamaları ile ilgili fırsatlar sağlamak öğretmen eğitimi programlarının önemli bir bileşeni olmalıdır (Argün, 2008; Arias, Schorr and Warner, 2010). Bu bağlamda, bu araştırmada öğretmen eğitiminde öğretmenin yetiştirilmesi adına gelişimci yaklaşım hedefi güden araştırmalar ve yöntemler (örneğin; Empson & Jacobs, 2008; Jacobs, vd., 2007; Jacobs vd., 2010; Star & Strickland, 2008; van Es & Sherin, 2002) öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek için göz önünde bulundurulmuştur. Öğretmen farkındalığı duruma bağlı değişiklik gösterebilen bir öğretmen yeterliliği (Jacobs, vd., 2010; Kaiser & König, 2019; Lambert & Ball, 1998) olduğu için, bu çalışmada deneyim fırsatları çeşitlendirilmiştir. Ayrıca farkındalık duruma özgü yeterlik olmasından dolayı öğretmen adaylarının sunulan deneyim fırsatlarına göre farkındalıklarının değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir. Nitekim bu çalışmada her bir deneyim fırsatı sürecinde öğretmen adaylarının farkındalıkları duruma özgü bağlamlara göre değerlendirilmiş ve incelenmiştir. Öğretmen farkındalığı üzerine farklı bakış açılarından kaynaklı olarak öğretmen farkındalığını incelemenin belli bir yolu yoktur (Jacobs, 2017). Bu çalışmada öğretmen farkındalığı ile kastedilen *sınıf içi önemli durumlara dikkat etme, dikkat ettiği durumu anlamlandırma ve bunu kendi bilgileri ile yorumlayıp dikkat ettiği durumlara nasıl karşılık vereceğine karar verme ve karşılık verme* bileşenleri öğretmen mesleğinin önemli bir yönüdür. Farkındalığın “öğretimde nasıl karşılık vereceğine karar verme” ve “karşılık verme” bileşenleri öğretmen farkındalığı çalışmalarında göz ardı edilebilmektedir (Baş, 2013). Ayrıca, sınıf içinde öğrencilerin söylediklerini duymayı ve yorumlamayı gerektiren karşılık verme ve karşılık vermeye karar vermenin zor bir beceri olduğu belirtilmektedir (Ball, vd., 2001). Ancak, sınıfın karmaşık doğası gereği öğretmenlerin sınıf içinde önemli durumlar için anında kararlar almaları da gerekmektedir. Öğretmen adaylarına dair eğitim programları öğretmen adaylarının bir öğretmen gibi düşünecekleri fırsatlar sağlamayı önermektedir (Castro, vd., 2018; Veenman, 1984). Bu nedenle, öğretmen adaylarının

öğretmen olmadan önce karşılık verme bileşeni için de öğretmen gibi düşünebileceği fırsatlar sunmak gerekmektedir. Bu bağlamda bu sürece hâkim öğretmenlerin yetişmesi, bu becerilerin hangi deneyimlerle yetişen öğretmenlerin kazanacağı konusu dikkatimizi çekmektedir. Öğretmenin farkındalığını incelemenin ve geliştirmenin bir yolu öğretmenlerin kendi veya diğer öğretmenlerin sınıflarının analizlerini yapmaları olduğu vurgulanmaktadır (Kazemi & Franke, 2004; Sherin & van Es, 2009). Öğretim durumlarına dayalı analizler, öğrencilerin matematiksel düşünmesini vurgulayan araştırmaya dayalı bir model ortaya koyan mesleki gelişim programlarının (Carpenter vd., 1989; Güner, 2017) yanı sıra; sistematik olarak öğrenci çalışma kağıtlarını inceleme (Crespo, 2000; Haltiwanger & Simpson, 2014; Kazemi & Franke, 2004); gerçek sınıf videolarının analizleri (Sherin & Han, 2004; Stockero, Rupnow & Pascoe, 2017; Tataroğlu Taşdan, 2019), video klüpler (van Es & Sherin, 2002, 2008; Sherin & van Es, 2009); video durum temelli öğrenme ortamları (Ulusoy, 2016); temsili öğrenme ortamı olarak tasarlanan senaryolar (Bishop & Whitfield, 1972) aracılığıyla sağlanabilmektedir. Öğretmen yetiştirme kurumlarında genellikle öğrenci düşüncelerinden ziyade sınıf yönetimi ve müfredat içeriklerine odaklanıldığı bu nedenle, öğretmen adaylarının öğretmen oldukları ilk yıllarda öğrencilerin düşüncelerini anlamada zorluklar yaşadığı belirtilmektedir (Levin, Hammer, & Coffey, 2009). Öğretmenlik eğitimi deneyimlerinin, öğretim uygulamaları yığını olup öğretim ve öğrenci üzerine düşünülme odaklanılmadığı dolayısıyla öğretmen adaylarının öğrenci düşünceleri üzerine farkındalıklarını ortaya çıkaracak, farkındalık kazanmalarını sağlayacak fırsatların sınırlı olduğu literatürde vurgulanmaktadır (Amobi & Irwin, 2012). Bu sebeple, öğretmen adaylarının bu becerileri kazanacakları deneyim fırsatları sağlamanın oldukça önem arz ettiği söylenebilir. Nitekim öğretmen eğitimcileri, öğretmen adaylarına öğretimin bileşenlerini ayırt etmeleri için fırsatlar sunma çabasıyla, öğretmen adaylarını kişisel olarak karşılaştıkları deneyimlerin ötesinde, sınıf deneyimlerine yönlendirmek için çeşitli öğretim ortamları (örneğin öğretim videoları, öğrenci çalışmalarına dair örnek durumlar) kullanmaktadır (Amador, 2022; Llinares & Brown, 2018). Literatürdeki sınıf içi olayları, öğretimi inceleme fırsatları göz önünde bulundurularak bu araştırmada ortaöğretim

matematik öğretmen adaylarına, üniversite ortamında “Alan Eğitimi Araştırma Projesi” ve sınıf içi uygulamalarına dair farkındalıkların incelenmesi amacıyla “Öğretmenlik Uygulaması” dersleri kapsamında adayların farkındalıklarını ortaya çıkarabileceği düşünülen farklı deneyim fırsatları³ tanınmıştır.

Ulusal ve uluslararası matematik eğitimi literatüründe öğretmen farkındalığı çalışmalarındaki belirgin artışa rağmen öğretmen farkındalığının net bir tanımı olmamakla (König, vd., 2022) birlikte bu terimi kavramsallaştırmak ve incelemek için farklı yolların denendiği görülmektedir. van Es & Sherin (2002; 2008) farkındalığın anlamını tanımlamak ve çoklu ortam (multimedia) araçlarının “farkındalığı öğrenme” için etkisini araştırdıkları çalışmalarında; öğretmen farkındalığını, öğretim sürecinde önemli durumların/ anların belirlenmesi, belirlenen durumlarla öğrenme ve öğretim ilkeleri arasında ilişkinin kurulması ve bu durumları yorumlayabilmek için bilinen bilgilerin kullanılması şeklinde üç temel bileşenle tanımlamıştır. Araştırmacılar farkındalığı incelerken, öğretmen/ öğretmen adayı;

- Ne fark eder?
 - Kimi (öğrenci, videodaki öğretmen, kendisi, program geliştirici)
 - Neyi (matematiksel düşünme, pedagoji, sınıf ortamı, sınıf yönetimi)
- Nasıl fark eder?
 - Analitik yaklaşım (tanımlayan, değerlendiren, yorumlayan)
 - Detaylandırma (Genel (yüzeysel), Detay içeren)
 - Videoya dayalı, videodan bağımsız

şeklinde kategorilendirmişlerdir. van Es (2011) bu çalışmalar doğrultusunda farkındalığın gelişimini gözlemleyebilmek için “Öğrencilerin Matematiksel Düşünmesi Üzerine Farkındalığı Öğrenme Çatısını” ortaya koymuştur (bkz., Tablo 1). Bu çalışmada farklı deneyim fırsatlarında öğretmen adaylarının farkındalıklarının nasıl olduğunu anlamlandırmak için van Es ve Sherin’in çalışmalarında ele aldıkları analitik yaklaşım kategorilerinden faydalanılmıştır. Jacobs, vd. (2010) öğrencilerin matematiksel düşünmesi

³ Deneyim fırsatları ve bahsi geçen lisans dersleri Bölüm III (Metodoloji)’ de detaylı olarak açıklanmıştır.

odağında öğretmen farkındalığını, öğrencilerin cevaplarındaki önemli durumlara dikkat etme, dikkat ettikleri durumları öğrencilerin anlaması bağlamında yorumlama, yorumlarına dayalı olarak nasıl karşılık vereceğine karar verme şeklinde üç bileşenle kategorilendirmiştir. Literatürde genel olarak van Es ve Sherin (2002, 2008) ve Jacobs vd. (2010)'lerinin öğretmen farkındalığına dair kavramsallaştırmaları ele alınmakla birlikte, son yıllarda öğretmen yeterliliği modellerinin bir bileşeni olarak duruma özgü beceriler kapsamında öğretmen farkındağı ele alınmaktadır (Blömeke, Gustafsson, & Shavelson, 2015; Kaiser, Busse, Hoth, König ve Blömeke, 2015; Metsäpelto, vd., 2022). Bilişsel psikolojik yaklaşımla farkındalığın farklı kavramsallaştırmalarının ortak olarak öğrenme ve öğretme sürecinde algılama ve dikkat etmeyi, dikkat edilen durumların yorumlanmasını ve sonuçta ortaya çıkan pedagojik kararları içerdiği görülmektedir. Bu çalışmada van Es ve Sherin (2002, 2008), Jacobs vd., (2010) ve Kaiser, vd., (2015)'in kavramsallaştırmalardan esinlenerek farkındalığın üç bileşenine de (dikkat etme, yorumlama, karşılık vermeye karar verme) odaklanılmaktadır. Araştırmacıların farkındalığa dair farklı kavramsallaştırmaları farklı noktalara odaklansa da her bir çalışmanın öğrenci düşünmesi ve buna bağlı olarak öğretimsel uygulamaların gelişmesine hizmet ettiği görülmektedir.

Ball (1997) öğretmenlerin, öğrenenin düşüncesinin, tecrübesinin ve becerilerinin farkında olması gerektiğini belirtmiştir. Öğrencinin ne düşündüğünü ve bunun ne anlama geldiğini anlamak, sadece deneyimlerdeki çeşitliliklerin yanı sıra kavramların etkileri ve öğrencilerin öğrenmesi hakkında öğretmenlerin talepleri ve varsayımları sebebiyle çok karmaşıktır. Öğretmenler, öğretimleri sırasında olaylara (kastedilen konuya, konunun öğretime, süreçteki matematiksel fikirlere) hem uzman açısından hem de öğrenen açısından bakmalıdır. Burada vurgulanmak istenen öğretmenin öğretmek için matematik bilgisinin öğretmen farkındalığı üzerinde oldukça etkili olduğudur (Ball & Bass, 2009; Ball, Thames, & Phelps, 2008). Bu bilgi öğretmene hem kendi gözünden hem de öğrenen gözünden bakabilme yeteneğine katkıda bulunacaktır. Bu durum bu çalışmada üzerinde durulan öğretmen farkındalığının öğretime yansması yani öğrenciye karşılık verme boyutunu da etkileyecektir. Farkındalık kavramına üstten bakıldığında öğretmenlerin veya öğretmen

adaylarının öğrenciyi dinleme, öğrenci düşünceleri üzerinden tartışma yürütebilme, değerlendirme, açıklama getirebilme ve öğrenme için en iyi ortamı oluşturabilme gibi becerileri kapsadığı görülmektedir. Bu durumlar göz önüne alındığında, öğretmen adaylarının dikkat etme, yorumlama, nasıl karşılık vereceğine karar verme ve karşılık verme becerilerine sahip olması için öğretmen adaylarının öncelikle konu ile ilgili derin bilgiye sahip olması beklenmektedir. Ayrıca, öğretmen farkındalığı öğrencilere, sorumlu olunan konuya ve öğrenci ile konu arasındaki bağlantılara dikkat edilmesini sağlayan bir uygulamadır (Ball, 2011). Bu nedenle söz konusu çalışmada, kavramların matematiksel yapısının farkındalığı etkileyebileceği düşüncesi ile (bkz. Seidel, Stürmer, Blomberg, Kobarg, & Schwindt, 2011; Vondrová, & Žalská, 2013; 2015) bir kavram üzerinden öğretmen adaylarının farkındalığı incelenmiştir. Bu bağlamda ilk olarak öğretmen adaylarının sınıf içi deneyim fırsatlarını sağlamak için uzun bir sürece yayılan (toplam 38 ders saati) ve dönem başında sunulmayacak bir kavram olmasına dikkat edilerek, epistemolojik olarak ne çok zor ne de çok kolay olan ve birçok cebirsel ifadenin görünümü, gösterimi (yapısı) ve birçok matematiksel kavramla (bağıntı, denklem, fonksiyon, vs.) ilişkisi olan polinom kavramı (Argün, Arıkan, Bulut, & Halıcıoğlu, 2014, sf. 423; Dede vd., 2010; MEB, 2015) ele alınmıştır.

1.2. Problem Cümlesi ve Alt Problemler

Problem durumunda ifade edilenlerin ışığında öğretmen farkındalığının, öğretmen yeterliliği ve öğretmen yetiştirmedeki rolü ve kavramların farkındalığı etkileyebileceği düşüncesi olduğu için tek bir kavram ele alınarak bu çalışmanın problemi “Polinom kavramı bağlamında tanınan farklı deneyim fırsatları sürecinde matematik öğretmen adaylarının farkındalıkları nasıldır?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu probleme ise aşağıda deneyim fırsatları üzerinden sunulan alt problemler yardımıyla bütüncül bir yaklaşımla cevap vermeye çalışılmıştır.

1. Video-kaydı incelemelerine dair matematik öğretmen adaylarının farkındalıkları nasıldır?

2. Sınıf içi öğretime ait yazılı senaryo incelemelerine dair matematik öğretmen adaylarının farkındalıkları nasıldır?
3. Öğretmenlik uygulaması dersi sürecindeki deneyimlerine dair matematik öğretmen adaylarının farkındalıkları nasıldır?
 - 3.1. Hazırladıkları ders planlarını tartışmalarına dair matematik öğretmen adaylarının farkındalıkları nasıldır?
 - 3.2. Yürüttükleri dersler üzerine tartışmalarına dair matematik öğretmen adaylarının farkındalıkları nasıldır?
 - 3.3. Kendi yürüttükleri derslerin video kayıtlarını incelemelerine dair matematik öğretmen adaylarının farkındalıkları nasıldır?

1.3. Araştırmanın Amacı

Öğretmen farkındalığı, öğretimle ilgili önemli olaylara amaçlı olarak dikkat etmeyi, bu olaylar üzerine muhakeme yapmayı, muhakemelere dayalı olarak dikkat edilen olayı bilgi ve deneyimlerle açıklamaya çalışmayı, muhakemelere ve açıklamalara dayanarak öğretimsel kararlar verebilmeyi ifade eder (Philipp, Jacobs, & Sherin, 2014; Sherin, vd., 2011). Sınıf ortamının birçok uyaran içermesi sebebiyle bir öğretim durumunda her şeyi fark etmek, bu durumlar üzerine yorum getirmek ve öğretimi bu yorumlar üzerine devam ettirmek mümkün olmayabilir. Öğretmen farkındalığı bir öğretim durumunda belli unsurlara dikkat etmenin seçici eylemini gösteren bir uzmanlık alanıdır (Sherin, vd. 2011; van Es, 2011). Araştırmacılar, matematik eğitiminde bu uzmanlığın öğretmenler için kendiliğinden doğal gelen bir süreç olmadığını ve bu uzmanlığın kazanılması için öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının desteklenmesinin önemini vurgulamaktadır (Mason, 2002; Jacobs vd., 2010; van Es, 2009). Nitekim hedeflenmiş mesleki gelişim ve öğretmen eğitimi programları ile öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının farkındalık becerilerinin desteklenebileceği ve geliştirilebileceğine dair ülkemiz ve dünya genelinde araştırmalar mevcuttur (örneğin; Amador & Weiland 2015; Güner & Akyüz, 2017; Jacobs vd., 2010; Osmanoğlu, Işıksal & Koç, 2015; Roller, 2016; Sherin & Han, 2004; Sherin & van Es, 2009; Santagata, vd., 2007;

Star & Strickland, 2008; van Es & Sherin, 2002, 2008). Farkındalığı desteklemek için kullanılan mesleki gelişim çabaları çoğunlukla öğretmenlerin kendilerinin ya da başka öğretmenlerin ders-videolarını inceleme odaklı (örneğin; Santagata, 2011; Santagata, vd., 2007) veya video klüpler (örneğin; Bozkuş, 2020; Erbay, 2018; Sherin & Han, 2004; van Es & Sherin, 2002, 2008; van Es, 2009) aracılığıyla olmakla birlikte öğrenci odaklı durum videolarının (örn., Ulusoy, 2016), gerçek sınıf ortamlarından elde edilen öğrenci çalışmalarının (örneğin; Chamberlin, 2002; 2005) veya bazı örnek durum olaylarının incelenmesi (örneğin; Goldsmith & Seago, 2011), ders imecesi (örneğin; Choy, 2015; Güner, 2017) ve modelleme perspektifinden araştırmalar (örneğin; Alwast & Vorhölter, 2022; Baş, 2013; Chamberlin, 2005; Türker Biber, 2017) şeklinde literatürde yer almaktadır. Araştırmacılar çeşitli yollarla öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının farkındalıklarındaki değişime ve gelişime vurgu yaparken bir yandan da bu değişimin ve gelişimin nasıl gerçekleştiğini anlamının gerekliliğine dikkat çekmektedir (Goldsmith & Seago, 2011; Santagata vd., 2007; Sherin & Han, 2004). Bu çalışmada öğretmen adaylarının farkındalığını inceleme yolları sunulurken aynı zamanda bu yolların adayların farkındalığına katkısı ve sınırlılığını da ortaya koymaya çalışmıştır. Söz konusu çalışmada adaylara sunulan fırsatların adayların farkındalığına katkısını ve sınırlılığını anlamının öğretmen yetiştirme bağlamında öğretmen yetiştiren kurumlara bir bakış açısı sunacağı düşünülmektedir.

Öğretmen farkındalığı, öğrenilebilir ve geliştirilebilir bir uygulama olarak kabul edilmesine rağmen, öğretmen adaylarının öğretim kariyerlerinin başında bu uygulamada özellikle nelere dikkat etmeleri gerektiği ve gözlemlerini nasıl yorumlayacakları noktasında birçok zorlukla karşılaştıklarını tespit eden çalışmalar mevcuttur (örneğin; Jacobs vd. 2010; Star & Strickland 2008; van Es & Sherin 2002, 2008). Farkındalığın karar verme bileşeni de dikkat etme ve yorumlama becerileri doğrudan ilişkili olduğu için öğretmen adaylarına bu beceri de zor gelebilmektedir (Jacobs vd. 2010). Bu becerilerin desteklenmesi için öğretmen eğitimcilerinin öğretmen adaylarına çeşitli fırsatlar sunması gerekmektedir. Nitekim Grossman vd. (2009), öğretmen adaylarının profesyonel olarak sınıf ortamına girmeden önce sınıf ortamındaki farklı bileşenleri ayırt etmeleri adına öğretmen adaylarına çeşitli fırsatların

tanınmasını önermektedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı matematik öğretmen adaylarının farkındalıklarını ortaya çıkarmak adına adaylara deneyim fırsatları sunmak ve bu fırsatlar sürecinde farkındalıklarının nasıl olduğunu incelemektir.

Öğretmen adaylarının farkındalıkları hakkında bilinenler farklı çalışmalarda kullanılan odak (matematiksel içerik, öğretmen eylemleri ve/ veya kararları, öğrenci düşünceleri vb.) ve yöntemlerin sonuçlarıdır. Öğretmen farkındalığı üzerine çalışmaların birçoğu kullanılan odak veya yöntemlerden bağımsız olarak öğretmen adaylarına videoya dayalı öğretim ortamları fırsatı tanınırsa öğretmen adaylarının farkındalıklarının geliştirilebileceği üzerine bazı kanıtlar sağlamıştır (Ding & Domínguez, 2016). Ancak, Estapa vd. (2018) videoya dayalı öğretim ortamlarının öğretmen adaylarının farkındalıklarını anlamak ve geliştirmek için tek başına yeterli olmadığı savunmaktadır. Ayrıca aynı çalışmada öğretmen adaylarının farkındalıklarını daha iyi anlamak için birden fazla fırsat tanınmanın ve birden fazla yöntem uygulamanın kritik önemi vurgulanmıştır. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek ve anlamak adına tanınan fırsatlardan biri öğretimleri videolar aracılığıyla incelemek olmakla birlikte fırsatlar çeşitlendirilmiştir. Öğretmen adaylarına lisans eğitimleri sürecinde mesleklerine hazırlanmaları için sunulan en önemli fırsatların bir diğeri alana birebir dâhil oldukları “öğretmenlik uygulaması” derslerindeki uygulamalarıdır. Söz konusu çalışmada hem öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında hem de sınıf içi uygulamaları dışında öğretmen adaylarının aldığı bir alan eğitimi (Alan Eğitimi Araştırma Projesi) dersi kapsamında öğretmen adaylarına farkındalıklarını incelemek adına deneyim fırsatları sunulmuştur. Çeşitli deneyim fırsatları sürecinde farkındalıklarını tespit etmek farkındalığın bağlamdan nasıl etkilendiğini somut olarak görmek adına önemlidir. Ayrıca bu çalışmada öğretmen adaylarının öğrencilerin düşünceleri ve öğrencilerin düşünmesini de içeren öğrenme ve öğretim süreci üzerine farkındalıkları odak noktasıdır. Öğretmen adaylarının sınıf ortamı, ders içeriği, sınıf içi iletişim gibi konuları az çok fark edebildiği düşünülmektedir. Ancak ders planı hazırlama sürecinde öğrenci düşünmesine odaklanma noktasında sıkıntılar yaşayan öğretmen adayları (Hughes, 2006) öğrenci düşünmesine dikkat etmede sıkıntı yaşayabilirler; dolayısıyla bu noktada adayların farkındalıklarını desteklemek

gerekecektir. Etkili matematik öğretiminde elzem olan öğretmen farkındalığı için deneyim fırsatlarını çeşitlendirmenin ve öğretmenlik uygulamalarını bu fırsatlara dâhil etmenin öğretmen adaylarının öğretimlerini tasarlarken bu durum üzerinde durmalarını ve öğretimsel kararlar alırken de öğrencilerin matematiksel düşünmelerini işe koşmalarını sağlayacağı düşünülmektedir (Franke, Kazemi, & Battey, 2007; Jacobs, Lamb, Philipp, & Schappelle, 2011).

1.4. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Öğretimin öğretmen, öğrenci ve içerik şeklindeki ilişkisel doğası ve öğretimin çok yönlülüğü (Lampert, 2001) nedeniyle öğretmenin bazen anlık olarak neye dikkat edeceğine ve neyi görmezden geleceğine, öğrencilerin davranışlarını, derse katılımlarını ve sorularını nasıl anlamlandıracağına ve bunlara bağlı olarak dersi nasıl devam ettireceğine karar vermesi gerekmektedir (Santagata vd. 2021). Öğretmenler, bu çalışma özelinde matematik öğretmenleri, öğrencilerin algı ve kavramaları, matematiksel düşünmeleri, kavram yanılgıları ve farklı düşünmeleri, ulusal olarak hazırlanmış olan müfredat ve çalıştıkları eğitim-öğretim kurumunun yapısına göre ders tasarlama ve buna bağlı olarak haftaların, dönemlerin ayarlanması gibi her biri birbirini etkileyen birçok durumla sürekli olarak karşı karşıyadır. Öğretimle ilgili kayda değer olaylara dikkat etme, bu olaylara dair muhakeme yapma, yapılan muhakemelere dayanarak öğretimsel kararlar alma olmak üzere üç kısımda nitelendirilen öğretmen farkındalığı kavramının (Jacobs vd., 2010; Jacobs vd., 2011; Sherin, 2007; van Es & Sherin, 2002) öğretimde birbirini etkileyen bir çok durumu kontrol edebilmeleri için öğretmenlere faydalı bir bakış açısı sağladığı belirtilmektedir (Schack, vd., 2017). Mason (2008) de öğretmen farkındalığının öğretmenlerin, öğretimleri ve öğrenci öğrenmesi üzerine derinlemesine düşünmelerini sistematikleştirmelerini sağlayabilen bir kavram olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla öğretimde önemli rol oynayan öğretmenin, kendisi, öğrenci ve içerik arasındaki ilişkiyi sistematik olarak kontrol edebilmesi için “öğretmen farkındalığı” kavramı özellikle son yıllarda öğretmen eğitimi çalışmalarında yaygın olarak ele alınmaktadır. Mesleki farkındalık kavramı öğretmen eğitimi ile matematik

öğretimini birbirine bağlayan bir sınır kavram düşünülebileceği iddia edilmektedir (Llinares, 2020). Bu bağlamda bu çalışmada öğretmenlik eğitimi ve matematik öğretimi arasında ilişki kuracağı düşünülen farkındalık kavramı ele alınarak öğretmen adaylarının farkındalığının ve adayların farkındalıklarını incelemek için sunulan fırsatların öğretmen yetiştiren kurumların programlarına ışık tutacağı öngörülmektedir.

Öğretmen farkındalığının niteliği ve etkileri üzerine derin bir anlayış öğretmenlerin uygulamalarındaki örtük özellikleri anlamaya dolayısıyla öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerini destekleyecek etkili yollar bulmaya katkı sağlayabilecektir (Yang, Kaiser, König, & Blömeke, 2018). Bu bağlamda öğretmen farkındalığının öğretmen yetiştiren kurumların ve öğretmen eğitimi araştırmacılarının farkında olması gereken bir kavram olduğu söylenebilir. Deneyimli öğretmenler günlük öğretim uygulamaları yoluyla hangi olayların sınıf içi uygulamalarda önemli olduğunu seçebilme fırsatı bulmaktadırlar. Ayrıca deneyimli öğretmenler kendi deneyimleri ve meslektaşlarıyla tartışmaları, paylaşımları yoluyla pedagojik akıl yürütmeler yapabilmekte ve bu akıl yürütmeler yoluyla kararlar alabilmektedir (Berliner, 2001). Ancak öğretmen adayları gerçek sınıf ortamına ve deneyimlerine öğretmenler kadar kolay ulaşamamaktadır. Bu nedenle öğretmen adayları için farkındalık kavramı oldukça soyut kalmaktadır. Henüz yeterli olarak öğrenci ve öğrenciyi tanıma bilgisine sahip olmadığı düşünülen öğretmen adaylarının (van Driel & Berry, 2010; Tanışlı, 2013), hem matematiksel içeriğe hâkim olup hem de sınıfı yönetirken öğrencilerin fikirlerini takip etmesi, dinlemesi ve yorumlamasının kolay olmayacağı şeklinde bir öngörü oluşmaktadır. Nitekim Amador ve Weiland (2015) sınıf içinde nelere dikkat edeceğini belirleyebilmenin, öğrenci fikirlerine dikkat etmenin ve yorumlamanın öğretmen adayları için zorlayıcı olabileceğini belirtmektedir. Öğrenci düşüncesinin farkındalığı üzerine yapılan araştırmalar, öğrenci düşüncesindeki ayrıntılara dikkat etmenin ve bu düşünceye uygun şekilde nasıl yanıt verileceğine karar vermenin, yalnızca yılların öğretim deneyimiyle gelişmeyen karmaşık bir çaba olduğunu göstermektedir (Copur-Gencturk, 2015). Bu nedenlerden dolayı öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek ve desteklemek için

öğrenci-öğretmen-içerik etkileşimini içeren gerçek sınıf içi uygulamalar üzerinde çalışılmasının önemli olduğu söylenebilir.

Grossman ve McDonald (2008) öğretmen adaylarının profesyonel olarak sınıf ortamına girmeden önce sınıf ortamındaki farklı bileşenleri ayırt etmeleri adına öğretmen adaylarının farkındalığı incelemek için deneyim fırsatlarını çeşitlendirmenin önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada henüz sınıf içi öğretim tecrübesi olmayan öğretmen adaylarına ilk olarak tanımadıkları öğrencilerle ilgili nasıl düşünebileceklerini görebilecekleri ve bu düşünceleri yorumlayabilecekleri ortamlar tasarlanmıştır. Araştırmacılar tarafından polinom kavramı bağlamında öğrenci düşünmesi ve öğretim uygulamaları üzerine önemli durumları içeren video ve senaryo incelemeleri adayların farkındalığını incelemek için öğretmen adaylarına sunulan deneyim fırsatlarıdır. Öğretmen adaylarının mesleklerine hazırlanmaları için sunulan en önemli fırsatlardan bir tanesi de alana dâhil oldukları “öğretmenlik uygulaması” (Grossman vd., 2009) dersi kapsamındaki uygulamalardır. Feiman-Nemser (2001) de öğretmen adaylarını kendi öğretim uygulamaları üzerinde çalıştırmayı adaylara sunulabilecek önemli bir fırsat olarak değerlendirmektedir. Bu çalışmada araştırmacılar öğretmen adaylarının farkındalığını öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında da detaylı olarak incelemiştir. Dolayısıyla bu çalışmada öğretmenlik uygulaması dersinin farkındalığa katkısını görebilme imkânı doğmuştur. Özetle bu çalışmada öğretmen adaylarına tanınan fırsatların çeşitlendirilmesinin duruma bağlı bir yeterlilik olan adayların farkındalığının farklı bağlamlarda nasıl olduğunu somut bir şekilde görebilmek adına bu fırsatların önemli olduğu belirtilebilir.

Öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek adına video incelemeleri (kendi uygulamaları ya da başka öğretmen/ öğretmen adayı uygulamaları) ve bu bağlamda belli sınıf içi durumları analiz etmeleri şeklinde deneyim fırsatları oluşturmanın uygulamalar ve teorik bilgiler arasında bir köprü oluşturacağı düşünülebilir (Kersting, Givvin, Sotelo, & Stigler, 2010; Santagata vd., 2007; Stehlíková, 2010; Vondrová & Žalská, 2015). Bu açıdan bakıldığında özellikle Türkiye’de öğretmen adaylarının öğretmenlik deneyimi sınırlı bir sürede olduğu için öğretmen adaylarının alan eğitimi derslerinin amaca göre ele alınan

videolar ve senaryolar aracılığıyla incelenmesi uygulama için önemli bir deneyim fırsatıdır. Öğrencilerin bir konu, bir problem veya matematiksel bir durum üzerine ne düşündüğünü belirlemek ve belirlenen düşüncenin ne anlama geldiğini anlamak öğretmenlerin (öğretmen adaylarının veya öğretmen yetiştiren öğretim elemanlarının) deneyimlerinin yanında söz konusu kavramların etkisi ve bu konu üzerine öğretmenlerin öğrenci öğrenmesine dair talepleri ve varsayımları sebebiyle karmaşıktır. Öğretmenlerden bir konu üzerine ve bu konuyla ilgili öğrenci düşünmesi üzerine düşünürken hem uzman gözüyle hem de öğrenci gözünden bakabilmeleri beklenmektedir (Ball, 2011). Dolayısıyla bu çalışmada bir kavram üzerine odaklanılarak öğretmen farkındalığı çalışmalarında daha önceden ele alınmamış polinom kavramı bağlamında adayların farkındalığı incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarının öğrencilere hem öğrenci hem öğretmen gözünden bakabilmelerini sağlayacak şekilde sunulan fırsatların öğretmen eğitimi çalışan araştırmacılara ve öğretmen yetiştiricilere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

Ülkemiz öğretmen eğitimi programlarının ilk iki-üç eğitim-öğretim yılında (döneminde) öğrenci ile birebir iletişim halinde olmayan öğretmen adaylarının bu çalışma kapsamında kendilerine sunulan deneyim fırsatları sürecinde önceden almış oldukları alan eğitim dersleri doğrultusunda öğrenci düşünmeleri, öğrenme ve öğretme süreçleri ile ilgili fikir yürütebilecekleri varsayılmıştır. Öğretmen adaylarının belli deneyim fırsatları sürecinde farkındalıkları incelenirken adayların dikkat ettikleri tüm durumları yazılı, sözlü olarak veya mimikleriyle belirttikleri varsayılmıştır. Yani deneyim fırsatları sürecinde dikkat ettikleri tüm durumların, birim fikirlerin belirleneceği varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın amacı, araştırmanın sınırlılıklarını belirleyerek söz konusu araştırmaya pratik bir işlerlik kazandırmaktadır (Tavşancıl & Aslan, 2001, s. 49). Öğretmen adaylarının

farkındalıklarını adaylara sunulan belli deneyim fırsatları aracılığıyla incelenmesini amaçlayan bu çalışmanın araştırmaya işlerlik kazandıracak bazı sınırlılıkları mevcuttur. Öncelikle bu çalışmada öğretmen adaylarının farkındalıklarının çalışma kapsamında sunulan deneyim fırsatları bağlamlarıyla sınırlı olduğu belirtilmelidir. Tercihlerimizin ve önyargılarımızın günlük farkındalığımızı şekillendirmesi kaçınılmazken bunlar mesleki farkındalık için uygun olmayabilir. Kültürel tecrübelerin algı ve yorumlamaya nasıl ilham verdiği bilincinin öğrenilmesi öğretimde farkındalık becerilerinin gelişmesi için oldukça önemlidir (Ball, 2011). Öğretmen adaylarının farkındalığını incelerken adayların var olan kültürel deneyimlerinden ve eğilimlerinden ilham aldıkları vurgusundan hareketle bu çalışmada sunulan fırsatlarda kullanılan videolar ve senaryolar Türkiye’de gerçekleştirilen öğretim uygulamaları ile sınırlıdır.

1.7. Araştırmada Geçen Temel Kavramların Tanımları

TDK (2020) de *fark etme* kelimesinin anlamı “görmek, seçmek; anlamak, sezmek”; *dikkat etme* kelimesinin anlamı “duygularla düşünceyi bir şey üzerinde toplamak, uyanık davranmak”; *farkındalık* (farkında olma durumu) kelimesinin anlamı ise “görülmesi veya bilinmesi gereken şeylerden haberi bulunmak, kavranması gereken bir şeye dikkat etme” şeklinde tanımlanmıştır (Fark etme, t.y.; Dikkat etme, t.y.; Farkındalık, t.y.). TDK (2020)’deki tanımlardan da anlaşılacağı üzere farkında olma durumu dikkat etmeyi de gerektirmektedir. Dolayısıyla söz konusu çalışmada öğretmen adaylarının belli durumlara dikkati ya da belli durumları fark etmesinin yanı sıra dikkat etmeyi, algılamayı, karar vermeyi gerektiren fark etmeye nazaran daha kapsamlı olan “farkındalık” ifadesi kullanılmıştır. Çalışmada aksi belirtilmedikçe kullanılan “farkındalık” ifadesiyle öğretmen adaylarının mesleki farkındalığı kastedilmektedir.

Öğretmen Farkındalığı: Çalışmanın temelini oluşturan “*öğretmen farkındalığı*” kavramı yabancı literatürde “*teacher noticing*” olarak yer almaktadır. Türkçede “*noticing*” kelime anlamına karşılık gelen “fark etme, dikkat etme” ifadeleri bir uyarılma durumunu belirtmekle beraber farkındalık bu uyarılma durumlarını anlamlandırmayı gerektiren daha

kapsamlı bir ifadedir. Türkiye’de “*teacher noticing*” kavramını içeren çalışmalar incelendiğinde “*noticing*” kavramının çoğunlukla fark etme (örneğin; Baş, 2013; Çelikdemir, 2018; Güner, 2017; Osmanoğlu, 2010) şeklinde kullanıldığı bu kullanımın yanı sıra farkında olma (Güler, 2019) ve farkındalık (örneğin; Türk, 2020; Türker Biber, 2017; Yıldız Şentürk, 2018) şeklinde de ifade edildiği görülmektedir. Bu bağlamda *öğretmen farkındalığı* teriminin literatürdeki farklı kavramsallaştırmaları, tanımları göz önüne alınarak bu araştırmada “öğretmen adaylarının öğrencilerin düşüncelerine, fikirlerine, davranışlarına, öğrenme ve öğretme süreciyle ilgili durumlara, olaylara ve içeriğe dikkat etmesi, dikkat ettiği durum, olgu veya olayları kendi bilgi, tecrübe, inanç ve eğilimleri ile anlamlandırarak yorumlaması ve yorumlarına dayalı olarak sınıf içi uygulamalarına dair karar verme yeterliği” olarak tanımlanmıştır.

Dikkat etme: Bu çalışmada dikkat etme sınıf içinde ya da dışında öğrenme ve öğretme sürecine ilişkin birçok potansiyel uyarının bazılarına odaklanma olarak tanımlanmıştır (Schunk, 2012, s. 171’ den uyarlanmıştır). Bu çalışmada öğretmen adaylarının dikkat ettikleri durumlar, sözel ifadelerindeki odaklandıkları temel noktalar olarak ele alınmaktadır.

Yorumlama: Dikkat edilen uyarın ile karşılık vermeye karar verme arasındaki ilişkiye müdahale eden zihinsel süreç olarak tanımlanmıştır (Schunk, 2012, s. 53’ den uyarlanmıştır). Bu çalışmada yorumlama, dikkat edilen durumu var olan bilgi ve deneyimlerle anlamlandırma olarak ele alınmaktadır.

Karşılık vermeye karar verme: Dikkat edilen çeşitli durumlar arasında seçim yapma ve tercih yapma ile ilgili fiziksel ve zihinsel çabaların çıktısı olarak tanımlanmıştır (Aktaş, 2014 ve Bishop & Whitfield, 1972’ den uyarlanmıştır). Bu çalışmada karşılık vermeye karar verme, öğrencilerin düşüncelerine dair verilecek karşılığı ya da alternatif yollarla derse nasıl devam edileceğini öngörmek olarak ele alınmaktadır (Jacobs, vd. 2010; Kaiser, vd., 2017’ den uyarlanmıştır).

Deneyim Fırsatları: Öğretmen adaylarının farkındalıklarını ortaya çıkarmak adına belli bir süre zarfında ve belli ortamlarda belli bağlamlar üzerine oluşturulan öğretim durumları şeklinde tanımlanmıştır. Bu çalışmada deneyim fırsatları öğretmen adaylarının

farkındalıklarını ortaya çıkarma amacıyla veri toplamaya aracılık eden öğretim durumları olarak ele alınmaktadır. Ayrıca çalışmadaki deneyim fırsatları polinom kavramı öğretimi üzerine video/ senaryo inceleme ve öğretmenlik uygulaması sürecindeki deneyimleri kapsamaktadır.

Matematiksel Düşünme: Bir sonuca ulaşmak için var olan kavramların, durumların ilişkilendirilerek bütünleştirildiği ve anlam çıkarıldığı, akıl yürütme, matematiksel ilişkilendirme, ikna etme, genelleme, soyutlama vb. şeklindeki zihinsel süreçler olarak tanımlanmaktadır (Köse & Tanışlı, 2014; Mason, Burton, & Stacey, 2010; Yıldırım, 1996).

Öğretmenin Pedagogik Yaklaşımı: Öğretmenin öğrencilerin matematiği öğrenmesi için uyguladığı faaliyetlerin tümü olarak tanımlanmaktadır (Watkins & Mortimore, 1999).

Polinom: R birimli bir halka, x bir belirsiz, n pozitif bir tamsayı ve $0 \leq i \leq n$ için $a_i \in R$ olmak üzere

$$a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n$$

ifadesine R katsayılı x e göre bir polinom adı verilir. $0 \leq i \leq n$ için $a_i \in R$ ye polinomun katsayıları ve a_ix^i ye de polinomun terimleri adı verilir. R halkası üzerinde x belirsizine göre bütün polinomların kümesi $R[x]$ ile gösterilir (Arıkan & Halıcıoğlu, 2015). Ortaöğretim öğrencilerine R halkasını özel olarak $\mathbb{R}$ reel sayılar halkası alınarak polinomu, “ $\mathbb{R}$ reel sayılar kümesi, x bir belirsiz, n pozitif bir tamsayı ve $0 \leq i \leq n$ için $a_i \in \mathbb{R}$ olmak üzere,

$$a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n$$

ifadesine $\mathbb{R}$ katsayılı x e göre bir polinom adı verilir.”

şeklinde tanıtılmalıdır (Argün vd., 2014, s. 454).



BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde ilk olarak öğretmen farkındalığının temelleri, öğretmen farkındalığı üzerine farklı yaklaşımlar ve öğretmen farkındalığının temel bileşenleri üzerinde durulmuştur. Zira bir şeyin ne olduğunu tanımladıktan sonra nasıl inceleneceği, nasıl desteklenebileceği konusunda sağlıklı bir şekilde cevap vermek mümkün olacaktır. Daha sonra öğretmen farkındalığı ile öğretmen yeterliliği, öğretmen yetiştirme ve matematik öğretme bilgisi arasındaki ilişki ilgili literatür taraması eşliğinde sunulmuş ve bu bağlamda öğretmen adaylarının farkındalıklarının incelenmesi için tek bir matematiksel kavram, polinomlar, ele alınmıştır.

2.1. Öğretmen Farkındalığının Temelleri ve Öğretmen Farkındalığı Üzerine Farklı Yaklaşımlar

Öğretmen farkındalığı kavramı eğitim araştırmalarında son yirmi yıldır üzerine sıklıkla çalışılan bir alan olmakla birlikte bu çalışma alanının kökeninin psikoloji alanındaki algı üzerine çalışmalara (Gibson, 1979; Goleman, 1985) ve farklı meslek grupları üzerine çalışılan mesleki vizyon kavramına (Goodwin, 1994) dayandığı görülmektedir. Goleman (1985) ve Gibson (1979) insanların belli bir amaç doğrultusunda belli uyaranları nasıl algıladığını çalışmış ve aynı deneyim içinde insanların farklı bileşenlerin farkında olduklarını belirtmiştir. Bu doğrultuda bazı matematik eğitimi araştırmacıları (örneğin;

Kaiser, vd., 2015, Blömeke, vd., 2015) öğretim ortamlarında bilişsel ve duyuşsal belli durumları algılamayı öğretmen farkındalığının bir bileşeni olarak ele almıştır. Mesleki vizyon kavramından bağımsız olarak matematik eğitimcisi Mason (2002) farkındalık disiplini üzerine kitabında da öğretmenlerin sınıf içi uygulamaları sırasında karşılaştıkları bilişsel ve duyuşsal verileri nasıl yönettiklerinin öğretmenliğin uzmanlığının merkezinde olduğunu belirtmiştir. Mason (2002, p.109), öğretmen farkındağının disiplini adlı kitabında öğretmen farkındalığını “profesyonelin dikkatini bir yöne vermesi (dikkat kesilmesi)” olarak tanımlamaktadır.

Farkındalık bazı şeyleri ayırt etmenin belirtisi olarak tanımlanmaktadır. Farkındalık etrafımızda gelişen olayları algılama adına günlük hayatın bir parçası olup öğretimde de olması gereken bir kavram olduğu vurgulanmaktadır (Mason, 2011). Goodwin (1994) mesleğe özgü önemli özellikleri ayırt etmeyi ve belli bir meslek grubundaki profesyonellerin bilgi ve yeteneklerini mesleki vizyon olarak ifade etmiştir. Goodwin (1994), arkeoloji alanında yeni olanlar için deneyimli arkeologlar aracılığıyla çevrenin önemli özelliklerini, toprağın rengindeki, yoğunluğundaki farkları ayırt etmeleri ve çamurda nelere önem vermeleri gerektiğini belirlemelerine ilişkin bazı ipuçları sunma aracılığıyla yeni arkeologlara deneyim kazandırmayı amaçlamıştır. Arkeoloji örneğinde görüldüğü üzere mesleki farkındalık kavramı mesleğin önemli özelliklerini ayırt edebilme yolları olarak ele alınmaktadır (Goodwin, 1994). Öğretmenlik mesleği için mesleğin önemli yönlerini ayırt edebilme adına farkındalık son zamanlarda üzerinde sıklıkla durulan bir kavramdır. Goodwin (1994) mesleki vizyonu bir meslekte profesyonel olmak için mesleğin özelliklerine dair kodlama şemaları oluşturma, mesleki etkileşimlerindeki belirli özelliklere veya kodlara dikkat ederek vurgulanması ve bu sayede mesleğin sosyal ve bilişsel organizasyonunu oluşturma şeklinde üç parçalı süreç olarak ele almaktadır. Araştırmacılar mesleki vizyon kavramını, kişinin fikirleri veya etkileşimleri nasıl kodladığı, vurguladığı ve açıkladığına göre belirlenebilen bir kavram olup, kişinin bilgi ve deneyimlerine dayandığını belirtmektedir (Dreher & Kuntze, 2015; Llinares, 2013). van Es ve Sherin (2002), mesleki vizyon kavramından ilham alarak öğretmen farkındalığının üç yönünü, bilişsel psikolojik

yaklaşım ile öğretim sürecinde önemli durumları/ anları belirleme; belirlenen durumlar ile öğrenme ve öğretme yaklaşımları arasında ilişki kurma; bu durumların meydana gelme nedenlerini sorgulama ve anlamlandırma için var olan bilgiyi kullanma şeklinde kavramsallaştırmıştır. van Es ve Sherin (2002)'nin çalışmalarında öğretmen farkındalığı için belirlediği üç bileşen bu araştırmada farkındalığın nasıl ele alınabileceği üzerine araştırmacıya bakış açısı sunmuştur.

a) Öğretim sürecinde önemli durumları/anları belirleme

Öğretmen farkındalığı kavramı üzerine farklı kavramsallaştırmalar olsa da öğretim anında neyin önemli olduğunu belirleme bileşeni farkındalığın önemli bir karakteristiğidir. Öğretmenler sınıf ortamının karmaşık yapısı nedeniyle, sürekli ortaya çıkan ve kafa karışıklığına sebep olan bilişsel/duyuşsal birçok durumla karşı karşıya kalmaktadır (Sherin & Star, 2011). Öğretmenlerin sürekli ortaya çıkan uyarıların, durumların hepsini birden ayırt etmesi ve bu durumların her birine karşılık vermesi belli bir zaman diliminde mümkün değildir. Bu nedenle öğretmenler öğretim esnasında hangilerinin önemli hangilerinin daha önemsiz olduklarını belirlemek durumundadır (Mason, 2002; van Es & Sherin, 2002). Aynı anda birçok olayın gerçekleştiği sınıf ortamının karmaşık yapısı sebebiyle bu olayların önemli olanlarını belirlemek basit bir mesele değildir. Ayrıca, farkındalık bazı anlara, durumlara göre değişebilen algısal bir eylemdir (Miller, 2011). Öğretmenlik mesleğinde farkındalık sadece uzmanı gözleme ya da meslekte önemli özelliklere dair ipuçları ortaya koyma ile kolayca kazanılabilecek bir yeterlik olarak görülmemektedir. Üstelik literatürde okul deneyimi dersleri aracılığıyla öğretmen adaylarının belli yönergeler olmadığı takdirde önemli durumlardan ziyade sınıfın fiziki ortamına dikkat ettiklerini belirten çalışmalar mevcuttur (Star & Strickland, 2008). Literatürde deneyimli öğretmenlerin sınıf yönetimi, sınıf ortamına uyum sağlama gibi konulara hâkim olmaları nedeniyle bu durumlardan ziyade sınıf içi önemli durumlara odaklandıkları belirtilmektedir (Berliner, 1994; 2001). Buradaki deneyimle mesleki açıdan kendini yetiştiren ve öğrencilerin ihtiyaçlarına karşılık verme eğiliminde olan öğretmenler kastedilmektedir. Nitekim Yakıcı-Topbaş, Aktaş & Argün

(2018), mesleki kıdem yılı 41 olan bir ilkokul matematik öğretmenin dikkat etme durumlarını incelediği çalışmada öğretmenin öğrenci düşünmelerine araştırmacıların tetikleyici soruları aracılığıyla dikkat ettiği, daha önce bu durumlara odaklanmadığı, sorgulamadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla hem öğretmenler hem de öğretmen adayları için kolay olmadığı düşünülen bu yeterlik için özellikle öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünmesini ve matematiksel içeriği ortaya çıkaracakları ortamlar tasarlamının önemi literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır (Kennedy, 1999; Putnam & Borko, 2000). Bu vurgular ışığında bu çalışmada van Es & Sherin (2002, 2008) tarafından farkındalığın bir bileşeni olarak ele alınan önemli durumları belirlemedeki durumlar, öğrencilerin matematiksel düşünmesi, öğrenme-öğretme süreci ve matematiksel kavram odağındadır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının farkındalıklarının bu odaklar eğiliminde olması için adaylara çeşitli fırsatlar sağlanmıştır.

b) Sınıf içi öğretim sürecinde belirlenen durumlar ile öğrenme ve öğretme yaklaşımları arasında ilişki kurma

Öğretmen farkındalığı kavramının diğer bir boyutu da öğretmenin sınıf içi öğretim sürecinde önemli durumlar ile bu durumların temsil ettiği daha geniş fikirler ve öğrenme-öğretme yaklaşımları arasında ilişki kurmayı gerektirmektedir. Literatürde uzman öğretmenlerin sınıf içi önemli durumlarla, öğrenme-öğretme süreci ve kavramlar arasında ilişkiyi düşünmelerine (Carter, vd., 1988) rağmen öğretmen adaylarının veya acemi öğretmenlerin fark ettikleri bir durumu yalnızca betimledikleri tespit edilmiştir. Bu bileşende araştırmacıların ele aldıkları durum öğretmen farkındalığında önemli durumların belirlenmesinin yanı sıra belirlenen durumlarla öğrencilerin düşünmeleri, öğrenme-öğretme süreci arasında ilişki kurulmasıdır. Bu ilişkiye örnek olarak öğretmenin öğrenme sürecinde öğrencilere “nasıl buldun?, ne düşünüyorsun?, niçin böyle düşünüyorsun?” gibi sorularla öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarmaya çalışması verilebilir. Bu ilişkiyi kurması için öğretmenlerin belli öğrencilerin düşüncelerinin farkında olması gerekmektedir. Sınıf içinde önemli durumları belirleme ve bunlar arasında ilişki kurmayı gerektiren farkındalık kavramının öğrenci düşünmesi

odağında çalışan van Es (2011) öğretmen farkındalığının gelişimini incelemek için belli düzeyler belirlemiştir. van Es (2011), öğretmen farkındalığının gelişimini incelemek için sunduğu teorik çerçevede öğretmenin fark ettiği durumların; sınıfın genel davranışı, öğretmen pedagojisi, ders kitabı vb. konulardan belli bir öğrencinin düşünmesine odaklanmaya başlamasına doğru ilerlemesine ve genel izlenimlerini sunmasından detaylı olarak pedagojik öneriler sunmaya doğru ilerlemesine göre düzeyler belirlemiştir (bkz. Tablo 1). Bu araştırmada öğretmen adaylarının deneyim fırsatları sürecinde farkındalıklarının gelişimini belirleme amacı güdülmeyişi için van Es (2011)'in düzey belirleme çatısı kullanılmamış ancak bu çerçeve adayların farkındalığının nasıl olması gerektiği konusunda araştırmacıya bakış açısı sunmuştur.

Tablo 1

Öğrencilerin Matematiksel Düşünmesi Üzerine Farkındalığı Öğrenme Çatısı

	Düzy 1 Temel (Baseline)	Düzy 2 Karışık (Mixed)	Düzy 3 Odaklanan (Focused)	Düzy 4 Geniş (Extended)
Neleri Fark Eder?	Tüm sınıf ortamı, öğrenci davranışları ve öğrenmelerine ve öğretmen pedagojisine dikkat eder (dâhil olur).	Öncelikli olarak öğretmen pedagojisine dikkat eder. Belirli öğrencilerin matematiksel düşünmesi ve davranışlarına dikkat etmeye başlar.	Belirli öğrencilerin matematiksel düşünmesi ile ilgilenmeye başlar.	Belirli öğrencilerin matematiksel düşünmesi ve öğretim stratejileri arasındaki ilişkilerle ilgilenir.
	Neler olup bittiği ile ilgili genel izlenimlerinden bahseder.	Genel izlenimler oluşturur ve önemli olayları vurgular.	Önemli olayları vurgular.	Önemli olayları vurgular.
	Tanımlayıcı ve değerlendirici yorumlar yapar.	Öncelikli olarak değerlendirici biraz da açıklayıcı yorumlar getirme	Açıklayıcı ifadeler sunar (cümleler olabilir, grafik çizebilir...)	Açıklayıcı ifadeler sunar (cümleler olabilir, grafik çizebilir.)
Nasıl Fark Eder?	Yorumlamasını destekleyecek detayları sunmaz.	Belirli olaylara ya da etkileşimlere kanıt olarak atıfta bulunmaya başlar.	İfadelerini desteklemek için özel olaylara ve etkileşimlere kanıt olarak atıfta bulunur.	İfadelerini desteklemek için özel olaylara ve etkileşimlere kanıt olarak atıfta bulunur.
			Olayları ve etkileşimleri detaylandırır.	Olayları ve etkileşimleri detaylandırır. Olaylar ile öğrenme ve öğretme prensipleri arasında bağ kurar. Yorumlara dayalı alternatif pedagojik çözümler önerir.

van Es, E. A. (2011). A framework for learning to notice student thinking. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 134-151). New York: Routledge.'den uyarlanmıştır.

c) Sınıf içi öğretim sürecinde belirlenen durumların meydana gelme nedenlerini sorgulama ve anlamlandırma için var olan bilgiyi kullanma

van Es ve Sherin (2002), sınıf içi etkileşimlerin yorumlanmasının önemini bu bileşen kapsamında vurgulamaktadır. Burada araştırmacılar belirlenen durumları anlamlandırmaları için öğretmenlerin konu alan bilgilerini, öğrenciyi tanıma yeterliklerini işe koşmaları gerektiğini ifade etmektedirler. Öğretmen farkındalığında neye dikkat edildiğinin önemi kadar dikkat edilen durumun nasıl anlamlandırıldığı da önemli bir durumdur. Putnam ve Borko (2000), anlamlı farkındalık için belirlenen durumun yorumlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Burada araştırmacılar öğretmenlerden sınıf içi uygulamalarında öğrenci düşüncelerini anlamlandırarak, bu anlamlandırmalar üzerine sınıf içi kararlar almalarını etkileyeceğini düşünmektedir. van Es ve Sherin (2002), öğretmen adaylarının sınıf içi etkileşimlerin öğrenci düşünmesi, öğretmenin rolü ve sınıf içi tartışma üzerine analizlerini destekleyecek şekilde video incelemelerinin adayların farkındalığının gelişimine katkısını sunmuştur. Video Analiz Destek Aracı (*Video Analysis Support Tool-VAST*)’nın kullanımının öğretmen adaylarının öğretimleri üzerine düşünceleri için nasıl kullanılacağını tartışmıştır. Araştırmacılar öğretmen farkındalığının gelişimi için bir yol haritası tasarlamış ve VAST aracılığıyla meydana gelen tartışmalara yönelik ne ölçüde tanımlayıcı, değerlendiren ve yorumsal bakış açılarına sahip olduklarını araştırmak için öğretmen adaylarının tartışmalarını incelemişlerdir. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının farkındalıkları incelenirken van Es ve Sherin (2002)’in farkındalık için belirlediği tanımlayan, değerlendiren ve yorumlayan şeklindeki analitik yaklaşımlar ele alınmıştır.

Farkındalık kavramı etkili öğretim için öğretmenlerden öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkaran anlamlı tartışma ortamı oluşturmaları, bilişsel görevler hazırlamaları, öğrencilerin fikirlerini, düşüncelerine dikkat etmeleri ve anlamlandırmaları ve öğretimsel kararlar alırken bu fikirlerden yararlanmaları esasına dayanmaktadır (Ball & Cohen, 1999; CCSI, 2011; NCTM, 2000; Stein, Engle, Smith, & Hughes, 2008). Literatür incelendiğinde, “öğretmen farkındalığı” terimini anlamak ve kavramsallaştırmak için farklı yolların denendiği görülmektedir. Araştırmalarda öğretmen farkındalığı tanımları öğretmenin düşünmesi ve

uygulamasının farklı yönlerini içerebilmektedir. Bazı araştırmacılar öğretmen farkındalığını sadece öğretmenin (veya öğretmen adayının) sınıf içi etkinliklerin önemli yönlerini görmesi ve algılaması süreci olarak ele almaktadır (örneğin; Star, Lynch & Perova, 2011; Star & Strickland, 2008). Bazı araştırmacılar ise öğretmenin (veya öğretmen adayının) öğrenme-öğretme sürecine olan dikkatini algılamakla ilgilenmenin yanı sıra öğretmenlerin bu durumlar üzerine olan yorumlarını da farkındalık kavramına dâhil etmektedir (örneğin; Goldsmith & Seago, 2011; Sherin & van Es, 2009; van Es & Sherin, 2002). Farkındalık bu şekilde ele alındığında, öğretmenlerin gerçekleşen olaylara seçici olarak dikkat etmesi (dâhil olması) ve var olan bilgileri ile dikkat ettikleri olayları yorumlaması beklenmektedir (Sherin, 2007). Öğretmen farkındalığı için öğretmenin belli bir öğrencinin fikrine odaklanmanın yanında bu fikri kendi bilgisi, deneyimi ve eğilimi ile anlamlandırması gerekmektedir. Nitekim öğretmenin sınıf içinde bir duruma dikkat etmesi farkındalığın anlamlı olması için yeterli değil, nasıl dikkat ettiği ve nasıl anlamlandığı da oldukça önemlidir (Berliner, 2001; Jacobs, vd., 2010; Mason, 2002; Seidel & Stürmer, 2014; van Es, 2011; van Es & Sherin, 2002). Sherin vd. (2011) bir öğretmenin bilgisinin ve beklentilerinin sınıfta gerçekleşen olaylara karşı algısını etkileyeceğini belirtmiştir. Dolayısıyla bir öğretmenin farkındalığını anlamak mutlaka algıladıklarını nasıl yorumladığını sorgulamayı içermelidir. Başka bir bakış açısıyla farkındalık öğretimde dikkat etme ve yorumlama bileşenlerinin yanında öğretmenin dikkat ettiği durumlar üzerine düşünerek öğretime nasıl devam edeceğine kararlar almasını içermektedir (Jacobs, vd., 2010; Jacobs, vd., 2011). Öğretmenlerin mesleğine dair bu beklentileri karşılamaları için “karar verme” ele alınması gereken bir yeterlik olarak belirtilmektedir (Aktaş, Yakıcı-Topbaş, & Dede, 2018). “Karar verme” becerisi etkileşim öncesi, etkileşim sırası ve etkileşim sonrası olarak tanımlanmıştır (Jackson, 1968’den aktaran Westerman, 1991). Buradan öğretmen kararının yalnızca sınıf içi davranışlarından ibaret olmamakla beraber, öncesini ve sonrasını da içerdiği söylenebilir. Nitekim Mason (2002) öğretim esnasındaki kararların yanı sıra öğretim öncesi ve sonrasındaki kararlar da farkındalık için önemli olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada da

öğretmen farkındalığı kavramı için bu bakış açıları göz önüne alınmış, farkındalık kavramı öğretim öncesi, öğretim sırası ve öğretim sonrası göz önüne alınarak incelenmiştir.

2.1.1. Öğretmen Farkındalığının Bileşenleri

Matematik eğitiminde öğretmenlerin mesleki farkındalığı öğretimin kalitesini geliştirmede ve öğrenenlerin matematiksel başarısını arttırmada önemli bir faktör ve sınıf uygulamalarının büyük bir parçası olarak kabul edilmektedir (Kaiser, vd., 2017; Schack, vd., 2017; Sherin, vd., 2011). Son yıllarda ulusal ve uluslararası öğretmen eğitimi alan yazında özellikle fen bilimleri ve matematik öğretmen eğitiminde öğrenci merkezli öğretime dayanan öğretmen farkındalığı kavramı üzerine araştırmalarda yoğun bir artış görülmektedir. Matematik öğretmen eğitimi üzerine araştırma ve uygulamalarda öğretmenlerin mesleki farkındalığı kavramı hem öğretmen yetiştirme ve öğretmen eğitimi girişimlerini tasarlayarak bu girişimle ulaşılan hedefleri analiz etmek (örneğin; Ivars, Fernández, Llinares, & Choy, 2018; Star & Strickland, 2008) hem de öğretmen adaylarının, matematik öğretmenlerinin hatta öğretmen eğitimcilerinin öğretim için sorgulama yaklaşımlarını incelemek veya geliştirebilmek için kavramsal bir araç olarak kullanılmaktadır (örneğin; Amador, 2020; Santagata & Guarino, 2011; van Es & Sherin, 2002). Bu bağlamda mesleki farkındalık kavramı öğretmen eğitimi ile matematik öğretimini birbirine bağlayan bir sınır olarak düşünülebileceği iddia edilmektedir (Llinares, 2020). van Es ve Sherin (2002) bilişsel psikoloji yaklaşımlarıyla bu sınır kavramın üç önemli yönünü bir öğretim durumu hakkında önemli şeyleri belirleme; belirlenen durumlar ile öğretme ve öğrenme yaklaşımları arasında ilişki kurma ve son olarak bu durumların meydana gelme nedenlerini sorgulama ve anlamlandırma şeklinde belirlemiştir. Öğretmen farkındalığının bu üç önemli yönü göz önüne alındığında öğretmen yetiştiricilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının mesleki farkındalığa sahip olmaları ve var olan farkındalıklarını desteklemek için öğretimlerini sorgulamaları gerektiği görülmektedir. Jacobs vd. (2010), van Es ve Sherin (2002)'nin tanımlarına ve teorik yaklaşımlarına benzer olarak öğretimi sorgulama için öğretmenlerin mesleki farkındalığını öğrenci düşünmesi odağında dikkat etme (dahil olma,

ilgilenme), yorumlama/anlamlandırma ve karar verme şeklinde birbirine bağılı üç bileşenle belirlemiştir. Bu üç temel bileşen öğretmenler (veya öğretmen adayları/ öğretmen eğitimcileri), öğrenciler ve öğrencilerin matematikle etkileşimlerinde öğretmen farkındalığını incelemek için kavramsal bir çerçeve oluşturmaktadır. Ayrıca Kaiser, vd. (2015) duruma özgü yeterlik olarak ele aldıkları öğretmen farkındalığını belli bir öğretim ortamında önemli durumları algılama, algılanan durumları yorumlama ve öğrenci faaliyetlerine nasıl karşılık verileceğine veya hangi alternatif öğretim stratejilerinin uygulanacağına karar verme şeklinde duruma özgü üç beceri ile sunmaktadır. Kaiser vd. (2015) çalışmalarında öğretmen yeterliliğini değerlendirmek için duruma özgü yeterliliklerin de göz önüne alınması gerektiğini belirtmektedir. Bu bakış açısında öğretmen farkındalığının odağı öğrenci düşünmesini içermekle birlikte matematiksel bir konuyu paylaşırken dikkat gerektiren anlık uyarlamaları, bireysel öğrenme desteğini ve sınıf yönetimini de içermektedir. Kaiser vd. (2015)'in çalışmasında ele aldığı duruma özgü beceriler Blömeke vd. (2015)'in bir bütün olarak öğretmen yeterliliği modeli için ele aldıkları ve algılama, yorumlama ve karar verme modeli (PID (Perception, Interpretation, Decision making)) bileşenleridir. Bu modeldeki bileşenler matematik öğretiminin kalitesini geliştirebilecek, sınıf yönetimi, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal desteklenmesi, öğrencilerin matematiksel düşünmesi, kavram öğretimi vb. her türlü bileşeni kapsamaktadır. Bu çalışmada öğretmen farkındalığı araştırmacıların genel olarak ele aldığı, odaklarında bazı farklılıklar bulunan Tablo 2'de karşılaştırmalı olarak verilen üç temel bileşen göz önüne alınarak incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada öğrencilerin düşünmesini, öğretimde içerikten, pedagojiden ve sınıf yönetiminden bağımsız olmadığı düşüncesiyle Kaiser, vd. (2015)'e benzer olarak farkındalığın odağında matematik öğretiminin kalitesini etkileyecek unsurlar göz önüne alınmıştır. Tablo 2'de verilen ana bileşenlerin alt kategorileri bu çalışmada belli bir kavram bağlamında incelenmiştir. Bu çalışma özelinde matematik öğretmenlik mesleğinin önemli yönlerini algılayabilme ve öğretmen adaylarının farkındalık eğilimlerinin ne yönde olduğunu sorgulayabilme adına öğrencilerin matematiksel

düşünmesi, öğrenme ve öğretme sürecine ve kavrama dair öğretmen adaylarının farkında olduğu durumlar detaylı olarak göz önüne alınmıştır.

Tablo 2

Öğretmen Farkındalığının Bileşinleri

Van Es & Sherin, (2002)	Jacobs, Lamb, & Sherin, (2010)	Kaiser, Busse, Hoth, König, & Blömeke, (2015)
Belirleme/ Dikkat etme	Dikkat etme	Algılama
Bilinenleri kullanarak yorumlama	Yorumlama	Anlamlandırma
Bağlantı Kurma	Nasıl karşılık verileceğine/ vereceğine karar verme	Nasıl karşılık vereceğine karar verme

Choy & Dindyal, (2022) tarafından daha kapsamlı şekilde “öğretmenlerin sınıf etkinliklerini ve öğretimsel detayları (öğrenci düşünmesi, sınıf yönetimi, öğretilecek kavram üzerine planlar hazırlıklar vb.) gözlemlediği ve anlamlandırdığı bir yapı” olarak ele alınan öğretmen farkındalığı kavramı öğretmen eğitimi iyileştirme çalışmalarında önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle farkındalık kavramı matematik eğitiminde sıklıkla çalışılan bir kavram olup ilgili literatürde öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının farkındalıklarının incelenmesiyle birlikte desteklenmesi ve geliştirilmesi vurgulanmaktadır.

2.1.1.1. Öğrenme ve Öğretme Sürecinde Dikkat Etme

Öğretmenlerin sınıf uygulamalarında önemli gördükleri olaylar üzerine düşünceleri anlamlandırmaları, neye, nasıl karşılık vereceklerine dair seçimleri ve mesleki gelişim yoluyla gelişimleri araştırmacılar ve eğitimsel için önemli konulardır (Jacobs, Lamb, Philipp, Schappelle, & Burke, 2007). Ülkemizde ve dünyada öğrencilerin düşüncelerinin ön planda olduğu, öğrencilerin düşüncelerinin doğruluğunun tartışılması matematik sınıflarında oldukça önemli görülmektedir (MEB, 2015; NCTM, 2000). Ayrıca öğretmenlerden öğretim anında öğrencilerin fikirlerini açığa çıkarmaları ve öğrencilerin fikirlerine karşılık vermeleri beklenmektedir. Bu beklentileri karşılamaları için öğretmenlerin öğrencilerin fikirlerini dinlemeleri ders anında bu fikirlere dâhil olmaları yani

dikkat etmeleri beklenmektedir. Bu nedenle ortaöğretim matematik öğretmeni özel alan yeterlikleri göz önüne alınarak matematik öğretmeni yetiştiren yükseköğretim kurumlarının öğretmen adaylarının bu yeterliklerin farkında olması ve matematik sınıflarında öğrenci düşünmesine dikkat etmelerinin önemini ortaya koyması beklenmektedir. Öğretmen farkındalığını küçük ayrımlarla farklı olarak ele alan çalışmaların her birinin odağında öğrencilerin öğrenmesini desteklemek ve etkili öğretim ortamı oluşturmak adına önemli durumlara dikkat etme bileşenin ortak olduğu görülmektedir. Sherin (2007) önemli durumları belirleme için seçici dikkatin önemini vurgularken, Jacobs vd., (2010) ve Jacobs vd. (2022) öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dikkatlerindeki detaylandırmayı, Kaiser vd. (2015) ise dikkat bileşenini duruma özgü yeterlik olarak öğretmenin algısından kaynaklanan bir yeterlilik olarak ele almıştır. Bu çalışmada ilgili literatürden dikkat etme bileşeni soyutlanarak öğretmen adaylarının belli deneyim fırsatları aracılığıyla öğrenme-öğretme sürecine ilişkin birçok uyarandan odaklandıkları durumlar olarak ele alınmıştır. Farkındalığın temel karakteristiği olan dikkat etme bileşeni farkındalık çalışan araştırmalarda ele alınmakta ve bu bileşene dair elde edilen kategoriler amaca, odağa, kullanılan yöntemlere göre değişebilmektedir. Örneğin, Star ve Strickland (2008) farkındalığın bir dersi gözlemlerken “öğretmen adayının ilgisini nelerin çektiğini ve dikkatinden nelerin kaçtığını” inceledikleri çalışmada video klüpler aracılığıyla lise matematik öğretmen adaylarının sınıftaki olayları, sınıf ortamı, görevler, matematiksel içerik ve iletişim olarak dört kategoride fark etmeye başladıkları sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca Colestock (2009), giyilen taşınabilir kameralar yöntemiyle farkındalığı incelediği çalışmada öğretmenin ders anında dikkat ettiği belirlediği anların büyük oranda öğrencilerin matematiksel düşünceleri, azınlıkta ise sınıf içi tartışma, öğretmenin eylemleri ve öğrencilerin derse katılımı olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada ise deneyim fırsatları sürecinde öğretmen adayları tarafından dikkat edilen anlar/ durumlar genel kategoriler elde edilmeye çalışılırken kavram (polinom) göz önüne alınarak incelenmiştir.

2.1.1.2. Yorumlama & Anlamlandırma

Öğretmen farkındalığının ikinci temel bileşeni ise algıladığı ve belirlediği durumu kişinin bilgi, deneyim ve bireysel eğilimlerine (Schoenfeld, 2011a) göre anlamlandırması olarak ele alınmaktadır. Öğrencilerin düşünmesini yorumlamanın etkili öğretimin önemli bir bileşeni olduğu belirtilmektedir (NCTM, 2014). Öğretmen farkındalığının ikinci bileşeni olan yorumlama bileşeni içsel bir bileşen olmakla birlikte öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının öğrenme-öğretme sürecindeki önemli durumları, öğrencilerin düşüncelerini kendi bilgi ve deneyimleriyle anlamlandırmada zorlandıklarını ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır (örneğin; Didiş, Erbaş, Çetinkaya, Çakıroğlu, & Alacacı, 2015; Sleep & Boerst, 2012; Şen-Zeytun, Çetinkaya & Erbaş, 2010). Kılıç (2011), henüz öğrenciler üzerine yeterli öğretim deneyimine sahip olmayan öğretmen adaylarının öğrencilerden ziyade kendi düşünme süreçleri ve deneyimlerine odaklandıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca van Es ve Sherin (2002, 2008)'in analitik yaklaşımıyla öğretmen adaylarının farkındalığını ele alan çalışmaların dikkat ettikleri durumları yorumlayan yaklaşımdan ziyade tanımlayan yaklaşımla sunduklarını belirtmektedir (Simpson, Vondrová, & Žalská, 2018). Bu çalışma kapsamında yorumlama dikkat edilen uyaran ile karşılık verme arasındaki ilişkiye müdahale eden süreç olarak ele alınmakta ve van Es ve Sherin (2002)'nin analitik yaklaşımıyla öğretmen adaylarının dikkat ettikleri durumları nasıl yorumladıkları ortaya konulmaktadır.

2.1.1.3 Nasıl Karşılık Vereceğine Karar Verme & Karşılık Verme

Öğretmen farkındalığının dikkat edilen duruma dair yorumlara dayanarak öğrenme-öğretme sürecine nasıl devam ettirileceğinin anlamlandırıldığı üçüncü bileşen öğretmenin karar verme yeterliliğidir. Jacobs vd., (2010) farkındalığın son bileşenini öğretmenin öğrencilerin anlamasına verdiği karşılığı nasıl gerekçelendirdiğini detaylandırarak ele almaktadır. Jacobs vd., (2022) sınıf içi durumlarda öğrenciye verilebilecek en iyi karşılığı tartışmadıklarını, öğretmenlerin öğrencilerin düşüncelerinde ne öğrendiklerini ve öğrendikleri durumları karşılık verme bileşenini işe koşmada nasıl kullandıklarına odaklandıklarını belirtmiştir. Nitekim Shavelson (1973), öğretmen yeterliliği için üst düzey soru sorma yeteneğinden

ziyade böyle bir soruyu ne zaman soracağına karar verme yeteneğinin önemini ortaya koymaktadır. Shavelson, karar vermenin temel bir öğretme becerisi olduğunu, sorgulama ve açıklama gibi diğer beceriler bir karar durumunda öğretmene açık alternatif eylem yollarını temsil ettiğini belirtmektedir. Ayrıca öğretmenlerin öğretim öncesi hazırladıkları ders planlarının aktif öğretimlerinde derse nasıl devam edeceklerine dair kararlarına yansımaları öğretmen yeterliliğinin bir parçası olarak düşünülmektedir (Shavelson & Borko, 1979). Bu yeterlilik, öğretmenin dikkat etme ve yorumlama bileşenlerinin yanı sıra, öğretmenin öğrenci ile ilgili bir sonraki adıma karar verebilmesi, hangi soruları soracağını belirlemesi için öğrenci düşünmesi bilgisini de içermektedir. van Es ve Sherin (2021), farkındalığın son bileşeni olan karşılık vermeye karar vermeyi, farkındalığı destekleyen ek bilgiler elde etmek için öğretmenlerin sınıf içi etkileşimlerini yapılandırması olarak şekillendirmiştir. Aktif öğretim sürecinde öğretmenlerin öğrencilere karşılık vermenin öğretim uygulamalarının en önemli bileşenlerinden biri olmasına rağmen yeni öğretmenlerin öğrencilere anında karşılık vermesi üzerine ortak pedagojiler bulunmaması (Grossman & McDonalds, 2008) durumu karşılık vermeye karar verme üzerine çalışmalara ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ihtiyaçlar üzerine bu çalışmada da öğretmenlik uygulamasına yansımaları adına öğretmen adaylarının farkındalıklarının karşılık verme ve nasıl karşılık vereceğine dair karar verme eğilimlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2.2. Öğretmen Yeterliliğinde ve Öğretmen Yetiştirmede Farkındalığın Yeri

Öğretmen eğitimi ile uğraşan öğretim elemanları ve araştırmacılar, öğretmen eğitiminde belirlenmiş ortak bir müfredat olmaması ve üzerinde uzlaşmış öğrenme çıktılarının bulunmaması nedeni ile bazı zorluklarla baş başa kalmaktadırlar (Ball, Sleep, Boerst & Bass, 2009; Grossman & McDonald, 2008). Alan derslerinin, alan eğitimi derslerinin koordinasyonunu, öğretmenlik uygulaması dersinin koordinasyonunu sağlamada uluslararası bir fikir birliği olmadığı görülmektedir (Grossman, vd., 2009). Bu durumun öğretmen adaylarının var olan teorik bilgileri ile uygulamaları arasında tutarsızlığa sebep olduğunu ortaya koyan çalışmalara rastlanmaktadır (örneğin; Çakıroğlu, & Çakıroğlu, 2003, Emre-

Akdogan, & Yazgan-Sag, 2019). Öğretmen eğitimi programları genel olarak öğretmenlerin sınıf içi etkileşimlerini dikkat etmesine ve yorumlamasına yardımcı olmaya odaklanmak yerine yeni öğretim tekniklerini ve yeni etkinlikleri kullanmalarına odaklanmaktadırlar (Putnam & Borko, 2000). Putnam ve Borko (2000), öğretmenler/ öğretmen adayları için önemli olsa da öğretmenlerin sınıf içi etkileşimleri yorumlamaları ve öğretimlerine dair esnek yaklaşım sergilemeleri adına yeterli olmadığı belirtilmektedir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması derslerinden yararlanabilmeleri için öğrencilerin düşüncelerini ve matematiksel içeriklerini ortaya çıkaran öğretim durumlarıyla karşılaşmalarının sağlanması gerekmektedir (Darling-Hammond & Sykes, 1999). Bu çalışmalara ek olarak Hughes (2006) etkili öğretmenler yetiştirmek için matematik öğretmenliği eğitiminde adaylara “teorinin gerçek öğretime nasıl entegre edileceğini deneyimleyebilecekleri”, “öğrencilerin matematiksel düşüncelerine odaklanmalarını sağlayacak” ve “öğretmenlik uygulamalarının, alanın deneyimlenmesini destekleyecek” fırsatlar tanınmasına dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada bu bakış açıları ışığında öğretmen adaylarının teori ile uygulama bağ kurabilmeleri için ve öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve matematiksel içerik ile birebir etkileşimde olmalarını sağlayan farkındalıklarını ortaya çıkaracağı düşünülen deneyim fırsatları sağlanmıştır.

Jacobs ve Spangler (2017), öğretmen farkındalığını etkili matematik öğretiminin temel uygulaması olarak tanımlamıştır. Araştırmada öğretmenin farkındalığının öğretmen eğitiminde odak olmasının nedenini öğrenci öğrenmesinin desteklenmesi (Kersting, vd., 2010) ve öğretmenlerin deneyimlerinden öğrenmelerinin gelişmesi ile açıklanmıştır. Deneyimlerden öğrenme ise öğretmenlerin/ öğretmen adaylarının dikkat ettikleri durumlar üzerine derinlemesine düşünceleri aracılığıyla sağlanmaktadır (Mason, 2002, 2011; Star & Strickland, 2008). İlgili literatürden farkındalığın öğretmen yeterliliklerinden özellikle öğrenciyi tanıma bilgisini destekleyeceği ancak farkındalığın kendiliğinden süregelen bir yeterlilik olmamasından kaynaklı olarak (Copur-Gencurk & Rodrigues, 2021) farkındalığın ortaya çıkarılması için belli çabalar gerektiği görülmektedir (Haltiwanger & Simpson, 2014). Nitekim Estapa vd. (2018), öğretmen adaylarının farkındalıklarını daha iyi anlamak için

birden fazla bağlam üzerine çalışmanın ve adaylara sunulan deneyimleri çeşitlendirmenin önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca Lee (2016), öğretmen adaylarının deneyimleri ve bakış açılarının farkındalıklarında farklılıklara sebep olduğu sonucuna ulaşmıştır. Dolayısıyla her bir deneyim adayların farkındalığına yansıdığı bu nedenle deneyimlerin farkındalığa nasıl yansıdığının incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Dünya genelinde araştırmacılar, öğretmen eğitimcileri ve öğretmen yetiştiren kurumlar öğretmenlerin öğretim hakkında fikirlerini işe koşmaları, tartışmaları, öğretime dair akıl yürütmeleri için çeşitli öğrenme ortamları oluşturmuştur (Herbst & Chazan, 2011). Ayrıca öğretmen adaylarının sadece teorikte kalan bilgilerini pratiğe çevirmeleri için onlara deneyim fırsatı tanıyacağı düşünülen öğrenme ortamlarından faydalanmanın öğretmen yetiştiren kurumların amacı olması gerektiği düşünülmektedir. Öğrenme ortamları araçlarının amacı çalışmalarda farklılaşabilmektedir. Örneğin, öğretmenlerin düşüncelerini ve öğretimsel kararlarını ortaya çıkarmak (Bishop & Whitfield, 1972; Borko, Roberts, & Shavelson, 2008), öğrenci düşüncelerine dair farkındalıklarını öğrenmek (van Es & Sherin, 2002, 2008), sınıf içi tartışmalarda matematiksel fikirlerin nasıl ortaya çıkacağına dair tartışmalara yol açmak (Borko, Jacobs, Eiteljorg, & Pittman, 2008) amacıyla olabilmektedir. Bu çalışmada da faydalanan öğrenme ortamları aracılığıyla öğretmen adaylarının farkındalıklarını ortaya çıkarabileceği düşünülen deneyim fırsatları sunulmaktadır. Bunlardan biri çalışmamızda kullanılan polinom kavramı bağlamında başka öğretmenin öğretimi üzerine ve kendi öğretimleri üzerine video kayıt incelemeleridir. Öğretmen adaylarının farkındalıklarını ortaya çıkarmak için adayların (kendi sınıf içi öğretimlerine ya da başka öğretmenin/ öğretmen adayının sınıf içi öğretimlerine ait) video incelemeleri ve bu bağlamda belli çerçeveler altında dersleri analiz etmeleri şeklinde deneyim fırsatları oluşturmanın uygulamalar ve teorik bilgiler arasında bir köprü olduğu düşünülmektedir (Kersting, vd., 2010; Santagata, vd., 2007; Stehlíková, 2010; Vondrová & Žalská, 2015). Bu açıdan bakıldığında özellikle Türkiye’de öğretmenlik deneyimi sınırlı bir sürede olduğu için alan eğitimi derslerinde amaca göre ele alınan videoların öğretmen yetiştiren kurumlar için önemli bir deneyim fırsatı olduğu düşünülmektedir. Video öğrenmeye aracılık eden güçlü

bir araç olsa da hedeflerin net olarak bilinerek kullanılması önemlidir (Brophy, 2004). Dolayısıyla video amacına göre tasarlanmalı ayrıca profesyonel gelişimdeki hedef ne ise video incelemelerinde uygun tetikleyici, destekleyici sorular tasarlanmalıdır. Bu bağlamda bu çalışmada öğretmen adaylarının nelere dikkat ettikleri, dikkat ettikleri durumları nasıl yorumladıkları ve bu yorumlarına dayanarak nasıl kararlar alabileceklerini belirlemek amaçlandığı için öğretmen adaylarının kendi öğretmenlik uygulamalarına ve başka öğretmen videosunu incelemeleri aracılığıyla farkındalıklarının nasıl olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen farkındalığının bağlama göre değişen (Schoenfeld, 2011a) bir yeterlilik olması sebebiyle bu çalışmada deneyim fırsatı olarak videonun dışında adayların farkındalığını ortaya çıkarmak için yazılı öğretim senaryolarından da yararlanılmıştır.

2.3. Öğretmen Farkındalığı ve Öğretim İçin Matematik Bilgisi

Etkili matematik öğretimi için öğretmenin yeterli alan ve pedagoji bilgisi, mesleki beceri ve eğilimlere (mesleki tutumlar, değerler, inançlar (CAEP, 2014)) sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır (Anthony & Walshaw, 2009; Ingvarson, Beavis, Bishop, Peck, & Elsworth, 2004, s. vii.). Aynı zamanda araştırmacılar öğretmen farkındalığının etkili öğretim için bir uzmanlık olduğunu belirtmektedirler (Miller, 2011). Matematik öğretmenlerinden etkili öğretim ortamı oluşturmaları üzerine mesleki gelişimleri için öğrencilerin matematiksel düşüncelerini anlamalarının geliştirilmesi önerilmektedir (Sowder, 2007). Öğretmen farkındalığının öğretmen eğitimi ile matematik öğretimini birbirine bağlayan bir sınır kavram olarak ele alınması (Llinares, 2020) nedeniyle öğrencilerin matematiksel düşünceleri üzerine öğretim ortamları tasarlanması için farkındalık öğretmen eğitiminde sıklıkla çalışılan bir kavram olarak literatürde yerini almaktadır. Öğretmen farkındalığının öğretmen eğitiminde önemli bir yeri olması nedeniyle bu kavram üzerine artan çalışmalar farkındalığı etkileyen, gelişimini kolaylaştıran ve destekleyen faktörleri araştırmaktadırlar (Schoenfeld, 2011a). Ball (1997), öğretmenlerin öğrenenin düşüncesinin, tecrübesinin ve becerilerinin farkında olması gerektiğini belirtmiştir. Öğrencinin ne düşündüğünü ve bunun ne anlama geldiğini anlamak, sadece deneyimlerdeki çeşitliliklerin yanı sıra kavramların

etkileri ve öğrencilerin öğrenmesi hakkında öğretmenlerin talepleri ve varsayımları sebebiyle çok karmaşıktır. Öğretmenler, öğretimleri sırasında olaylara (kastedilen konuya, konunun öğretimine) hem uzman açısından hem de öğrenen açısından bakmalıdır. Burada vurgulanmak istenen öğretmenin öğretmek için matematik bilgisinin öğretmen farkındalığı üzerinde oldukça etkili olduğudur (Ball ve Bass, 2009; Ball, Thames ve Phelps, 2008). Bu bilgi öğretmene hem kendi gözünden hem de öğrenen gözünden bakabilme yeteneğine katkıda bulunacaktır. Bu durum, bu çalışmada üzerinde durulan öğretmen farkındalığının öğretime yansması yani öğrenciye karşılık verme boyutunu da etkileyecektir. Ayrıca, Ball ve Bass (2009) öğretmenin konu alan bilgisiyle öğretim esnasındaki farkındalığa dair “matematiğin içeriğinde yer alan matematiksel fikirlerin ve kavramların anahtar noktaların üzerinde durma ve önemini vurgulama; öğrencilerin söylediklerinden, paylaşımlarından önemli olanları duyma, matematiksel fırsatları fark etme ve değerlendirme” şeklinde benzer özellikler sunmuştur.

Öğretmen eğitimi ve alan bilgisi üzerine çalışan bazı araştırmacılar öğretmen farkındalığının gelişmesinin öğretmen bilgisine bağlı bir süreç olduğu kabul etmektedir (Schoenfeld, 2011a; Seidel, vd., 2011; Stürmer, Könings, & Seidel, 2013). Dreher ve Kuntze (2015) öğretmen farkındalığıyla öğretmen bilgisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Üstelik Vondrova ve Žalská (2012), farkındalığın öğretim için matematik bilgisinin bir göstergesi olabileceğini varsaymaktadır. Vondrova ve Žalská (2012)’nın varsayımları üzerine Dick (2017)’in çalışmasındaki bulgular uzmanlık alan bilgisinin mesleki farkındalığın ayrılmaz bir parçası olduğunu göstermiştir. Ayrıca Thomas vd., (2017) öğretmen farkındalığının pedagojik alan bilgisi ile oldukça ilişkili olduğunu belirtmektedir. Farkındalık kavramı gözden geçirildiğinde öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının öğrenciyi dinleme, öğrenci düşünceleri üzerinden tartışma yürütebilme, değerlendirme, öğrenci düşünceleri üzerine açıklama getirebilme ve öğrenme için en iyi ortamı oluşturabilme gibi becerileri kapsamaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının etkili öğretimin nelerden oluştuğunu anlamaları, dikkat edecekleri noktaları belirleyebilmeleri ve öğrencilerin ihtiyaçlarına göre belirli bir matematiksel kavram için öğretim önerileri geliştirmeleri açısından kritik bir

öneme sahip olduğu literatürde vurgulanmaktadır (Hill vd., 2008; Seidel vd., 2011). Bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarının öğretimin kavrama özgü boyutlarının inceleyebilmeleri, belli bir kavram odağında öğrencilerin matematiksel düşüncelerini belirleyebilmeleri, bilgileriyle belirledikleri durumu yorumlayabilmeleri adına öğretmen adaylarının farkındalıkları bir kavram üzerine incelenmiştir. Nitekim literatürde kavram odağında öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek gerektiğini vurgulayan araştırmalar mevcuttur (örneğin; Sánchez-Matamoros, vd., 2019; Ulusoy, 2020). Bu çalışmada seçilen kavram araştırmanın tasarımına uygun olarak ortaöğretim matematik dersi öğretim programına göre öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarını gerçekleştirebilecekleri, onuncu sınıf matematik öğretim programında eğitim öğretim yılının ikinci yarıyılının ortalarına denk gelen ve uzun bir sürece yayılan polinom kavramı seçilmiştir.

2.3.1. Polinom Kavramı

Matematik öğretim programında vurgulanan öğrencilerin “matematiğin kendine has dilini ve terminolojisini doğru ve etkili bir şekilde kullanmaları” (MEB, 2015) amacı cebir ile desteklenmektedir. Soyut düşünebilme gerektiren cebir öğretimine altıncı sınıf itibari ile başlanmaktadır. Temeli ilköğretime dayanan cebir ve cebirsel düşünme ortaöğretimde matematiğin yapıtaşı olan fonksiyon kavramı ile devam etmektedir. Değişken, cebirsel ifade, belirsiz, belirsiz olma durumu, tanımsız olma durumu, toplama, çarpma işlemlerinin etkin kullanımı, özdeşlik terimlerinin ve özellikle fonksiyon kavramının alt yapı oluşturduğu polinom kavramı matematik dili kullanımının ve cebirin önemli bir parçasıdır (Argün, vd., 2014). Argün, vd., (2014) çok terimli anlamına gelen polinom kavramını matematiğin bütün dallarında gösterim veya temsil aracı olarak üretilen kavramlardan biri olduğunu belirtmektedir. Ayrıca polinom bir ya da birden çok terimin oluşturduğu cebirsel yapı olarak da ele alınmaktadır (Erbaş, Çetinkaya, & Alacacı, 2013, s. 372).

Polinom kavramı epistemolojik olarak zor ve kolay yanları bulunan içinde sembol ve işlemler, ilişki kurmayı gerektiren elemanlar, akıl yürütme, genelleme ve ifade etme, cebirsel

düşünme gerektiren nesneler bulunan matematiksel kavramların formunu oluşturmaya ait bir kavramdır. Polinom kavramına müfredatta ayrılan zaman 38 ders saatidir (MEB, 2015). Bu nedenle öğretmen adaylarının öğretim fırsatı bulabileceği uzun bir süreç olmuştur. Polinomlar konusu literatürde genel olarak öğrenciler ve öğretmenlere göre öğrenciler tarafından kolay anlaşılan bir konu olarak belirlenmesine rağmen (Gürbüz, Toprak, Yapıcı, & Doğan, 2011), Aydın, (1998) orta düzey 10. Sınıf öğrencilerinin polinomlar konusunda zorlandıklarını tespit etmiştir. Kutluca ve Baki (2009), ortaöğretim matematik öğretim programında onuncu sınıf öğrencilerin, matematik öğretmeni adaylarının ve matematik öğretmenlerin görüşlerinden yararlanarak onuncu sınıf matematik dersinde zorlanılan konuları tespit ettikleri çalışmalarında öğrencilerin polinomlar konusu özelinde çarpanlara ayırma konusunda zorlandıklarını bulmuştur. Bu çalışmada da gerek işlemsel gerekse kavramsal bazı noktalarda öğrencilerin zorlandıkları durumlar olmakla birlikte öğrencilerin matematiksel düşüncelerini destekleyecek kritik durumları içeren bir konu olduğu görülmüştür. Bu kritik durumlar ve akademik bazı anlaşmazlıklar, sıfır polinomunun derecesi, derecesi belli olan bir polinomun terim sayısının en çok kaç olacağı üzerine fikirler, polinom, fonksiyon ve denklem arasındaki ilişki olarak ele alınabilir. Öğretmenler, öğretmen adayları ortaöğretim düzeyinde polinomlar halka yapısından bahsetmeseler de polinom ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi bilmeleri gerekmektedir. Kapsamlı alan bilgisinin ve uzmanlık alan bilgisinin (açıklama için bkz. Yakıcı-Topbaş, Yazgan-Sağ, & Argün, 2016) farkındalığın yorumlama bileşeni için gerekli olduğu göz önüne alınarak matematikçiler, matematik eğitimcileri ve öğretmen adaylarının bilmesi gereken polinomun matematiksel tanımı ve polinoma dair gerekli bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Polinom Tanımı.

“R bir halka ve sonlu sayıda i indisi hariç $a_i = 0$ olmak üzere $R[x]$, $(a_0, a_1, a_2, \dots)$ R nin elemanlarının dizisini gösterebilir. $R[x]$,

$(a_0, a_1, a_2, \dots) + (b_0, b_1, b_2, \dots) = (a_0 + b_0, a_1 + b_1, a_2 + b_2, \dots)$ ve

$$(a_0, a_1, a_2, \dots) \cdot (b_0, b_1, b_2, \dots) = (a_0 \cdot b_0, a_1 \cdot b_1, a_2 \cdot b_2, \dots),$$

$$c_n = \sum_{i=0}^n a_{n-i} \cdot b_i = a_n \cdot b_0 + a_{n-1} \cdot b_1 + \cdots + a_1 \cdot b_{n-1} + a_0 \cdot b_n = \sum_{k+j=n} a_k \cdot b_j$$

işlemleriyle bir halkadır. $R[x]$ *polinomlar halkası*, bu halkanın elemanları ise *polinom* olarak adlandırılır. R birimli bir halka (1_R halkanın birimi) ise o zaman $(1_R, 0, 0, \dots)$, $R[x]$ in birim elemanıdır (Hungerford, 1974, s., 149). Bu tanımdan *polinomun* R bir halka olmak üzere R nin elemanlarının sonlu sayıdaki i ler hariç $a_i = 0_R$ olan $(a_0, a_1, a_2, \dots)$ biçimindeki dizisi olduğu görülmektedir (Arıkan & Halıcıoğlu, 2015, s., 341).

R birimi 1_R olan birimli bir halka olmak üzere x e göre tanımlanan polinomlar halkasındaki $x = (0, 1_R, 0, 0, \dots)$ şeklinde tanımlıdır. Tarihsel sebeplerden dolayı $R[x]$ in $x = (0, 1_R, 0, 0, \dots)$ elemanı belirsiz olarak adlandırılır. x belirsizi için,

i. Her $n \geq 1$ için 1_R $(n+1)$ inci koordinattaysa $x^n = (0, 0, \dots, 0, 1_R, 0, \dots)$ dır.

ii. $r \in R$ olsun. Her $n \geq 1$ için r $(n+1)$ inci koordinattaysa $rx^n = x^n r = (0, 0, \dots, 0, r, 0, \dots)$ dir. Böylece polinom n en büyük indis olmak üzere $a_n \neq 0$ için $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ elemanlarıyla tam olarak bellidir (Hungerford, 1974, s., 149-150).

R halkası üzerinde tanımlı bir polinom kolaylık olması açısından biçimsel olarak $f = a_0 + a_1 x^1 + \cdots + a_n x^n$ ($a_i \in R$) formunda yazılır. Bu gösterimde $R[x]$ polinomlar halkasında toplama ve çarpma,

$$\begin{aligned} \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i + \sum_{i=0}^n b_i \cdot x^i &= \sum_{i=0}^n (a_i + b_i) \cdot x^i \\ \left(\sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i \right) \left(\sum_{j=0}^m b_j \cdot x^j \right) &= \sum_{k=0}^{n+m} c_k x^k, \quad c_k = \sum_{i+j=k} a_i b_j \end{aligned}$$

şeklinde tanımlanır. Eğer,

$$f = \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i \in R[x]$$

ise o zaman $a_i \in R$, f nin *katsayıları* olarak adlandırılır. a_i katsayılarının sıfırdan farklı olduğu en büyük k tamsayısına f *polinomunun derecesi* denir. a_0 , *sabit terim* olarak adlandırılır. R nin $r = (r, 0, 0, \dots) = rx^0$ formundaki elemanları *sabit polinom*dur. Eğer,

$$f = \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i = a_0 + a_1 x^1 + \dots + a_n x^n = a_n x^n + \dots + a_1 x^1 + a_0$$

$a_n \neq 0$ ise $a_n f$ polinomunun başkatsayısı olarak adlandırılır. Eğer her $0 \leq i \leq n$ için $a_i = 0$ ise o zaman f ye sıfır polinomu, sıfır polinomunun derecesi $-\infty$ olarak tanımlanır. Bu çalışmada onuncu sınıf öğrencilerinde ve öğretmen adaylarında sıfır polinomunun derecesi üzerine tartışmalarda sıfır polinomunun derecesinin $-\infty$ olabileceği fikrinden ziyade tanımsız olduğu çıkarımında bulunulmuştur.

Öğretmen adaylarının polinomun kökü, bir denlemin çözümü ifadelerinin farkında olmaları için aşağıda verilen tanımları bilmeleri gerektiği düşünülmektedir.

$F[x]$ polinomlar halkası olsun. Eğer bir $c \in F$ için $f(c) = 0$ oluyorsa c ye f polinomunun kökü veya sıfırı denir. Ayrıca c ye $f(x) = 0$ denkleminin bir çözümü adı verilir (Arıkan, & Halıcıoğlu, 2015, s. 356; Hungerford, 1974, p., 160' dan uyarlanmıştır).

Polinom kavramına dair bazı akademik anlaşmazlıkları çözebilmek adına (polinomun terim sayısı sonsuz olur ya da sonlu olur şeklindeki tartışmalar, her polinom bir fonksiyondur fikri) polinom kavramının biçimsel olarak öğretmen adaylarına ve öğrencilere,

“ R birimli ve değişmeli bir halka ve x bir belirsiz, n pozitif bir tamsayı ve $a_i \in R$ (sonlu sayıdaki i değeri hariç $a_i = 0$) için

$$\sum a_i x^i = a_0 x^0 + a_1 x^1 + \dots + a_n x^n + \dots +$$

ifadesine R katsayılı x (bir belirsizli) e göre bir polinom adı verilir” (Fraleigh, 1970, s. 239; Argün, vd., 2014, s. 454).

şeklinde tanıtılabilir. Polinom kavramının ortaöğretim öğrencileri tarafından daha iyi anlaşılması adına,

“ $\mathbb{R}$ reel sayılar kümesi x bir belirsiz, n pozitif bir tamsayı ve $0 \leq i \leq n$ için $a_i \in \mathbb{R}$ olmak üzere

$$a_0 x^0 + a_1 x^1 + \dots + a_n x^n$$

ifadesine gerçel katsayılı x e göre bir polinom adı verilir. Özel olarak $a_0 x^0$ polinomuna sabit polinom ve eğer her $0 \leq i \leq n$ için $a_i = 0$ ise bu polinoma sıfır polinomu adı verilir.”

şeklinde tanıtmanın faydalı olacağı belirtilmektedir (Argün, vd., 2014). Hungerford (1974) de vurgulandığı üzere, polinom değişkeni x olan bir fonksiyon değildir. Bu nedenle polinomun özel bir fonksiyon türü olarak ele alınmasının (bkz. “*Polinom Kavramı ve Polinomlarla İşlemler Konusunun Kazanımları*” (MEB, 2015)) öğrencilerde iki kavramın benzer olduğu, aynı zamanda her polinomun bir fonksiyon olduğu yanlışlığına sebebiyet verebilir. Nitekim ortaöğretim öğretmenleri için lise kitabında Usiskin, Peressini, Marchisotto ve Stanley, (2003, s. 229) öğretmenlerin polinomun bir halka üzerinde tanımlandığının farkında olmaları gerektiğinden bahsetmektedir. Ayrıca Aydın, Selbes ve Özer, (1999, s. 356), Lise 1 matematik ders kitabında bir halka üzerinde polinomlar başlığı altında, $\mathbb{R}$ bir halka olmak üzere $a_n, a_{n-1}, a_{n-2}, \dots, a_1, a_0 \in \mathbb{R}$ de x in katsayıları olmak üzere, x e göre bir polinomu, $a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0, n \in \mathbb{N}$ şeklinde tanımlamaktadır.

BÖLÜM III

METODOLOJİ

Araştırma paradigmalarının ontoloji, epistemoloji, aksiyoloji ve metodoloji gibi ayırt edici karakteristik özellikleri vardır (Guba & Lincoln, 1994, p. 109). Bu özelliklerden metodoloji araştırmanın nasıl bir yol izlenirse araştırmada istenilen bilginin bulunup çıkarılabileceği ile ilgilidir. Diğer bir ifadeyle metodoloji, araştırma yaklaşımı üzerine düşünülmesinin, belirlenmesinin, incelenmesinin ve gerekçelendirilmesinin bir yoludur (Strauss & Corbin, 1998, p. 8). Bu bölümde araştırma problemine yanıt verebilmek için izlenen yol, araştırma yaklaşımı ve araştırmanın yöntemi (veri toplamak ve analiz etmek için izlenilen plan ve prosedürler) hakkında gerekli bilgiler; araştırma yaklaşımı ve deseni, araştırmanın felsefi varsayımı ve teorik altyapısı, araştırmanın katılımcıları, araştırmanın uygulama süreci ve verilerin toplanması, veri toplama araçları, verilerin analizi, araştırmanın geçerliği, güvenirliği ana başlıkları ile verilmiştir.

3. 1. Araştırma Yaklaşımı ve Deseni

Söz konusu çalışmanın amacı ortaöğretim matematik öğretmen adaylarına tanınan deneyim fırsatları aracılığıyla öğretmen adaylarının farkındalıklarının incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda her bir deneyim fırsatı sürecinde öğretmen adaylarının farkındalıklarının geniş ve derinlemesine bir bakış açısıyla incelenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca deneyim fırsatlarının öğretmen adaylarının farkındalıklarını nasıl desteklediğinin veya sınırladığının

tartışılması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın araştırma probleminin doğası gereği öğretmen adaylarının düşüncelerinin, algılarının ve deneyimlerinin ön planda olması nedeniyle bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Nitekim Strauss ve Corbin (1998) kişilerin düşüncelerini ve deneyimlerini ele alan çalışmaların nitel araştırma olmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca bu çalışmada araştırma problemlerine cevap aranırken belli durumlarda ve bağlamlarda öğretmen adaylarının öğretmen farkındalığına dair atfettiği anlamların anlaşılmasına çalışılması nedeniyle nitel araştırmanın bu çalışmaya uygun bir yaklaşım olduğu görülmektedir (Creswell, 2013). Santagata, vd., (2021) öğretmen farkındalığı üzerine ilk çalışmaların farkındalığın doğasını keşfetme amacıyla nitel araştırma eğiliminde olduklarını tespit etmiştir. Bu tespiti dayanarak farkındalığın doğası gereği öğretmen adaylarının farkındalıklarına dair detaylı betimlemenin nitel araştırma ile mümkün olacağı söylenebilir. Öğretmen adaylarının mevcut deneyim, bilgi ve eğilimlerinden kaynaklı olarak aynı durumlar üzerine farklı şeyleri görmesi, algılaması ve kendine has yorumları (Olson, Roese, & Zanna, 1996) nitel araştırma aracılığıyla öğretmen adaylarının doğal ortamlarında (kendi üniversiteleri ve staj okullarında) ve bütünsel olarak incelenmiştir. Stockero ve Rupnow (2017), öğretmen farkındalığını incelemenin farkındalığın ele alınan tanımı, farkındalığı desteklemek için uygulanan müdahaleler, sunulan fırsatlar ve farkındalık için neyin ve nasıl fark edilmesinin önemli olduğuyla ilgili olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada farkındalığa bakış açısı değişirse de öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek için deneyim fırsatları çeşitlendirilmiştir. Ayrıca, her bir deneyim fırsatı sürecinde öğretmen adaylarının farkındalıkları, farkındalığın dikkat etme, yorumlama, karşılık verme ve nasıl karşılık vereceğine karar verme bileşenleri bağlamında detaylı olarak incelenmiştir. Öğretmen adaylarının farkındalıkları incelenirken adayların öğrenci, öğretmen ve matematiksel içerik üzerine dikkat ettikleri durumların, yorumlarının, yorumlarına dayanarak verecekleri (ya da verdikleri) karşılıkların ve kararların bütüncül analizine ve detaylı betimlemesine olanak sağlayan bu çalışma durum çalışması deseniyle tasarlanmıştır. Önde gelen nitel çalışması araştırmacılarından biri olan Merriam (2009, p. 40) nitel durum çalışmasını bir program, bir kurum, bir kişi, bir süreç veya bir sosyal birim gibi sınırlı bir ya

da birkaç olgunun kendi gerçek ortamında derinlemesine incelenmesi, bütünsel olarak tanımlanması ve yorumlanması şeklinde ele almaktadır. Cresswell (2007, p. 73) ise durum çalışmasını “araştırmacının sınırlı bir ya da birkaç durumu, ayrıntılı, derinlemesine veri toplama yoluyla birden fazla kaynaktan (gözlemler, görüşmeler, görsel işitsel malzemeler, doküman ve raporlar) topladığı verileri kullanarak keşfettiği ve durum/ durumları betimleyerek durumla ilgili temaları raporladığı nitel bir yaklaşım” olarak tanımlamaktadır. Durum çalışmasında söz konusu araştırmanın genelleştirilmesi yerine durumdan ne anlaşıldığının derinlemesine ortaya konması üzerine vurgu yapılmaktadır (Yin, 2003). Durum çalışması üzerine yapılan tanım ve vurgular çalışmanın deneyim fırsatları bağlamında birden fazla veri kaynağı aracılığıyla öğretmen adaylarının farkındalıklarının derinlemesine incelenmesi ve öğretmen adaylarının farkındalıklarının betimlenerek ortaya konması amacıyla tutarlıdır. Stake (1995, p. 2) durumu/ durumları ilk eğitim etnograflarından Louis Smith’in çalışmalarına dayanarak “sınırlandırılmış bir sistem” olarak ele almıştır. Stake (1995)’in belirttiği üzere durum (durumlar) net sınırları ile belirlenmelidir. Bu çalışmanın durumları belli deneyimlere sahip çalışmaya gönüllü olan dört öğretmen adayı olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının dikkat etme, yorumlama, karar verme ve karışık verme bileşenleri bağlamında farkındalıkları çalışmanın analiz birimidir. Bu çalışmada belli deneyim fırsatları sürecinde belli özelliklere ve deneyime sahip öğretmen adaylarının farkındalıklarının incelenmesi ve belirlenmesi amaçlandığı için her bir öğretmen adayı çalışmanın bir durumunu oluşturmaktadır. Durum çalışması araştırmacıları birden fazla durumun çalışıldığı çalışmaları çoklu durum çalışması olarak adlandırmaktadır (bkz., Merriam, 2009; Yin, 2003). Ayrıca Yin (2003, s., 97-98) çoklu durum çalışmalarını içi içe geçmiş ve bütüncül durum deseni olmak üzere ikiye ayırmış ve bütüncül çoklu durum deseninde her bir durumun kendi içinde incelendikten sonra birbirleriyle karşılaştırılarak bütüncül olarak bulguların ele alındığını belirtmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda bu çalışmada her bir deneyim fırsatı sürecine dair öğretmen adaylarının farkındalıkları ayrı ayrı incelendikten sonra adayların farkındalıkları karşılaştırılmalı olarak analiz edilerek farkındalıklarına dair bütüncül bakış açısı sunulmuştur. Dolayısıyla bu çalışma çoklu durum

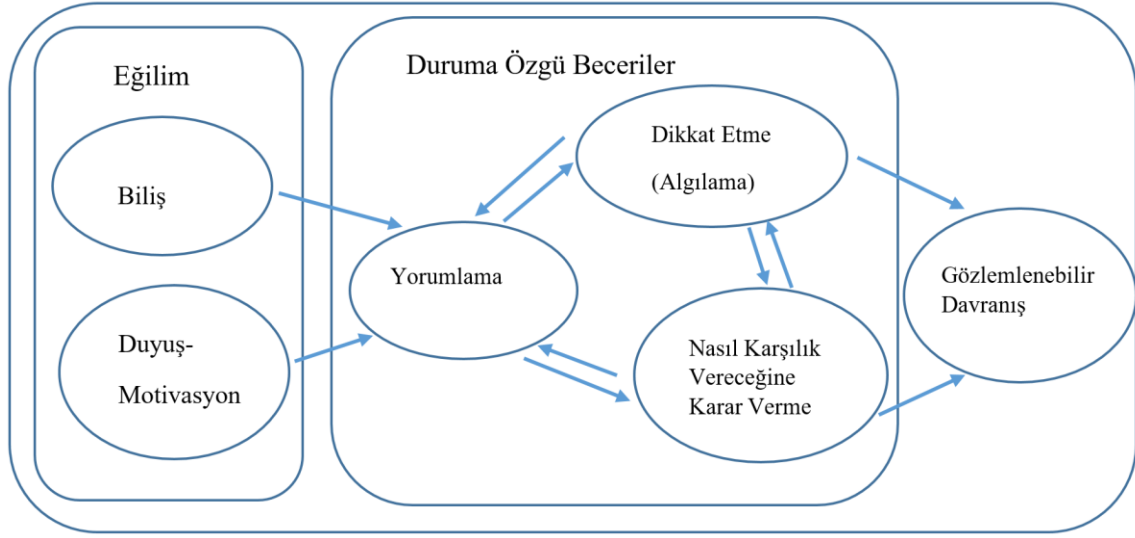
alışması olup özel olarak da bütüncül çoklu durum çalışması olarak (Yin, 2003) tasarlanmıştır.

3. 2. Araştırmanın Felsefi Varsayımı ve Teorik Altyapısı

Bilimsel araştırmaların daima belli felsefi varsayımları olduğu ve araştırmada benimsenen araştırma felsefesi ile araştırmaya rehberlik eden teori/teoriler arasında ilişki olduğu belirtilmektedir (Cresswell, 2007, p.16-19). Aynı zamanda Cresswell (2007) nitel bir çalışmayı sunarken çalışmanın temelini oluşturan felsefi varsayımlardan ve teorik altyapısından bahsetmenin teori seçiminde belirleyici olan faktörleri okuyucunun görmesi adına önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu araştırma gözlenebilir tek gerçeğin olmadığı, gerçeğin sosyal olarak inşa edildiği ve belli bir olayın farklı şekillerde yorumlanabileceği varsayılan yorumlayıcı paradigmaya (Merriam, 2009; Glesne, 2013) dayanmaktadır. Yorumlayıcı yaklaşımda araştırmacının bağlama duyarlı olması, bir olgunun, olayın veya durumun anlamını belli bir bağlam üzerinden keşfetmeye çalışması beklenmektedir (Göksoy, 2019). Yorumlayıcı yaklaşımda amaç belli bir olgu, olay ya da durumu anlama, betimleme ve yorumlamadır (Merriam, 2009). Bu araştırmanın amacı ğretmen adaylarının belli deneyim fırsatları sürecinde algıları ile yakından ilişkili olan farkındalıklarını belirlemek olduğu için yorumlayıcı paradigmanın doğasına uygun şekilde adaylarla farklı ortamlarda (niversite ortamı, lise ortamı, informal/ formal görüşme ortamları) farklı bağlantılarda uzun süreli gözlem ve görüşmeler yaparak yoğun etkileşimde bulunulmuştur. Öğretmen farkındalığı üzerine teorik kavramsallaştırmalar ve farkındalık çalışmalarına dair metodolojik kararlar arasında önemli bağlantılar olduğu belirtilmektedir (Jacobs, 2017). Bu nedenle ğretmen farkındalığı araştırmalarının hangi teorik kavramsallaştırmayı benimsediği araştırma metodolojisi için önem arz etmektedir. Öğretmen farkındalığı üzerine araştırmaları şekillendiren dört ayrı teorik kavramsallaştırma bulunmaktadır. Santagata, vd. (2021) farkındalık çalışmalarında birbirleriyle örtüşen özellikleri bulunan bu dört teorik kavramsallaştırmayı bilişsel psikolojik teori, sosyokültürel teori, disipline özgü bakış açısı ve uzmanlığa dayalı bakış açısı olarak soyutlamaktadır. Bu çalışmada uzman acemi

arasındaki ilişkiye odaklanma söz konusu olmadığı için farkındalığın uzmanlığa dayalı bakış açısı ele alınmamış ancak araştırmanın sonucunda bu bakış açısı üzerine çıkarımlarda bulunulmuştur. Bu araştırmada farkındalık “öğretimle ilgili önemli durumları belirleyebilme, bu durumları yorumlama, anlamlandırma ve bu durumlara yorumlarına dayalı olarak nasıl karşılık vereceğini belirleme ve karşılık verme” gibi öğretmen adaylarının zihinlerinde yer alan bir dizi bilişsel süreç olarak karakterize edilen bilişsel psikolojik perspektifle tanımlanmıştır (Sherin, Jacobs, & Philipp, 2011). Bilişsel psikolojik perspektif algı, dikkat, dil, düşünme/ karar verme gibi bilişsel ve psikolojik süreçleri içine almakta, kişinin zihinsel süreçlerini incelemesi ve davranışlarını kontrol etmesi ile ilgilenmektedir (Brown, 2006, p. 6). Öğretmen farkındalığı bilişsel psikolojik bakış açısı altında insanın algısının sınırlı olmasından kaynaklı olarak öğretmenin öğretimde belli yönlerde dikkat ederken belli yönleri göz ardı etmesi gerektiğini kabul etmektedir (Santagata, vd., 2021). Bilişsel psikolojik bakış açısıyla bu araştırmada farkındalığın öğretmen adaylarının her biri için öznel olduğu kabul edilmiş ve öğretmen adaylarının farkındalıkları belirlenirken öğretmen adaylarının farklı algı, deneyim, eğilim ve düşüncelere sahip olabilecekleri araştırma süreci boyunca göz önünde bulundurulmuştur. Öğretmen adaylarının farkındalıkları incelenirken van Es ve Sherin (2002), Jacobs, vd. (2010)’un öğretmen farkındalığını kavramsallaştırmalarına ve farkındalığın bilişsel süreç gerektiren duruma özgü beceri olan dikkat, yorumlama, nasıl karşılık vereceğine karşılık verme ve karşılık verme bileşenlerine odaklanılmıştır. Ayrıca Blömeke, vd. (2015)’in öğretmen yeterliliğinin duruma özgü becerileri (bkz. Şekil 1) olarak ele aldığı öğretmen farkındalığı, bu çalışmada deneyim fırsatları sürecinde duruma özgü bir yeterlik olarak ele alınmıştır. Araştırmacıların biliş olarak ifade ettikleri alan bilgisi, pedagojik alan bilgisinden ve duyuşsal olarak yeterliliği sunmaktan ziyade bu bilgilerin gerçek sınıf ortamında algılanması, yorumlanması ve karar verme aşamalarına vurgu yaptıkları görülmektedir (Blömeke, vd., 2015). Her ne kadar araştırma bilişsel psikolojik teoriye dayansa da öğretmen adaylarının grup tartışma süreçleri sosyokültürel teoriden özellikler taşımaktadır. Nitekim König, vd. (2022)

farkındalığa dair bakış açıları teorik olarak dört kategoride toplanmış olsa da bazı bakış açılarının çeşitli durumlarda örtüşebildiğini belirtmektedir.



Şekil 1. Öğretmen yeterliliği modeli/ farkındalığın duruma özgü bileşenleri. Blömeke, S., Gustafsson, J. E., & Shavelson, R. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13.'ten uyarlanmıştır.

3. 3. Araştırmanın Katılımcıları

Söz konusu çalışma İç Anadolu Bölgesindeki büyük bir şehirde yer alan bir devlet üniversitesinde Matematik ve Fen Alanları Eğitimi Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı beş-yıllık Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği programında öğrenim gören dört öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Araştırmaya katılan tipik durum (Patton, 2002, p. 236) olan öğretmen adaylarının belirlenmesinde amaçlı örnekleme tekniklerinden biri olan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme, bir durumu keşfetme, anlama ve öngörü kazanma varsayımına dayandığı (Merriam, 2009, p. 77-78) için bu araştırmada öğretmen adaylarının farkındalığını keşfetmek ve anlamak için belli ölçütleri sağlayan dört öğretmen adayı seçilmiştir. Öğretmen adaylarının seçilmesindeki belli kriterler öğretmen adayının okul deneyimi dersini almış ve başarı ile tamamlamış olması; uygulamanın yapılacağı sırada “Öğretmenlik Uygulaması” ve “Alan Eğitimi Araştırma Projesi” dersini alıyor olması; öğretmenlik mesleğiyle ve öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri ile ilgili derslerin büyük bir kısmını tamamlamış olması; özellikle “Özel Öğretim I-II” derslerini almış olması

dolayısıyla matematik dersi ders planı hazırlama deneyimine sahip olmasıdır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının araştırma sürecinde deneyim fırsatlarına aktif katılım sağlamaları için gönüllülük esas alınmıştır. Araştırma öncesi öğretmen adaylarına araştırma süreci hakkında bilgi verilmiştir. Araştırmacının bu çalışma için belirlediği altı katılımcı arasından bu tür bir çalışmaya dâhil olmak ve mesleki anlamda kendini geliştirmek isteyen gönüllü dört öğretmen adayı ile çalışma yürütülmüştür. Öğretmen adayları çalışmaya gönüllü olmalarının ardından her biri ayrı ayrı “Katılımcı Onam Formunu (bkz. Ek-2)” imzalamıştır.

Öğretmen adayları aynı üniversitede, aynı öğretim programında, aynı sınıfta ve onuncu dönemlerinde öğrenim görmektedir. Adayların aynı üniversiteden seçilme sebeplerinden en önemlisi görüşmeler ve uygulamalarda ortak zamanların daha kolay yolla ayarlanabilmesidir. Ayrıca lisans eğitiminde alan eğitimi ve alan dersleri bağlamında benzer geçmişe sahip öğretmen adaylarının benzer deneyimlerinin verileri yorumlamayı kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının biri erkek (Kaan⁴), diğer üçü ise kadın (Selin, Ela ve Gizem) dir. Çalışma sunulurken araştırma etiği açısından öğretmen adaylarının orijinal isimleri kullanılmamış kendilerine takma isimler verilmiştir. Öğretmen adaylarından Selin, Ela ve Gizem alan ve alan eğitimi derslerinin hepsini aynı öğretim üyelerinden almıştır. Ayrıca katılımcıların hepsi yedinci ve sekizinci dönemlerinde almış oldukları Özel Öğretim Yöntemleri I-II derslerinde ders planı hazırlarken aynı deneyime sahip olmuşlardır. Öğretmen adayları almış oldukları Özel Öğretim Yöntemleri dersleri kapsamında ders planı hazırlarken hazırlayacakları konunun gerekçesi, öğrencilerde geliştirilmesi beklenen hedefler, konunun müfredattaki yeri ve konumu, öğrencilere gerekli olan ön bilgi, derse giriş etkinlikleri, ana etkinlikler ve bitiş etkinlikleri kapsamında öğretmen ve öğrenci faaliyetleri ve öğrenmenin değerlendirilmesini ele almışlardır. Bu şekilde detaylı ders planı hazırlama tecrübesine sahip olan öğretmen adaylarının çalışma sürecinde de ders planı hazırlarken öğretmen ve öğrenen açısından birçok durumu ele alacağı varsayılmıştır. Kaan genel olarak alan derslerinde diğer katılımcılarla benzer deneyime sahip olsa da “Özel

⁴ Öğretmen adayları için yazılan isimler takmadır.

Öğretim Yöntemleri I-II” derslerinde ders planı hazırlamada arkadaşlarıyla benzer deneyime sahip olduğu dönemlerde başarılı olamamış daha sonra başka bir öğretim üyesinden farklı teorik bakış açısı ile tekrar aldığı dersi başarı (başarı notu: AA) ile tamamlamıştır. Dört öğretmen adayı da 2016-2017 Güz dönemi yani çalışmanın yapıldığı dönemden bir önceki dönemde “Matematik Eğitiminde Yapılan Araştırmalar” dersini almış ve hepsi AA (90-100) başarı notu ile derslerini tamamlamıştır. Katılımcılar, bu derste bu çalışma için önemli olan “matematiksel düşünme”, “cebirsel düşünme”, “ilişkilendirme becerisinin matematik öğretiminde kullanımı”, “matematiksel etkinlik” üzerine matematik eğitimi alanındaki bazı ulusal makaleleri incelemişlerdir. Kaan diğer katılımcıların 9. dönemlerinde aldığı “Matematikte Temel Kavramlar” seçmeli dersini 10. dönemde almak durumunda kalmıştır. Normal şartlarda katılımcı ölçütleri arasında öğretmen adaylarının bu dersi almış olması planlanırken Kaan’ın çalışmaya katılmak için oldukça gönüllü olması sebebiyle Kaan da çalışmaya dâhil edilmiştir. Çalışmanın katılımcı ölçütleri için diğer önemli kriterlerin yani ders planı hazırlama bilgisine sahip olma, okul deneyimi dersini almış olma, 10. dönemlerinde “Öğretmenlik Uygulaması” ve “Alan Eğitimi Araştırma Projesi” dersini alabilecek olma şartlarının hepsini sağlaması sebebiyle Kaan’ın “Matematikte Temel Kavramlar⁵” dersini almamış olması kritik sayılmamıştır. Matematikte Temel Kavramlar dersinde öğretmen adayları her matematik öğretmenin hâkim olması gereken kavramları irdelemektedir. Öğretmen adayları bu ders kapsamında bir kavramın literatürdeki tüm tanımlarını inceledikten sonra matematik eğitimi alanında uzman öğretim elemanı rehberliğinde kavram için bulunan tüm tanımları ve ele aldıkları kavramın pedagojik açıdan nasıl sunulabileceği, öğrenci seviyesi için kavramın tanıtılmasında nasıl bir yaklaşım

⁵Tez danışmanının yürüttüğü “Matematikte Temel Kavramlar” alan eğitimi dersi kapsamında, bazı matematiksel kavramların tanımları, tanımın nasıl soyutlandığı araştırılmakla birlikte, pedagojik olarak “*hangi tanım hangi sınıf düzeyinde kullanılabilir?, Kavram sınıf düzeylerine göre nasıl tanıtılmalı?*” şeklindeki sorgulamalar yapılmaktadır (Ayrıntılı bilgi için bkz. Yakıcı-Topbaş, E., Yazgan-Sağ, G., & Argün, Z. (2016). Reflections of prospective secondary mathematics teachers’ subject matter knowledge on pedagogical content knowledge: the context of conics. *Route Educational & Social Science*, 3(3), 120-143.).

sergileneceği üzerine tartışmakta ve bir karara varmaktadır. Bu dersi bu çalışmanın uygulanmasından önce almış olan üç öğretmen adayı (Selin, Ela ve Gizem) bu ders kapsamında polinomlar kavramını ve bu kavramın fonksiyon, denklem, özdeşlik kavramları ile olan ilişkisini tartışmışlardır. Üç öğretmen adayı da dersi BA (80-90) başarı notu ile geçmiştir.

3.3.1. Polinom Kavramı Üzerine Öğretmen Adaylarının Alan Bilgilerini İncelemek İçin Adaylara Uygulanan Tarama Sorularının Hazırlanması ve Uygulanması

Polinom kavramı üzerine alan bilgisi soruları hazırlanırken ilk olarak “Polinom kavramı ve polinomlarla işlemler” kazanımları (bkz. Tablo 3) incelenmiştir. Araştırmanın yapıldığı dönemde ortaöğretim matematik öğretim programında polinomlar konusuna 10. sınıfın ikinci yarıyıl döneminde yer verilmektedir (MEB, 2015). “Polinom kavramı ve polinomlarla işlemler” konusu öğrenimi sonunda öğrencilerden aşağıda verilen kazanımlara sahip olmaları beklenmektedir.

Tablo 3

10.7.1. Polinom Kavramı ve Polinomlarla İşlemler Konusunun Kazanımları

-
10.7.1.1.	Gerçek katsayılı ve bir değişkenli polinom kavramını açıklar.
✓	Polinomun derecesi, katsayıları ve sabit terimi belirtilir.
✓	Sabit polinom, sıfır polinomu ve iki polinomun eşitliği örneklerle açıklanır.
✓	Polinomların özel bir fonksiyon türü olarak ele alınabileceği açıklanır.
10.7.1.2.	Polinomlarla toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini yapar.
10.7.1.3.	Bir $p(x)$ polinomunun $q(x)$ polinomuna bölümünden kalanı bulur.
✓	Bir polinomun kökü kavramı örneklerle açıklanır.
✓	Kalan Teoremi: Bir $p(x)$ polinomunun $x - a$ ile bölümünden kalan $p(a)$ dır. $p(a) = 0 \Leftrightarrow x - a, p(x)$ in bir çarpanıdır. ($q(x)$ polinomu en fazla ikinci dereceden polinom olarak alınır.)
10.7.1.4.	Katsayıları tam sayı ve en yüksek dereceli terimin katsayısı 1 olan polinomların tam sayı sıfırlarının, sabit terimin çarpanları arasından olacağını örneklerle gösterir.
-

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2015). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının da konu alan bilgisi bağlamında bu kazanımlara sahip olması, öğrencilerden gelen neden, niçin soruları için akıl yürütebilmesi (örneğin, bir öğretmenin öğrencilerden gelen ‘sıfır polinomunun derecesi belirsiz mi, neden?’ sorusuna yorum getirebilmesi), kavramlar arası ilişki kurması beklenmektedir (Ball, Thames, & Phelps, 2008). Polinom kavramı üzerine “*Polinom Kavramı ve Polinomlarla İşlemler*” konusunun kazanımları esas alınarak polinomun tanımı, polinomun derecesi, katsayıları, sabit terimi, sabit polinom, polinomlarda işlemler, polinomlar için bölüm algoritması tanımları detaylı olarak araştırılmıştır (Argün, vd., 2014; Arıkan & Halıcıoğlu, 2015; Fraleigh, 1970). Danışmanın özellikle öğretmen adaylarının matematiksel kavramların matematiksel olarak iyi tanımları gerektiği görüşü ve polinom kavramı ve matematik öğretmenlerinin genel olarak “polinomu fonksiyonun bir alt kümesi şeklinde tanıtmamasından” kaynaklı olarak ilk olarak polinom kavramı ve polinom kavramının diğer kavramlarla arasındaki ilişkiyi sorgulayan bir soru sorulmuştur. Ayrıca, onuncu sınıf öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının bu kavram üzerine tanımlamalarının, algılarının nasıl olduğu (Dede, Bayazit & Soybaş, 2010; Dede & Soybaş, 2011), öğrencilerin bu kavram üzerine zorlandıkları durumlar (Yenilmez & Ev-Çimen, 2012) araştırılarak, “<http://map.mathshell.org/lessons.php>” sitesinden polinomlar üzerine süreç değerlendirmeyi içeren bir ders incelenmiştir. Süreç değerlendirme üzerine incelenen ders bağlamında polinomun kökleri esas alınarak bir polinomun nasıl yazılacağı, Dede ve arkadaşlarının (2010, 2011) polinom üzerine çalışmaları aracılığıyla polinom tanımı ve iki belirsizli polinomlar üzerine öğretmen adaylarının algılarının incelenebileceği sorular hazırlanmıştır. Bu bilgiler ışığında öğretmen adaylarının polinom kavramı üzerine konu alan bilgilerini incelemek için tarama soruları hazırlanarak, matematik eğitimi alanında doktora yapan ve doktora tezinde polinom kavramına yer veren bir araştırma görevlisinin ve matematik eğitimi alanında araştırma görevlisi bir doktorun görüşleri alınmıştır. Doktora tezinde polinom kavramını ele alan uzman öğretmen adaylarının sorgulamaları adına “polinomun terim sayısının sonsuzdur” önermesine dair bir soru hazırlanması gerektiğini belirtmiş bunun üzerine uzmanlık alan bilgisi gerektiren soru alan tarama sorularına dâhil edilmiştir.

Danışman ve matematik eğitimi alanında doktor olan uzmanla beraber soruların son hali verilmiştir (bkz. EK-4). Bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek için deneyim fırsatları süreci başlamadan bir hafta önce adaylar “Alan Eğitimi Araştırma Projesi” dersi kapsamında üniversitede matematik laboratuvarı dersliğinde alan tarama sorularını araştırmacı gözetiminde yaklaşık iki saatte tamamlamış ve dokümanları araştırmacıya teslim etmiştir. Araştırmanın durumu olan öğretmen adaylarının deneyim fırsatları sürecinde polinom kavramı bağlamında farkındalıklarını yorumlamayı kolaylaştırmak adına her bir öğretmen adayı ile ilgili genel bilgiler ve öğretmen adaylarının polinom kavramına dair alan bilgileri “3.3.2. Katılımcı Bilgileri” başlığı altında sunulmuştur.

3. 3. 2. Katılımcı Bilgileri

Katılımcı bilgilerinde araştırmanın durumları olan öğretmen adaylarının her biri hakkında genel bilgiler; not ortalamaları, lisansta aldıkları bazı alan, alan eğitimi ders başarı notları ve polinom kavramı alan bilgileri sunulmuştur. Öğretmen adaylarından Ela, Gizem ve Selin’in Matematikte Temel Kavramlar dersi sonunda sorulan “Polinom kavramını açıklayınız.” sorusuna verdiği cevaplar doğrultusunda polinom kavramına dair düşünceleri adayların genel bilgilerinde verilmiştir. Öğretmen adaylarının polinom kavramı alan bilgileri esas çalışma sürecinin başında öğretmen adaylarına uygulanan polinom kavramı alan tarama soruları (bkz. Ek-4) aracılığıyla incelenmiştir. Kaan araştırmanın başında Matematikte Temel Kavramlar dersini almadığı için polinoma dair bilgisi yalnızca polinom kavramı alan tarama sorularına cevapları üzerinden sunulmuştur. Öğretmen adaylarının konu alan bilgilerinin incelenmesinin nedeni araştırmanın durumu olan öğretmen adaylarının polinom kavramına dair farkındalıklarını alan bilgileri bağlamında daha detaylı betimleyebilmektir. Öğretmen adaylarının alan tarama sorularına ait cevapları içeren dokümanların incelenmesi sonucu adayların genel bilgileri başlığı altında aynı zamanda polinom kavramına dair alan bilgileri sunulmuştur.

3. 3. 1. 1. Ela'nın Genel Bilgileri

Ela'nın dokuz dönem sonundaki genel not ortalaması 3,39 dur. Ela diğer öğretmen adaylarına nispeten daha yüksek not ortalamasına sahip bir öğretmen adaydır. Ela okul deneyimi dersini Ankara ilinde ortalama bir Anadolu Lisesinde AA (90-100) başarı notuyla tamamlamıştır. Ela bu çalışma için önemli bir ölçüt olan ders planı hazırlama deneyimi edindiği Özel Öğretim Yöntemleri I dersini CB, Özel Öğretim Yöntemleri II dersini AA başarı notu ile tamamlamıştır. Ela bir ortaöğretim kurumunda öğretmen olabilmek için KPSS (Kamu Personeli Seçme Sınavı)' ye bir kursa giderek hazırlanmaktadır. Ela kendi öğretim uygulamalarına katkı sağlaması adına, mesleki anlamda kendisine katkı sağlayacağını düşünerek hiç tereddüt etmeden çalışmaya katılmaya istekli olmuştur. Araştırmacının dört sene boyunca gözlemlediği kadarıyla Ela düşüncelerini açıkça ifade edebilen, alan bilgisine oldukça önem veren, çalışkan ve çalışmanın diğer katılımcılarıyla iletişimi iyi olan bir öğretmen adaydır. Araştırma süreci boyunca Ela formal katılımlarının yanı sıra araştırmacı ile informal görüşmeler de yapmış ve çalışma süreci araştırmacı ve Ela için karşılıklı olarak çok verimli geçmiştir. Ela'nın süreçte diğer öğretmen adaylarına nazaran kitabi bilgilere, matematiksel ispata, ikna etmeye daha çok önem verdiği gözlenmiştir.

Ela'nın polinom kavramına dair alan bilgisi

Ela Matematikte Temel Kavramlar dersinin sonunda polinomu “*R* birimli bir halka olsun. $a_i \in R$, x belirsiz ve $n \in \mathbb{Z}$ için $a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n = p(x)$ şeklindeki ifadeler polinom diyoruz.” şeklinde tanımlamıştır. Ela'nın yaptığı tanımda n nin doğal sayı olduğunu gözden kaçırdığı görülmektedir. Ayrıca Ela polinomu bir gösterim biçimi olarak açıklamış ve bir problem örneği vererek, polinomun verdiği problemin çözümündeki denklemin gösterimi için kullanıldığını belirtmiştir. Ela'nın denklem ile polinomun karıştırılmaması gerektiğini farkında olduğu anlaşılmaktadır.

Ela'nın araştırmanın başında her bir öğretmen adayına bireysel uygulanan polinom kavramı üzerine tarama sorularında polinom kavramına dair fikirleri sorgulandığında yazılı olarak polinomun tanımını aşağıdaki şekilde yapmıştır.

Polinom tanımı: $p(x) = x^n a_n + x^{n-1} a_{n-1} + \dots + x^0 a_0$ şeklinde ifade edebildiğimiz ifadeleri polinom diyoruz. Bu şekilde ifade ettiğimizde x belirsizdir ve $n, n-1, \dots, 1, 0 \in \mathbb{Z}^+$ olmalıdır. $a_n, a_{n-1}, \dots, a_0$ larda katsayılarımızdır. $p(x) = x^n a_n + x^{n-1} a_{n-1} + \dots + x^0 a_0$ şeklindeki polinomları eleman kabul eden küme bir halka yapısına sahiptir.

Alan tarama sorularının cevaplarken polinomların halka yapısı üzerinde duran tek öğretmen adayı Ela'dır. Burada Ela polinom gösterimini vermiş ve polinomu eleman kabul eden kümenin halka yapısına sahip olduğunu belirtmiştir. Ela polinom kavramı ile ilişkilendirebileceği kavramları “denklem” ve “fonksiyon” olarak vermiştir. Bu kavramların polinoma en yakın olan kavramlar olduğunu belirtmiş, denklemin eşitlik içermesi sebebiyle bir polinom gibi düşünülmemesi gerektiğini, fonksiyonun da polinomların bir üst kümesi gibi tanımlanabileceğini belirtmiştir. Ela polinom ve fonksiyon arasındaki ilişki hakkında net bir fikri olmadığını yazmıştır. Burada Ela tam olarak kavramlar arası ilişkiyi ortaya koyamamıştır. Ela iki belirsizli polinomu tanıyabilmiştir. Ela terim, derece, katsayı, baş katsayı ve sabit terim matematiksel terimlerini genel bir polinom yazarak o polinom üzerinden sözel açıklamalarla destekleyerek açıklamıştır. Ela sıfır polinomunun derecesi “1000 de 100 de 50 de olabilir” şeklinde belirterek sıfır polinomunun derecesinin belirsiz olduğunu bu nedenle yoktur denebileceğini belirtmiştir. Ela polinomlarda terim sayısının sonsuz olabileceğini düşünmüştür. Ela kendilerine verilen “Üçüncü dereceden bir polinomu $P(x)$ ile temsil edelim. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5) = 8$ dir.” önermesinin doğruluğunu lineer denklem sisteminin çözümü ile kontrol etmiştir. Ela polinomlarda işlemleri tanımlamamış yalnızca bir polinom halkasının herhangi iki elemanını alarak toplama işlemi için bir örnek vermiştir.

3. 3. 1. 2. Gizem'in Genel Bilgileri

Gizem'in dokuz dönem sonundaki genel not ortalaması 2.92 dir. Gizem, Selin ile birlikte Ankara ilinde bir Fen Lisesinde aynı sınıfta yürüttüğü okul deneyimi dersini AA (90-100) başarı notuyla tamamlamıştır. Ayrıca Gizem bu çalışma için önemli bir ölçüt olan ders planı

hazırlama deneyimi edindiği Özel Öğretim Yöntemleri I dersini CC, Özel Öğretim Yöntemleri II dersini AA başarı notu ile tamamlamıştır. Gizem öğrencilerin matematiksel düşünmesi üzerine dikkat ettiği durumların nedenini açıklarken formal ve informal görüşmelerde bu derse sıklıkla atıfta bulunmuştur. Gizem bir 6. sınıf ve bir tane 12. sınıf öğrenciye matematikte özel ders verme deneyimine sahiptir. Bu durum çalışma sürecinde Gizem’in öğretmen yeterliliklerinden “öğrenciyi tanıma” yeterliliğini vurgulamasına sebep olmuştur. Gizem bir ortaöğretim kurumunda öğretmen olabilmek için KPSS sınavına bir kursa giderek hazırlanmaktadır. Gizem düşüncelerini açıkça ifade edebilen, ilk yıllarda akademik olarak kendine güveni olmasa da son iki yılında kendine mesleki olarak inanan bir öğretmen adaydır.

Gizem’in polinom kavramına dair alan bilgisi

Gizem Matematikte Temel Kavramlar dersinin sonunda polinomu “*kendine has özellikleri olan çok terimli, bazı cebirsel özellikleri göstermede kullandığımız bir gösterim biçimi*” olarak açıklamıştır. Ayrıca Gizem polinomu “ $\mathbb{R}$ reel sayılar kümesi, x belirsiz, n pozitif tamsayı, $0 \leq i \leq n$ için $a_i \in \mathbb{R}$ olmak üzere $a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n$ şeklinde gösterimlere polinom diyoruz.” ifadeleriyle reel sayılar halkası üzerinde polinomu tanımlamıştır. Ayrıca Gizem fonksiyon ile polinom arasındaki ilişkiyi “ $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n$ şeklindeki fonksiyonlara da polinomlara benzediği için polinom fonksiyonu diyoruz.” ifadeleriyle sunmuş ancak bir polinomun neden fonksiyon olmadığını açıklamamıştır.

Gizem’in araştırmanın başında her bir öğretmen adayına bireysel uygulanan polinom kavramı üzerine tarama sorularında “polinom” kelimesi için yazılı olarak değindiği noktalar:

Kelime anlamı: “Poli” den çok terimli çağrıştırıyor

Gösterim (Kalıp tanım): $a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n = p(x)$, $a_0, a_1, \dots, a_n \in \mathbb{R}, n \in \mathbb{Z}$ şeklinde zihnimde kalmış. (lise bilgisine atıf yapar.)

Fonksiyon ile karşılaştırma: “Polinom bir fonksiyondur ancak her fonksiyon polinom değildir demiştik. Ancak geçen dönem Temel kavramlar dersinde fonksiyonlardaki x lerin bilinmeyen olmasından dolayı polinomun fonksiyon olmadığını belirtmiştik.”

şeklinde. Gizem polinomun kelime anlamının çok terimli olarak ele almış, reel sayılar halkasında polinomu tanımlarken Ela gibi n nin bir doğal sayı olduğunu gözden kaçırmış, ayrıca lise de öğrendiği polinom ve fonksiyon ilişkisini sunmuş bu ilişkinin doğru olmadığını detaylı açıklama yapmadan sunmuştur.

Gizem polinom kavramı tanımlanırken önemli olan başkatsayı, sabit terim, indis gibi matematiksel kavramlardan faydalandığı için polinom kavramı ile ilişkili olduklarını belirtmiştir. Gizem bunlara ek olarak polinom fonksiyondan bahsedildiği için polinomun fonksiyon ve denklem kavramlarıyla ayrıca polinom, fonksiyon ve denklem tanımlanırken değişken, bilinmeyen kavramlarının farkının bilinmesinin önemli olması nedeniyle polinomun bu kavramlarla ilişkili olduğunu yazmıştır. Gizem polinomun iki değişkenli olamayacağını ifade etmiştir. Gizem terim, derece, katsayı, baş katsayı ve sabit terim matematiksel terimlerini genel bir polinom yazarak o polinom üzerinden tanımlamıştır. Gizem “sıfır polinomunun derecesi yoktur.” önermesini incelerken yoktur kelimesine sıfır atayarak önermeyi sıfır polinomunun derecesi sıfırdır olarak yorumlamış ve önermenin yanlış olduğunu belirtmiştir. Gizem fonksiyonun bir polinom olmadığını örnekle sunmuş, polinomun fonksiyon olmadığına dair düşüncesini ise polinomdaki x in belirsiz fonksiyondaki x in ise değişken olmasından kaynaklı olarak açıklamıştır. Gizem iki belirsizli polinom kavramını hatırlayamamıştır. Gizem diğer üç öğretmen adayından farklı olarak polinomun tanımında sonlu sayıda terimin olduğu kabulü nedeniyle polinomlarda terim sayısının sonsuz olamayacağını ifade etmiştir. Gizem de Ela gibi kendilerine verilen “Üçüncü dereceden bir polinomu $P(x)$ ile temsil edelim. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5) = 8$ dir.” önermesinin doğruluğunu lineer denklem sisteminin çözümü ile kontrol etmiştir. Gizem reel sayıların polinom halkası üzerinde polinomlarda işlemlerin her biri için birer örnek vermiştir.

3. 3. 1. 3. Selin'in Genel Bilgileri

Selin'in dokuz dönem sonundaki genel not ortalaması 3.13 dır. Selin okul deneyimi dersini AA (90-100) başarı notuyla tamamlamıştır. Ayrıca Selin bu çalışma için önemli bir ölçüt olan ders planı hazırlama deneyimi edindiği Özel Öğretim Yöntemleri I dersini CC, Özel Öğretim Yöntemleri II dersini AA başarı notu ile tamamlamıştır. Selin bir 6. sınıf ve iki tane 10. sınıf öğrenciye matematikte özel ders verme deneyimine sahiptir. Bu durum çalışma sürecinde Selin'in öğretmen yeterliliklerinden “öğrenciyi tanıma” yeterliliğini vurgulamasına sebep olmaktadır. Selin bir ortaöğretim kurumunda öğretmen olabilmek için KPSS sınavına kendi çabasıyla hazırlanmaktadır. Bu durum bir dönem boyu emek vereceği bu çalışmaya katılmakta tereddüt etmesine sebep olmuş ancak öğrenci düşünmesini önemsemesi ve öğretmenlik uygulaması dersinde kendi öğretim uygulamalarına katkı sağlaması adına bu çalışmaya katılmaya istekli olmuştur. Araştırmacının üç sene boyunca gözlemlediği kadarıyla Selin düşüncelerini açıkça ifade edebilen, sürekli öğrenme heyecanı olan ve çalışmanın diğer katılımcılarıyla iletişimi iyi olan bir öğretmen adayıdır. Öğretmenliğe çok hevesli olan Selin araştırma sürecinde KPSS sınavı stresi nedeniyle bazen çalışmaya motive olamamış ancak tüm çalışmaya aktif olarak katılım sağlamıştır. Genel olarak Selin için çalışmanın verimli geçtiği söylenebilir.

Selin'in polinom kavramına dair alan bilgisi

Selin Matematikte Temel Kavramlar dersinin final sınavında polinomu “*R birimli bir halka, x belirsiz ve $n \in \mathbb{Z}^+$ $0 \leq i \leq n, a_i \in R$ için $a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n$ x e göre R de bir polinom denir*” şeklinde matematiksel olarak tanımlamıştır. Bu tanımlama R katsayılı x belirsizine göre polinomu açıklamaktadır. Ayrıca Matematikte Temel Kavramlar dersi kapsamında tartışmalarını yansıtan “*polinom dediğimiz aslında bir kavram değil cebirsel ifadelerin gösterim biçimi ete kemiğe bürünmüş hali diyebiliriz*” şeklinde polinomu ifade etmiş ve polinom ile fonksiyonun ilişkisini kurarken “*Polinom tipine benzediği için polinom tipi fonksiyonlar vardır. Fakat bu yine de polinom fonksiyonmuş gibi düşünmemize sebep değildir*” şeklinde belirtmiştir. Selin'in alan tarama sorularını incelemeden önce

Matematikte Temel Kavramlar dersi sonunda genel olarak polinom tanımının farkında ve bir öğretmenin kavramsal olarak polinomun tanımına dair bilmesi gereken genel alan bilgisine sahip olduğu söylenebilir. Araştırmanın başında her bir öğretmen adayına bireysel uygulanan tarama sorularını cevaplarken polinom kavramı üzerine Selin'in yazılı olarak değindiği noktalar:

Cebirsel bir yığın: Toplama-çıkarma, çarpma-bölme gibi işlemlerin sistematikleşmiş hali.

Kelime anlamı: Poli çok demek, polinom çok terimli demek.

Gösterim: $p(x) = a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n, 0 \leq i \leq n, n \in \mathbb{Z}^+, a_i \in \mathbb{R}$.

Fonksiyon ve denklem ile karşılaştırma: Fonksiyon değil çünkü tanım-değer kümesi yok, denklem değil çünkü polinomdaki “ x ” bilinmeyen değil.

şeklindedir. Selin'in alan tarama sorularında polinom kavramını irdeleme konusunda başarılı olduğu söylenebilir. Selin burada polinomlar halkasına değinmemiştir. Selin reel sayılar cisminin halka olması nedeniyle polinomu reel sayılar halkası üzerinde tanımlamış olabilir. Ayrıca Selin Matematikte Temel Kavramlar dersini almadan önce polinomun kavramsal yapısı hakkında hiçbir fikri olmadığını ancak cebirsel olarak işlemleri rahatlıkla yaptığını ve yazımı gereği fonksiyon ve denklem gibi gördüğünü belirtmiştir. Selin polinom ile fonksiyon kavramının yazılış biçimi olarak ilişkili olduğunu yani bazı fonksiyonların yazılışının polinoma benzemesi nedeniyle polinom fonksiyon şeklinde tanımlandığını belirtmiştir. Polinom deyince cebirsel işlemler aklına gelmiş ancak başka bir kavramla polinomu ilişkilendirmemiştir. Selin iki belirsizli polinom kavramını hatırlamamıştır. Selin polinomlarda derecede, terim, katsayı, başkatsayı ve sabit terimi matematiksel dili işe koşarak sözel olarak tanımlamıştır. Selin tarama sorularında sıfır polinomunun derecesi için “*sonsuz ya da yoktur demek mantıklı olabilir*” şeklinde yorumlamıştır. Selin araştırma sürecinde özellikle kendilerine sunulan video-kayıt ve senaryo incelemelerinde sıfır polinomunun derecesinin polinomlar için kritik bir durum olduğunu belirtmiş ve kavramın matematiksel yapısına ve kavramın öğretim bağlamındaki yapısına dair ayrıntılı yorum getirmiştir. Selin polinomlarda terim sayısının sonsuz olabileceği fikrini sunmuştur. Selin kendilerine verilen

“Üçüncü dereceden bir polinomu $P(x)$ ile temsil edelim. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5) = 8$ dir.” önermesi üzerine düşünürken diğer öğretmen adaylarından farklı olarak polinomun kökü bilgisini kullanmıştır. Diğer üç öğretmen adayı da lineer denklem sistemi kullanarak önermeyi incelemiştir. Selin polinomlarda işlemleri tanımlamamış yalnızca örnek vermiştir.

3. 3. 1. 4. Kaan’ın Genel Bilgileri

Kaan’ın dokuz dönem sonundaki genel not ortalaması 2,53 dür. Kaan okul deneyimi dersini Ankara ilinde ortalama bir Anadolu lisesinde BA (90-100) başarı notuyla tamamlamıştır. Ayrıca Kaan bu çalışma için önemli bir ölçüt olan ders planı hazırlama deneyimi edindiği Özel Öğretim Yöntemleri I dersini AA, Özel Öğretim Yöntemleri II dersini AA başarı notu ile tamamlamıştır. Kaan araştırmanın yapıldığı dönem KPSS sınavına hazırlanmamıştır. Kaan bu çalışma için araştırma tasarımında ölçüt olarak belirlenen Matematikte Temel Kavramlar dersini almamasına rağmen öğrenci düşünmesine, matematiksel düşünmeye, kavramların matematiksel alt yapısına önem vermesi nedeniyle çalışmaya katılmaya çok istekli olmuştur. Nitekim araştırma sürecinde Kaan’ın öğrencinin nasıl düşündüğünü, ne düşündüğünü ve kavramı sürekli olarak irdelediği görülmektedir.

Kaan’ın polinom kavramına dair alan bilgisi

Kaan’ın araştırmanın başında polinom kavramı üzerine tarama sorularında “polinom” kavramına dair yazılı olarak değindiği noktalar:

Kelime anlamı: “Poli-nom” kelime anlamı olarak çoklu terim anlamına gelen bir sözcüktür.

Gösterim (Polinom tanımı): Polinomlar genel olarak $p(x) = a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n$ (bir bilinmeyenli, çok bilinmeyenlinin gösteriminden emin değilim) şeklinde gösterilebilir. a_i ler birer reel sayı ve x lerin kuvvetleri sıfır ve pozitif tamsayılardır.

Kaan’ın Matematikte Temel Kavramlar dersini almamış olmasına rağmen Özel Öğretim Yöntemi dersindeki ders planı hazırlama deneyimlerinden kaynaklı olarak polinom

kavramını tanıdığı söylenebilir. Kaan'ın verdiği polinomun matematiksel tanımı lise öğrenimine dayanıyor olabilir. Kaan polinom kavramı ile polinomun terimlerinin üslü ifadeler şeklinde yazılması nedeniyle üslü ifadeleri ve polinomun özel bir fonksiyon türü olarak ele alınabilmesinden kaynaklı olarak fonksiyon kavramını ilişkilendirmiştir. Kaan iki belirsizli polinom kavramının farkındadır. Kaan polinomlarda derecede, terim, katsayı, başkatsayı ve sabit terimi sözel ifadelerle tanımlamıştır. Kaan tarama sorularında sıfır polinomunun derecesi için “sıfır polinomunun derecesi yoktur” önermesini yanlış olarak yorumlamış ve sıfır polinomunun derecesinin belirsiz olduğunu belirtmiştir. Kaan polinom ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi incelerken her polinomun bir fonksiyon gibi ele alınabileceğini, fakat polinom olmayan fonksiyona $f(x) = \frac{1}{x}$ örneğini vererek fonksiyonun polinom olmadığını ifade etmiştir. Kaan da polinomlarda terim sayısının sonsuz olabileceği fikrini sunmuştur. Kaan “Üçüncü dereceden bir polinomu $P(x)$ ile temsil edelim. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5) = 8$ dir.” önermesi üzerine düşünürken lineer denklem sistemi kullanarak önermeyi incelemiştir. Kaan polinomlarda toplama ve çarpmayı iki genel polinom gösterimini ele alarak tanımlamış, polinomlarda bölme için özel bir örnek vermiştir.

3. 4. Araştırmanın Uygulama Süreci

Bir çalışmanın araştırma süreci, araştırmacıların beraberlerinde getirdikleri özgeçmişleri, kendileri ve başkaları hakkındaki düşünceleri, çalıştıkları konulara dair bakış açıları ile başlamaktadır (Cresswell, 2007). Bu araştırmaya 2014-2015 yılının bahar döneminde araştırmacı ve danışmanın matematik eğitiminde öğretmen eğitimi çalışmaya karar vermeleri üzerine öğretmen eğitimi üzerine son zamanlardaki eğilimler araştırılarak başlanmıştır. Alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, öğretmek için matematik bilgisi, kavramlar, kavram tanımları, öğrenci düşünmesi bilgisi ve mesleki gelişim programları üzerine literatür taraması sonucunda öğretmen eğitimi ve yetiştirilmesi açısından anahtar kavramlardan (Stockero, 2014) biri olan “*öğretmen farkındalığı (teacher noticing)*” kavramı üzerine çalışmaya karar verilmiştir. Öğretmen yetiştiren kurumlardaki programlar ve

derslere önem veren danışmanın yönlendirmesi ile “farkındalık kavramı öğretmen yetiştiren kurumlara nasıl adapte edilebilir?”; “öğretmen adaylarının farkındalıktan haberdar olmaları için onlara nasıl destekler verilmelidir?”; “öğretmen yeterliliği bağlamında öğretmen adaylarının farkındalıkları nasıl desteklenmelidir?” şeklindeki problemler üzerinde düşünülmesinin ve literatürde öğretmen farkındalığının duruma özgü beceriler bağlamında önemine dair vurgulardan kaynaklı olarak farkındalığın öğretmen yetiştirmeye nasıl katkı sağlayacağı problemleri üzerine gidilmiştir. Ayrıca farkındalık çalışmalarında gerçek sınıf ortamlarından elde edilen öğrencilerin yazılı çalışma kâğıtları, gerçek sınıf derslerinden veya öğrenci tartışmalarından öğrenci düşüncelerini içeren videolar gibi tek öğretimsel materyal örnekleri kullanan çalışmalardan (Kazemi & Franke, 2004; Santagata vd., 2007; van Es & Sherin, 2002, 2006, 2008) esinlenerek bir deneyim ortamından ziyade bu ortamların çeşitlendirilmesi aracılığıyla farkındalığın incelenmesi niyetiyle başlanan bu çalışmanın araştırma problemi “*öğretmen adaylarının çeşitli deneyim fırsatları aracılığıyla farkındalıkları nasıldır?*” şeklinde belirlenmiştir. Problem netlik kazandıktan sonra öğretmen yetiştiren kurumlara katkı sağlamak için araştırmada nasıl bir yol izleneceği, hangi kavram ya da kavramların ele alınacağı, farkındalık üzerine hangi teori ya da teorilerin kullanılabileceği üzerine araştırmacının literatür taramaları 2015-2016 Eğitim-öğretim yılı bahar dönemine kadar devam etmiştir. Öğretmen farkındalığı araştırmalarının temelini oluşturan van Es & Sherin, (2002, 2008)’in öğretmen farkındalığına dair belirlediği üç bileşen, van Es (2011)’in “farkındalığı öğrenme çatısı” ve Jacobs, vd. (2010)’ın “öğrenci düşünmesi üzerine mesleki farkındalık” çerçeveleri göz önüne alınarak çalışmanın nasıl tasarlanacağı, nasıl analiz edileceği üzerine düşünülmüştür. İlk olarak van Es (2011) tarafından geliştirilen öğrencilerin matematiksel düşünmesi üzerine farkındalığı öğrenme ile farkındalık seviyelerinin ölçüldüğü çatı çalışmada ele alınmıştır (bkz. Tablo 1). Ancak çalışmanın pilot çalışmasında bu çatının öğretmen farkındalığının gelişimini gözlemlemek için kullanışlı olmakla birlikte sadece seviyeler bağlamında öğretmen adaylarının farkındalıklarındaki mevcut durumunu ortaya koyması bakımından sınırlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın nihai hedefi adayların farkındalıklarının gelişimini

gözlemlemekten ziyade öğrencilerin matematiksel düşünmesine ve öğrenme & öğretme sürecine dair farkındalıklarının nasıl olduğunu belirlemek olduğu için adayların farkındalıklarına *öğrenme ve öğretme durumlarına dair dikkat ettikleri durumlar, dikkat ettikleri durumları nasıl anlamlandırdıkları ve yorumlarına dayalı olarak nasıl karşılık vereceğine karar veriyorlar* gözüyle bakılmıştır. Bu çalışmada Tablo 2’ de görülen öğretmen farkındalığı için araştırmacılar tarafından belirlenen farkındalığa dair üç temel bileşen ele alınmış ancak bu bileşenleri öğretmen adayları nasıl detaylandırıyor bu bileşenlere dair kanıtları şeklinde bakılmamış, bu bileşenleri öğretmen adayları nasıl anlamlandırıyor ile ilgilenilmiştir. Öğretmen adaylarının farkındalığı anlamlandırma durumlarına dair van Es ve Sherin’in çalışmalarındaki analitik yaklaşımlar (tanımlayan, değerlendiren, açıklayan) bu çalışmaya uyarlanmıştır. Araştırmada Jacobs vd. (2010) ve van Es & Sherin (2002)’nin çalışmalarında farkındalığı ortaya çıkarmak için kullandıkları tetikleyici sorulardan yararlanılarak adayların polinom kavramı bağlamında bir öğretmenin ve kendilerinin öğretimleri üzerine video incelemeleri sürecinde “dikkat ettiğiniz durumlarda videoyu durdurunuz.” tetikleyicisi aracılığıyla dikkat ettikleri durumları, “Neden dikkat ettiğinizi açıklayınız., buradaki durumu açıklayınız., size göre ne anlam ifade ediyor?” tetikleyicileri aracılığıyla dikkat ettikleri durumlara dair yorumlarını, “öğretmenin siz olduğunuzu varsayalım, nasıl karşılık verirdiniz, derse nasıl devam ederdiniz?” tetikleyicileri aracılığıyla karşılık vermeye karar verme bileşenini ortaya çıkarma hem pilot hem de ana çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının senaryo incelemeleri sürecinde de aynı tetikleyici sorulardan yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarının ders planları üzerine tartışmaları sürecinde ise adayların dikkat ettikleri durumlar, bu durumlar üzerine yorumları ve derse nasıl devam edecekleri adayların sözel ifadeleri aracılığıyla incelenmiştir. Bu çalışmada nispeten az katılımcının farkındalığını derinlemesine açıklamak için veriler nitel olarak analiz edilmiş ve betimlenmiştir.

Pilot Çalışma

Amacı matematik öğretmen adaylarının deneyim fırsatları aracılığıyla farkındalıklarını incelemek olan çalışmanın pilot çalışmasına ait veriler 2015-2016 Eğitim-öğretim yılı bahar dönemi “Öğretmenlik Uygulaması” dersi kapsamında bir devlet üniversitesinin beş yıllık ortaöğretim matematik öğretmenliği programının son sınıfında son döneminde öğrenim gören beş öğretmen adayı ile 12 haftada toplanmıştır. Öğretmen adayları akademik başarıları yüksek olan 5 kadın öğrencidir. Pilot çalışmada öğretmen adaylarının farkındalığı, adaylara uygulama öğretmenini gözlemlemeleri için verilen gözlem protokolünü (bkz. EK-5) dikkate alarak hazırladıkları gözlem notlarına ait dokümanlar, öğretmen adayları ile haftalık grup görüşmelerine ait video kayıtlar, öğretmen adaylarının birer uygulamalarına ait derslerinin video-kayıtları üzerine toplu görüşmelerin video kayıtları aracılığıyla incelenmiştir. Haftalık grup görüşmelerinde adayların sınıf içi gözlemlerine dair farkındalıklarını belirlemek için “Ders gözlemlerinde nelere dikkat ettikleri, dikkat ettikleri durum üzerine düşüncelerini sunmaları, öğretmenin yerinde kendileri olsalar dikkat ettikleri durumlara dair ne yapacakları, öğrencilere nasıl karşılık verecekleri?” şeklinde görüşme soruları sorulmuştur. Durum çalışmaları bir genelleme aracı olmaktan çok bir pilot çalışma biçimi olarak görülebilir (Jupp, 2006, s. 21). Bu bakış açısıyla aslında her bir durum çalışması kendi içerisinde bir pilot çalışma olarak kabul edilebilir. Bu çalışmada pilot çalışmada öğretmen adaylarının aynı üniversitenin aynı bölümünde olması ve stajlarını aynı lisede yapmalarının verileri toplamada zaman açısından uygun olduğu görülmüştür. Dolayısıyla esas çalışmada da veriler aynı üniversitede olan öğretmen adaylarıyla yürütülmüş ve araştırmacı aynı staj okullarında uygulama yapmaları için gerekli ayarlamaları yapmıştır. Pilot çalışmada 3 farklı sınıfta öğretmenlik uygulamasını yürüten öğretmen adayları üç farklı konu (karmaşık sayılar, polinomlar, dörtgenler) üzerine farkındalıklarının incelenmesi adayların matematiksel içerikten ziyade literatürde vurgulanan sınıf ortamına, sınıf yönetimine odaklandıkları, kavrama odaklansalar bile öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve öğrenme ve öğretme ortamlarına dair tutarlı veri elde edilememiştir. Bir öğretmen adayının dikkat ettiği durumlardan bir ham veri örneği “Öğrencilerin dikkatini dağıtıcı pek çok unsur

vardı sınıfta. Örneğin; ışıklar açık olmadığından sınıfta loş bir ortam vardı. Perdelerin birazı kapalıydı ve akıllı tahta kullanılmadığı halde açıktı. Üstelik akıllı tahta kullanılmadığı halde beyaz tahtanın ortalı olması sebebiyle akıllı tahtanın yarısı kadarı görünüyordu. Öğrencilerin dikkatini uyanık tutmak adına perdeleri açtırırdım, buna rağmen ışık yetersiz kalıyorsa ışıkları açardım ve akıllı tahtayı kullanacak olsam dahi işim olmadığı durumlarda kapalı tutardım.” şeklindedir. Dolayısıyla esas çalışma için öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünmelerine dikkat edebilecekleri adayların farkındalığına dair bir yönerge niteliğinde olan pilot çalışmadaki deneyim fırsatlarından farklı ortamlar tasarlanmıştır. Adayların ders sunumlarından esinlenerek planlarını hazırlarken öğrenci düşünmelerini dikkate almaları için hazırlanan protokole planın sunulmasından önce de dikkat etmeleri gereken durumlara dair sorular matematik eğitimi alanında doktor araştırma görevlisi ve danışman uzmanlığında eklenmiştir (bkz. EK-9)

Ayrıca pilot çalışmada öğretmen adaylarının grup görüşmeleri aracılığıyla farkındalıkları incelenirken adaylardan bir tanesi düşüncelerini açıkça ifade etmemiş araştırmacı desteklemesine rağmen oldukça çekingen davranmıştır, dolayısıyla bir katılımcıdan grup görüşmelerinde veri elde edilememiştir. Esas çalışmada farkındalıkların özellikle bireysel ağırlıklı olarak incelenmesine karar verilmiş, ayrıca grup görüşmelerinde de tartışma ortamı sağlayabilmek adına düşüncelerini açıkça ifade edebilen adaylar arasından seçim yapılmıştır. Pilot araştırma sürecinde araştırmacı esas çalışma için gerekli olan deneyim fırsatlarında adayların farkındalığını incelemek için öğretim ortamlarını tasarlamıştır.

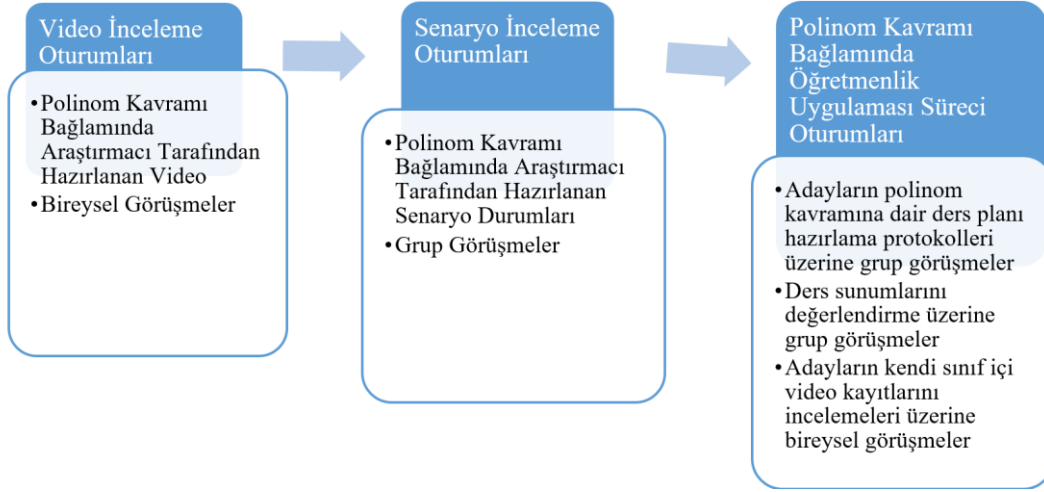
Esas Çalışma

Çalışmanın esas verileri “Alan Eğitimi Projesi” ve “Öğretmenlik Uygulaması” dersleri kapsamında 2016-2017 Eğitim-Öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesinin beş yıllık ortaöğretim matematik öğretmenliği programının son sınıfında son döneminde öğrenim gören ve dört ortaöğretim matematik öğretmen adayı ile 14 haftada toplanmıştır. Öğretmen adaylarının dördü de danışmanın yürüttüğü “Alan Eğitimi Araştırma Projesi” dersini seçmişler, tez çalışmasına katılımlarının dışında proje hazırlamakla da sorumlu

tutulmuşlardır. “Alan Eğitimi Araştırma Projesi” öğretmen adaylarının alana dair belli bir konu üzerine araştırma yürütmelerini sağlamak amacıyla bilimsel bir araştırma nasıl yapılır?, nitel ya da nicel yöntemleri incelemeleri, veri toplamaları, analiz etmeleri ve bir rapor yazmalarını içeren bir derstir. Bu çalışmada bu ders kapsamında öğretmen adayları 2016-2017 Eğitim-Öğretim yılı bahar döneminde 14 hafta boyunca 2 saat kendi araştırma konuları üzerine tez danışmanının yürüttüğü derse devam etmişlerdir. Aynı ders bağlamında 14 hafta boyunca aynı zamanda salı günleri ve bazen de Perşembe günleri (bazen her iki günde) 2 saat tezin uygulamaları kapsamında adaylarla bireysel ya da grup görüşmeleri yapılmıştır. Ayrıca “Öğretmenlik uygulaması” dersi kapsamında adayların kendi öğretimlerine dair uygulamaların tartışıldığı grup görüşmeleri için de adaylar 14 hafta boyunca en az 2 saatlerini ayırmıştır. Araştırmanın katılımcılarıyla birlikte “öğretmenlik uygulaması” dersini alan altı öğretmen adayında ikisi çalışmaya katılmamıştır. Tüm şartlarda araştırmaya katılmaya gönüllü dört öğretmen adayının 2016-2017 Eğitim-öğretim yılı bahar dönemi “öğretmenlik uygulaması” dersini aynı ortaöğretim kurumunda ve aynı uygulama öğretmeniyle devam ettirmeleri için araştırmacı tarafından ön hazırlıklar yapılmıştır. Buradaki amaç birçok değişkene bağlı (öğrenciler, uygulama öğretmeni, okul ortamı, öğretim programı, sosyokültürel etmenler) olan öğretmen farkındalığı için bu değişkenlerden okul ortamını, öğrenci seviyesini, uygulama öğretmeni değişkenlerini elimine ederek öğrenme ve öğretme süreçlerinin önemli yapıtaşları öğretici (öğretmen/ öğretmen adayı), öğrenen (öğrenci, öğretmen adayı), içerik üzerine odaklanılmıştır (Lampert, 2001). Araştırmacı 2016-2017 Eğitim-öğretim yılı güz döneminde (Kasım 2016) Ankara’da ulaşımı öğrenciler için kolay, taban puanı 415,115 (2016-2017 Eğitim-Öğretim Yılı Taban Puanı) olan, orta ekonomik ve sosyal yapıya sahip bir devlet Anadolu lisesi müdür yardımcısı ve uygulama öğretmeni ile iletişime geçmiştir. Müdür yardımcısı ve uygulama öğretmenin olumlu görüşleriyle, Milli Eğitim Bakanlığından gerekli izinler alınarak (bkz. EK 1) araştırmanın bu lisede tek bir uygulama öğretmeni rehberliğinde yapılmasına karar verilmiştir. Adayların staj yapacağı Anadolu lisesinde toplam dört tane onuncu sınıf mevcuttur. Bu okulda dersler saat 08:00 de başlayıp 15:10 da sona ermektedir. Öğretmen adayları stajlarına sınıf mevcudu ortalama 30

kişi olan 10/B (ders gün ve saatleri Salı 08.00-08.40; 08:50-09.30) ve 10/D (ders gün ve saatleri Perşembe 13.40-14.20; 14.30-15.10) sınıfında devam etmiştirler. Rehber ğretmen eēitim fakültesi mezunu olup, meslekte kıdem yılı 32 dir. Sadece 2 yıl ilköēretim okulunda görev yapmış, diēer 30 yılı boyunca lise de öğretmenlik yapmıştır. Öğretmen, farkındalıēı veya ērenci düşünmesini odak alan herhangi bir mesleki gelişim programına katılmamıştır. Geleneksel yaklařımla⁶ ders sunumlarını gerēekleřtiren uygulama öğretmenin ērenci düşünmesine odaklanmayla ilgili çalışmaya çok katkı saēlayamamıř ancak alan bilgisi ve ērenciyi tanıma bilgisi baēlamında araştırmacı ve katılımcılara katkı saēlamıřtır. Araştırmacı liseyi ayarlaması sürecinde çalışmanın yapılacaēı üniversitede sınıf ortamını adaylarla görüşme yapacaēı saatleri ayarlamıştır. Araştırmacı ilgili hazırlıkları yaptıktan sonra 2016-2017 Eēitim ğretim Yılı Bahar Yarıyılı Döneminde 13.02.2017 tarihinde esas araştırma süreci başlamıştır. Esas araştırma sürecinin zeti şekil 2 de verilmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması dersinin sınıf içi uygulamaları dışındaki araştırma sürecine dair uygulamalar ğretmen adaylarının ērenim grdēēı Ankara ilindeki niversitenin “Alan Eēitimi Araştırma Projesi” dersi kapsamında matematik laboratuvar sınıfında gerēekleřmiřtir. Öğretmen adaylarına araştırma sürecinde tanınan fırsatlar ilerleyen kısımda detaylandırılmış ve verilerin nasıl toplandıēı sunulmuştur.

⁶ Matematik ēretimine yönelik geleneksel yaklaşımlar öğretmenlerin belirli matematiksel fikirleri, bilgileri ērencilere aktarma girişimleri ile karakterize edilebilir. Ayrıca, geleneksel yaklaşımda ğretmen ērenciye ne bilmesi gerekiyorsa doērudan söyleme ve gösterme eēilimindedir (Tzur, R., Simon, M. A., Heinz, K., & Kinzel, M. (2001). An account of a teacher's perspective on learning and teaching mathematics: Implications for teacher development. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 4, 227-254.).



Şekil 2. Esas araştırma süreci.

3.5. Veri Toplama Süreci ve Veri Toplama Araçları

Öğretmen farkındalığının öğretim ortamlarında yer alan ve bu ortamlara bağlı olan bir yeterlik olması sebebiyle farkındalığın belli bir bağlama göre değerlendirilmesi gerekmektedir (Jacobs, 2017). Öğretmen farkındalığının ideal olarak öğretim esnasında tespit edilmesi beklenmektedir (Liu, 2014; Sherin, Russ, & Colestock, 2011). Bazı araştırmalarda öğretmen tarafından giyilen taşınabilir kameralar aracılığıyla öğretmenlerin fark ettikleri durumları öğretim anında belirleyebilen yeni bir yöntem kullanılmıştır (örneğin; Ankley, 2014; Liu, 2014; Luna, Russ, ve Colestock, 2009; Sherin, Russ, Sherin, & Colestock, 2008; Taylan, 2014; 2017). Bu yenilikçi yöntem temsili öğretim ortamlarının aksine öğretim anında öğretmenin fark ettiği olay anını çekebilmesini dolayısıyla bu yolla öğretmen farkındalığını incelemeyi sağlamaktadır. Ancak bu tarz bir incelemenin başarı ile tamamlanması öğretimin düzenini ve farkındalığın kendi uygulamasını bozmadan zor olabilmektedir (Jacobs, 2017). Çalışmanın başında düşünülen fakat adayların henüz sınıf yönetimi ve öğrenciyi tanıma yeterliliği konusunda sıkıntılar yaşayabileceği düşüncesiyle (Berliner, 1994) bu yöntem kullanılmamıştır. Öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında sınıf içi uygulama sürecinde öğretmen adaylarının farkındalıkları, araştırmacı gözlemi ve sınıf içi uygulamaları sonrası öğretmen adaylarının uygulamalarını tartışmaları ve her birinin bireysel olarak kendi sınıf içi uygulamalarını hatırlatıcı videoları incelemeleri aracılığıyla

incelenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada deneyim fırsatları öğretmen adaylarının var olan farkındalıklarını ortaya çıkarmaya yönelik öğretim ortamları olarak tasarlanmıştır. Öğretim ortamları ve araştırma boyunca bu öğretim ortamlarındaki verilerin toplanması süreci Tablo 4 de verilmiştir. Araştırmanın verileri, her bir deneyim fırsatı sürecinde bireysel ya da grup görüşmelerinin video kayıtları, ses kayıtları, öğretmen adaylarının araştırma boyunca deneyim fırsatları süreçlerine dair deneyimlerini paylaştıkları günlükler ve öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamaları sürecinin video kaydının yanı sıra araştırmacının gözlem notları aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmanın veri toplama kaynağı olan her bir deneyim fırsatı süreci alt başlıklarda detaylandırılmıştır.



Tablo 4

Verilerin Toplanması Süreci (13.02.2017-13.06.2017)

<i>Deneyim Fırsatı Oturumları</i>	<i>Uygulama</i>	<i>Veri Toplama Araçları</i>
Öğretmenlik Uygulama Okulu Günlerinin Ayarlanması (13.02.2017-14.02.2017)	Öğretmenlik uygulaması okulundaki uygulama öğretmeni ile araştırmacı eşliğinde öğretmen adaylarının tanışması, Çalışmanın kapsamını öğretmen ile tekrar paylaşma, Müdür yardımcısı ve öğretmen ile beraber öğretmen adaylarının staj günlerinin ayarlanması (10-B ve 10-D eşit ağırlıklı sınıfları)	-
Öğretmen adaylarının polinom kavramı alan bilgilerinin incelenmesi (17.02.2017)	Öğretmen adaylarının bireysel olarak polinoma dair alan bilgisi tarama sorularını cevaplaması	Tarama soruları dokümanları (yaklaşık 120 dakika)
Adaylara sunulan Video-Kaydı İncelemeleri (21.02.2017-02.03.2017)	Öğretmen adaylarının polinom kavramı üzerine kendilerine sunulan gerçek sınıf video-kaydı araştırmacı eşliğinde incelemesi Öğretmen adayları dikkat ettikleri durumlarda videoyu durdurmuş, dikkat ettiği durumu yorumlamış ve eğer gerekiyorsa dikkat ettikleri o duruma özgü nasıl karşılık vereceğini veya nasıl karşılık vereceğine dair kararını sunmuştur. (İzlerlerken yazılı notlar almaları istenilmiştir.)	Bireysel görüşmelerin video kayıtları (Bireysel görüşmeler; Selin, Kaan ve Ela ile seans yaklaşık 200 dakika, Gizem ile 160 dakika sürmüştür.) Adayların video incelerken yazılı notları Öğretmen adaylarının günlükleri
Senaryo İnceleme (07.03.2017 ve 10.03.2017)	Kavrama Dair Önemli Durumları İçeren Senaryo Tartışmaları	Yazılı dokümanlar (Öğretmen adaylarının senaryoyu bireysel incelemeleri sürecinde senaryo üzerine yazılı notları) Senaryonun grupça tartışılmasının video kaydı (grup) 120+120 dakika
Ders Planı Hazırlama/ Tartışma (21.03.2017-14.04.2017)	Öğretmen adaylarına verilen ders hazırlama protokolü göz önüne alarak ders planı hazırlamaları istenmiştir. Ders Planı Grup tartışması (bu süreç 4 kere tekrar etmiştir.)	Video kayıtları (grup) Yaklaşık 90 dakika (toplam 90 x4 dakika)
Öğretmenlik Uygulaması (03.04.2017-01.05.2017)	Ders sunumları (10B/ 10D) Her bir öğretmen adayı polinom kavramı üzerine 10 ders saati sunum yapmıştır.	Her bir öğretmen adayının bireysel ders sunumunun video kayıtları (400 dakika) Araştırmacının Alan Notları
Ders Sunumlarını Değerlendirme (03.04.2017-01.05.2017)	Ders sunumları sonrasındaki “Alan Eğitimi Projesi” dersi kapsamında sunum yapan iki öğretmen adayının sunumlarının değerlendirilmesi	Video Kayıtları (Grup) (120 dakika)
Adayların kendilerinin sınıf içi uygulamalarına ait video kaydı incelemeleri (03.04.2017-13.06.2017)	Öğretmen adaylarının kendi sınıf içi videolarına dair video kayıtları incelemeleri Herbir öğretmen adayı kendi sınıf içi uygulamasına dair video kayıtları haftada bir veya iki haftada bir toplan 4 seferde incelemiştir	Video Kayıtları (Bireysel) (Her bir öğretmen adayı ile toplamda yaklaşık 300 dakika)

3.5.1. Öğretmen Adaylarına Polinom Kavramı Üzerine Sunulan Video-Kayıt ve Adayları Bu Kaydı İncelenmeleri Üzerine Verilerin Toplanması

Videolar teori ile uygulama arasında bir köprü olması sebebi ile öğretmen ve öğretmen adaylarının eğitiminde büyük ölçüde kullanılan bir araçtır (Sherin, 2004; Sherin, Linsenmeier, & van Es, 2009). Videoların düzenlenmiş, kısaltılmış ya da düzenlenmemiş olması araştırmanın amacına göre değişebilmektedir. Kısa videoların incelenmesinin belirli konuya odaklanarak tartışma ortamı oluşturmaları ve daha kısa süre gerektirmesi gibi yararları olsa da sınıf içi etkileşimindeki karmaşıklık arasından ortaya çıkan önemli matematiksel durumları seçebilme adına düzenlenmemiş videolardan da yararlanılmaktadır (Santagata, vd., 2007; Stockero, vd., 2017). Öğretmen adaylarının mesleki farkındalıklarını desteklemek adına düzenlenmemiş videolar aracılığıyla videodaki sınıf etkileşimi içerisinde öğrencilerin hangi matematiksel düşüncelere ve hangi matematiksel fikirleri kullanma potansiyeline sahip olduklarını, bu düşüncelerden hangilerinin daha önemli olduğunu ayırt edebilmeleri ve ders esnasında ortaya çıkan önemli matematiksel durumları belirlemeleri önem arz etmektedir. Bu şekilde, öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalar üzerine farkındalıklarını incelemek ve sınıf içi ortamlardaki etkileşimlerin farkında olmaları, öğrencilerden öğrenmeyi öğrenmeleri açısından düzenlenmemiş sınıf videolarını incelemeyi, analiz etmeyi öğrenmeleri adayların kendi sınıf içi uygulamalarından önce deneyim sağlamaları adına avantajlı olabilmektedir (Stockero, 2014). Bir ders üzerine video-kayıt incelemenin temel amacı, öğretmen adaylarının sınıf-içi etkileşimdeki önemli özelliklere dikkat etmelerine, dikkat ettikleri durumları yorumlamalarına, bu durumlar karşısında nasıl karşılık/ tepki vereceklerini kendi bilgileri ışığında düşünmelerine yönelik fırsatlar sunmaktır (van Es & Sherin, 2002). Bu nedenle söz konusu çalışmada düzenlenmemiş ancak polinom kavramı bağlamında öğrenci düşünmesini içermesi üzerine tasarlanmış bir ders video-kaydından yararlanılmıştır. Söz konusu video kaydındaki öğrencilerle paylaşılacak soruların hazırlanmasında, ilk olarak araştırmacı tarafından öğrencilerin matematiksel düşüncelerini gerektiren sorular polinom kavramı literatürüne dayanarak biri Ankara diğeri Iğdır ilindeki devlet liselerinde 8 yıldır görev yapan 2 matematik öğretmeni ve matematik eğitimi üzerine

doktora yapan bir araştırma görevlisinin polinom kavramına dair öğrencilerin düşüncelerini gerektiren sorulara dair görüşleri üzerine hazırlanmıştır. Ankara ilindeki bir devlet lisesinde görev yapan öğretmen aynı zamanda matematik eğitimi üzerine doktora yapmaktadır. Ayrıca görüşü alınan araştırma görevlisi doktora tezinde polinom kavramından yararlanmıştır. Polinom kavramı üzerine hazırlanan sorular için öncelikli olarak “polinom nedir? (Argün, vd., 2014; Arıkan, & Halıcıoğlu, 2015; Greenwald, & Thomley, 2012; Fraleigh, 1970, s. 239; Hungerford, 1974; Usiskin, vd., 2003)”, “öğrencilerin/ öğretmen adaylarının polinom kavramı üzerine zorlandıkları, kavram yanılgısına sahip oldukları durumların neler olduğu ve kavrayışlarının nasıl olduğu (Argün, vd., 2020; Dede, vd., 2010; Dede & Soybaş, 2011; Gürbüz, Toprak, Yapıcı, & Doğan, 2011; Kutluca & Baki, 2009)” incelenmiştir. Literatürden incelenen kaynaklardan aslında polinom kavramının öğrenciler tarafından çok zorlanılan ve epistemolojisi açıdan zor bir kavram olmamakla birlikte denklem, fonksiyon, eşitlik, ters işlem gibi cebirsel düşünceleri gerektiren ayrıca tanımsızlık, belirsizlik, sonsuzluk ve sıfır kavramları arası ilişki kurmayı gerektiren bir kavram olduğu görülmektedir. Literatüre dayanarak araştırmacı hazırladığı taslak soruları ilk olarak danışmanının daha sonra ortaöğretim matematik öğretmenliği programında doktor bir araştırma görevlisinin ve son olarak dersi uygulayacak öğretmenin dönütlerine göre tekrar düzenlemiş ve son halini vermiştir (bkz. EK-6).

Araştırmacı 2015-2016 Eğitim-Öğretim yılı bahar yarıyılında 20 yıllık deneyime sahip bir matematik öğretmenin doğal sınıf ortamında 27 onuncu sınıf öğrencisinin olduğu sınıfta hazırlanan sorular aracılığıyla “10.7.1. *Polinom kavramı ve polinomlarla işlemler* (MEB, 2015)” konusunun kazanımlarının genel tekrarı üzerine iki ders saatini videoya kaydetmiştir. Videodaki öğretmene bulgular sunulurken kolaylık olması açısından “Özlem” öğretmen takma ismi kullanılmıştır. Özlem öğretmenin araştırmacının lise matematik öğretmenidir. Araştırmacı 2015-2016 öğretim yılı içerisinde Özlem öğretmenin polinomlar kavramı üzerine altı ders saatini (6 × 40’) takip etmiştir. Böylece hem öğrenciler araştırmacıya aşina olmuş hem de araştırmacı tekrar öğretmenin ders işleyiş tarzını gözlemleyebilmiştir. Özlem öğretmen derslerinde her zaman tartışma ortamı oluşturan bir öğretmendir. Bu çalışma için

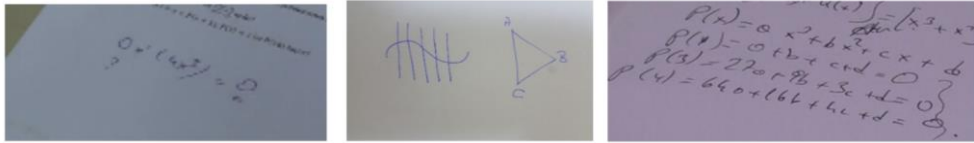
öğrencilerin düşünmesini gerektiren sorular aracılığıyla polinom kavramının pekiştirilebilmesini sağlayan ders tasarlanmış olsa da öğretmenin öğretim yaklaşımına müdahale edilmemiştir. Nitekim Özlem öğretmenin polinomların pekiştirilmesi üzerine iki ders saatini içeren videoda öğretmen pedagojisi üzerine iyi ve kötü örneklerle rastlanmaktadır. Videoda öğretmen öğrenci düşüncelerini ortaya çıkarabilecek polinom kavramını pekiştirme soruları (bkz. EK-6) üzerinden iki dersini yürütmüştür. Soruları öğrenciler dersin ilk 15 dakikası kendileri incelemiş daha sonra sınıfça tartışmaya başlamışlardır. Bu çalışmada amaç öğretmen adaylarının farkındalıklarını ortaya çıkarmak olduğu için video amaca uygun olarak öğrenci düşüncelerini kapsamaktadır. Özlem öğretmenin polinomları pekiştirme üzerine ders videosunu çektikten sonra araştırmacı videoyu bir matematik öğretmeni ve matematik eğitiminde doktora yapan bir araştırma görevlisi ile incelemiştir. Bu sayede araştırmacı öğretmen adaylarıyla bu video kaydı üzerine bireysel görüşme yapmadan önce video kayıttan gelen uyarıları inceleme fırsatı bulmuştur. Öğretmen adaylarına dersin tamamı yani seksen dakikası izletilerek burada dikkat ettiği durumlar, olaylar ve bu durumlara dair yorumlamaları ve öğretmenin yerine kendilerini koyduklarında bu durumlara dair tepkileri, nasıl karşılık verecekleri sorgulanmıştır. Burada öğretmen adaylarının farkındalıklarını belirlemek amaçlandığı için görüşme yarı yapılandırılmış olup öğretmen adaylarına doğrudan müdahalede bulunulmamıştır. Öğretmen adaylarının bireysel video incelemelerine dair farkındalıkları literatürde farkındalığı incelemek için kullanılan görüşme sorularından (Borko, vd., 2008; Jacobs, vd., 2010; Santagata, vd., 2007; van Es & Sherin, 2008) esinlenerek hazırlanan görüşme soruları aracılığıyla incelenmiştir (bkz. Ek-7). Polinom kavramı bağlamında sunulan video kayıt incelemelerine dair bireysel görüşmeler “Alan Eğitimi Araştırma Projesi” dersi kapsamında öğretmen adaylarından Selin, Kaan ve Ela ile toplam üç seans ve yaklaşık 200 dakika, Gizem ile ise toplam iki seans ve yaklaşık 160 dakika sürmüştür. Literatürde gözü takip etme şeklinde dikkati belirlemenin çeşitli yolları vardır (Godfroid, Boers, & Housen, 2013). Bu çalışmada video incelemesi sürecinde öğretmen adaylarına doğrudan dikkat ettikleri, önemli

gördükleri durumlarda videoyu durdurmaları ve adayların sözel ifadeleri aracılığıyla dikkat ettikleri durumlar belirlenmiştir (bkz. Şekil 3).



Şekil 3. Öğretmen adayı dikkat ettiği durumu işaret eder.

Öğretmen adayları mimikleri ve işaretleri ile dikkat ettikleri durumları belli etseler de bu durumları genel olarak sözel ifadelerle açıklamaktadırlar. Öğretmen adaylarının kendilerine sunulan polinom kavramı bağlamında gerçek sınıf video-kaydı incelemelerine dair farkındalıkları incelenirken öğretmen adayları ile araştırmacı bireysel görüşmüştür. Her bir öğretmen adayının söz konusu video-kaydı incelemeleri üzerine görüşmeler hem video kaydına alınmış hem de veri kaybı yaşanmaması adına ses kayıt cihazına kaydedilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının dikkat ettikleri durumu yorumlarken bazen çizerek, yazarak ifade ettikleri dokümanlar ve söz konusu uygulama üzerine günlüklerindeki veriler de incelenmiştir (bkz. Şekil 4).



Şekil 4. Öğretmen adaylarının video inceleme sürecinde yazılı verilerinden örnekler.

3.5.2 Öğretmen Adaylarına Polinom Kavramı Üzerine Sunulan Sınıf İçi Öğretime Ait Senaryo Durumları

Öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek için adaylara sunulan deneyim fırsatlarından ikincisi ise adaylara yazılı olarak verilen polinom kavramı üzerine sınıf içi öğretime ait bir senaryoyu incelemeleridir. Öğretmen adaylarına sunulan senaryo durumları

da kavram özelinde olup birincisi “sıfır polinomunun derecesi”, ikincisi ise “ $xy + 2$ ” ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği bilişsel çatışması” üzerine yazılı sınıf içi diyalog kesitlerini içermektedir. Bu senaryolar, literatürde genel olarak tüm sınıf ortamından ziyade daha kısa düzenlenmiş videoları incelemenin adayların belli öğrenme ve öğretme durumuna daha çok odaklandıklarını belirten çalışmalarda (Ulusoy, 2016) hazırlanan kavram odaklı ve öğrencilerin matematiksel düşünmesini içeren videolara benzer şekilde yazılı olarak hazırlanmıştır. Ayrıca, bu senaryo durumlarının adayların öğretimin hem öğretmeye hem de öğrenmeye yönelik yönlerini dikkate almalarını kapsayacak özellikte bir fırsat olarak tasarlanmıştır (Amador, 2017). Öğretmen adaylarının kendilerine sunulan videoda sıfır polinomunun derecesi üzerine tartışmalara öğretmen adaylarının hepsinin dikkat ettikleri ve bu durum üzerine farklı noktalara (*öğrencinin matematiksel düşünmesi, öğretmen pedagojisi, matematiksel durumlar*) yorum getirdikleri tespit edilmiştir. Araştırmacının alan notlarında, öğretmen adaylarının günlüklerinde ve bireysel sınıf içi video-kayıt inceleme görüşmelerinde sıfır polinomunun derecesi üzerine öğrenci fikirlerine öğretmen adaylarının odaklanmaları sebebiyle ilk sıfır polinomunun derecesi üzerine sınıf içi tartışma senaryosu ele alınmıştır. Ayrıca adaylara sunulan sınıf videosunun içermediği bir durum Dede & Soybaş (2011) öğretmen adaylarının polinomlara dair kavram imajlarını sundukları çalışmada ortaya koydukları öğretmen adaylarının polinomların bilimsel tanımı ile çatışma yaşadıkları “*polinomun bir belirsizli olması gerekir*” şeklindeki açıklamalarıdır. Araştırmanın başında gerçek sınıf içi videosunun içerdiği durumlar ve bilgiler dışında olan Dede ve Soybaş (2011)’in çalışmasında öğretmen adaylarının yaşadığı bu bilişsel çatışma sınıf içi video-kayıtta bulunmamaktadır. Bu durum adaylara sunulan alan tarama sorularında bulunmaktadır. Öğretmen adayları yazılı senaryoyu incelerken alan tarama sorularından gelen bilgilerini kullanmışlardır. Araştırmacı iki matematiksel durum üzerine sınıf içi yazılı senaryoları hazırlamış, araştırma boyunca görüşüne başvurduğu alanda doktor olan araştırma görevlisinden uzman görüşü almıştır. Danışman ile birlikte sınıf içi öğretime ait senaryo durumlarının son halini vermiştir (bkz. Ek 8). Senaryolar tasarlandıktan sonra adayların farkındalıklarını ortaya çıkarmak adına senaryoyu bireysel incelemeleri için

hazırlanan sorular alan da doktor olan araştırma görevlisinin görüşmeleri alınarak, uzman ve araştırmacının fikir birliğiyle beş sorunun ikisi diğer üç soru ile harmanlanmıştır. Örneğin, “Senaryodaki öğretmen siz olsaydınız, dikkatinizi çeken durumlarda sizler nasıl dönüt verirdiniz. Düşüncelerinizi ayrıntılı olarak yazınız.” tetikleyici sorusu “Eğer öğretmen siz olsaydınız o zaman yukarıda verilen kesitteki sınıf içi tartışmayı başlangıcından itibaren nasıl devam ettirirdiniz?” sorusuyla tümleşik hale getirilerek “Eğer öğretmen siz olsaydınız o zaman yukarıda verilen sınıf içi kesitteki tartışmayı başlangıcından itibaren nasıl devam ettirirdiniz (örneğin; dikkatinizi çeken durumlarda sizler nasıl karşılık verirdiniz, hangi örneği verirdiniz, öğrencinin düşüncesine nasıl müdahale ederdiniz vb.)? Düşüncelerinizi ayrıntılı olarak yazınız.” şeklinde son hali verilmiştir (bkz. Ek 8). Öğretmen adayları senaryoyu ilk olarak bireysel incelemelerinin ardından araştırmacının moderatörlüğünde senaryodan gelen uyarılardan hangilerine dikkat ettikleri, nasıl yorumlayacakları, dikkat ettikleri duruma dair önerileri, nasıl kararlar alacakları tetikleyici sorularıyla grup tartışması gerçekleşmiştir. Bu deneyim fırsatında yazılı dokümanlar ve senaryo durumları üzerine grup tartışmalarının video kaydı veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

3.5.3 Öğretmen Adaylarının Polinom Kavramı Üzerine “Öğretmenlik Uygulaması” Sürecindeki Deneyimleri

Dünya çapında öğretmen yetiştiren programların ortak bir özelliğinin içerikleri farklı olsa da alan deneyimi dersleri olduğu bilinmektedir. Öğretmen yetiştiren kurumlar adayların meslek hayatlarına sorunsuz bir şekilde geçiş yapabilmeleri için ilk elden alan bilgisine yönelik deneyimi sağlamayı amaçlamaktadır (Hammerness, Darling-Hammond, Grossman, Rust & Shulman, 2005). Santagata vd. (2007) alan bilgisi derslerinin, farklı programlarda rehberlik yönünden değişiklik gösterebilir de bu tür programların öğretmen adaylarının öğretim örneklerine maruz kalmaları için deneyim fırsatı oluşturma ve teoriyi uygulamaya dönüştürme fırsatı sağlama varsayımlarında ortak olduklarını belirtmektedir. Öğretmen yetiştiren programlarda genel olarak uygulama öğretmeni veya danışman öğretmenin derslerini gözlemlemek için uzunca süre vakit harcayan öğretmen adaylarının sınıf içinde

gerçekleşen önemli olaylara, matematiksel durumlara dikkat etmeleri ve bu durumları kendi bilgi ve deneyimleriyle yorumlamaları için gözlemlerinin belli yönergeler altında yapılması önerilmektedir (Campbell, 2012; Star & Strickland, 2008; Santagata, vd., 2007; Walkoe, 2015). Bu çalışmada literatürde alan deneyimi üzerine vurgulanan talepler göz önünde bulundurularak son deneyim fırsatı öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması süreci olarak tasarlanmıştır. Gerçekten Grossman, vd. (2009) öğretmen adaylarının kendi öğrenme-öğretme süreçleri üzerine düşünmelerini sağlayacak önemli deneyim fırsatlarından birinin “öğretmenlik uygulaması” dersi olduğunu vurgulamaktadır. Bu çalışmada öğretmen adayları pilot çalışmadaki gözlem protokolü (bkz. Ek 5) aracılığıyla ilk 6 hafta öğretmenlik uygulaması dersinde gözlem ve haftada 2 saat sınıf içi öğretimlerini yapmışlardır. Öğretmen adayları polinom kavramının öğretimine dair sınıf içi uygulamalarına kadar ilk altı hafta okul ortamına ve öğrencilere alışmıştır. Esas çalışma için polinom kavramı odağında öğretmen adaylarının farkındalıkları incelendiği için ilk altı haftaya ait gözlem notları veri olarak ele alınmamıştır. Araştırmanın ilk dört haftası lisedeki sınıf ortamının dışında “Alan Eğitimi Projesi” kapsamında uygulanan deneyim fırsatları dördüncü haftadan itibaren polinom kavramına dair ders planı hazırlama deneyimiyle devam etmiştir. Ders planı hazırlama sürecine eş zamanlı olarak araştırmacı polinomlar konusuna dair sınıf içi uygulamaları başlamadan önce sınıftaki öğrencilerin alışması adına öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamaları video kayıt altına almıştır. Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünmesine ve öğrenme-öğretme sürecine dair dikkatlerini tetiklemek ve öğrenci düşünmesine dair karar almalarını desteklemek adına, Hughes (2006) tarafından ortaya koyulan öğrenci düşünmesi üzerine ders planı hazırlama protokolü çalışmamıza uyarlanarak alanda uzman doktor araştırma görevlisi ve danışmanla son hali verilmiştir (Bkz. Ek 9). Öğretmen adaylarının ders planlarını hazırlarken ve tartışırken öğrenci düşünmelerini işe koşmaları adına öğretmen adayları kendilerine verilen protokol eşliğinde ders planlarını ilk olarak bireysel olarak hazırlamışlar daha sonra araştırmacının moderatörlüğünde grupça plan üzerine tartışmıştır. Öğretmen adaylarının herbiri “Polinom Kavramı ve Polinomlarla İşlemler”, “Polinomlarda Çarpanlara Ayırma

(MEB, 2015, s. 27)” konularının alt kazanımlarına dair ders planını bireysel hazırlamıştır. 21.03.2017- 14.04.2017 tarihleri arasında haftada bir gün “Alan Eğitimi Araştırma Projesi” dersi kapsamında araştırmacının moderatörlüğünde grupça Ek 9 daki sınıf içi uygulamalara hazırlıklara dair sorular aracılığıyla bireysel ders planları üzerine tartışılmıştır (bkz. Ek 9). Tüm ders planı hazırlama süreci video ile kayıt altına alınmıştır. Öğretmen adaylarının öğrenme-öğretme sürecine, öğrenci düşünmesi ve kavram ve kavramın matematiksel yapısına dair dikkatlerine dair veriler grup tartışmalarında adayların odaklandıkları, varsayılan öğrenci düşüncelerine nasıl karşılık vereceklerinin sorgulandığı durumlardan elde edilmiştir. Öğretmen adayları ders planları üzerine tartışmalar sürecinde birbirlerine uyarın olabildikleri görülmüştür.

Öğretmen adayları öğretmenlik uygulaması dersinde altı haftanın sonunda polinom kavramı üzerine sınıf içi uygulamalarına başlamıştır. Öğretmen adayları “04.04.2017-02.05.2017” arasında polinom kavramına dair hazırladıkları planları sunmuştur. Adayların sınıf içi uygulamaları video kaydına alınırken doğal sınıf ortamında hem tahtayı ve sınıfın çoğunluğunu görecektir şekilde sınıfın en arka sağ köşesine bir kamera, sınıfı ve öğrenciden gelen uyarınları daha rahat görebilmek adına en ön sol köşeye de ayrı bir kamera yerleştirilmiştir. Takılabilir/ giyilebilir kameranın yöntemsel zorlukları göz önüne alınarak kullanılmamasından dolayı öğretmen adaylarını ceplerine sadece ses kayıt cihazı yerleştirilmiştir. Ses kayıt cihazı ile öğretmen adaylarının öğrencilere bireysel olarak verdiği cevaplar, tepkiler, dönütler kayıt altına alınmıştır. Bu süreçte araştırmacı öğretmen adayını dıştan bir gözlemci olarak izlemiş herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Dışsal olarak bazı durumlarda öğretmen adayının nelere dikkat ettiğini belirleyebilen araştırmacı öğretmen adayının içsel olarak ne düşündüğünü adayların herbirinin video incelemeleri sürecinde sorgulamıştır. Sınıf içi uygulamalarını sunan öğretmen adaylarıyla haftada yaklaşık bir saat grup tartışması aracılığıyla görüşme yapılmıştır. Adaylarla sunumları sonrası yapılan grup tartışması için hazırlanan görüşme soruları alanda doktor iki uzmana gönderilmiş gerekli düzenlemeler yapılarak ve araştırmacının gözden kaçırdığı “Varsayalım ki bu dersi tekrar yapacaksınız neleri değiştirirdiniz? Neleri tekrar yaptınız?” sorusu

eklenerek son hali verilmiştir (bkz. Ek 10). Öğretmen adaylarının uygulamalarıyla aynı hafta içerisinde ya da bir hafta sonrası kendi sınıf içi uygulamalarına ait videoları bireysel incelemelerine ait görüşmeler Ek 7 de adaylara sunulan video inceleme sürecinde sorulan “Görüşmede Tetikleyici Sorular” aracılığıyla yapılmıştır. Görüşmeler video ile kaydedilmiştir. Burada öğretmen adaylarının farkındalıklarına ait veriler adayların videoyu durdukları durumlar üzerine sesli yorumlarından, açıklamalarından elde edilmiştir.

3.5.4. Öğretmen Adaylarının Deneyim Fırsatları Sürecini Değerlendirme Günlükleri

Araştırmada öğretmen adaylarının farkındalıklarının incelendiği süreç üzerine düşüncelerini yalnızken gözden geçirmeleri, sorgulamaları ve yansıtıcı düşüncelerini paylaşmaları amacıyla öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamaları dersi başlamasından itibaren tuttıkları günlüklerinden de yararlanılmıştır. Katılımcı öğretmen adaylarının herbirine araştırmacı tarafından birer defter verilmiştir. Araştırma sürecinde ilk 6 hafta öğretmen adayları öğretmenlik uygulaması dersine ve bu süreçteki deneyim fırsatlarına dair notlarını belli bir protokol olmaksızın bu deftere yazmışlardır. 6 hafta sonunda defterleri araştırmacı tarafından toplanmış ve bir hafta sonra incelenen defterler öğretmen adaylarına teslim edilmiştir. Öğretmen adayları polinom kavramına dair ders planı hazırlama, uygulama ve sunum sonrası tartışma üzerine düşüncelerini de bu defterlere yazmışlardır. Araştırma süresi sonunda defterler adaylardan alınmıştır. Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına gerekli dönütler sözel olarak verilmiştir.

3.6. Verilerin Analizi

Öğretmen farkındalığının kavramsal olarak ele alınışı, farkındalığı incelemek için sunulan fırsatlar değiştikçe çalışmalarda farkındalığı inceleme ve analiz etme yolları değişmektedir (Stockero & Rupnow, 2017). Söz konusu çalışmada öğretmen adaylarının farkındalığı farkındalığın üç bileşeni ve bu bileşenlerin tanımları göz önünde bulundurularak

incelenmiştir (bkz. Tablo 2). Öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek için ortaya koyulan deneyim fırsatları çeşitlilik göstermekte, ancak araştırma boyunca farkındalığa bakış açısı değişmemektedir. Yani deneyim fırsatları sürecinde öğretmen adaylarının dikkat ettiği uyaranlar, durumlar, olay ve olgular değişmiş ancak çalışma boyunca veriler van Es & Sherin (2002) ve Jacobs vd. (2010)'un bilişsel psikoloji yaklaşımına uygun olarak dikkat, yorumlama ve karar verme bileşenleri boyutunda analiz edilmiştir. Verilerin analizinde her bir deneyim fırsatı için ilk olarak öğretmen adaylarının dışarıdan gelen uyaranlar, algıları veya amaçlarından kaynaklı olarak dikkat ettiği birim fikirler belirlenerek bu fikirlerden hangi duruma/durumlara dikkat ettikleri içerik analizi ile analiz edilmiştir. Birim fikir öğretmen adaylarının üzerinde durdukları, dikkat ettikleri her uyaran sonundaki ifadeleri üzerine çıkarımlar, soyutlamalar ve adayların odaklanmalarındaki değişim olarak tanımlanmaktadır (Jacobs & Morita, 2002; Jacobs, Yoshida, Fernandez, & Stigler, 1997). Öğretmen adaylarının video incelemeleri sürecinde videoyu durdukları anlardaki cümleleri, düşüncelerini sundukları paragrafların içerik analiziyle öğretmen adaylarının dikkat ettikleri ve karşılık vermeye karar verdikleri birim fikirler belirlenmiş ve bu fikirleri nasıl yorumladıkları betimsel analizle analiz edilmiştir (bkz. Ek 11). Araştırma sürecindeki grup görüşmelerinde (ders planı tartışmaları ve senaryo tartışmaları) ise öğretmen adaylarının tartışmaları üzerine diyaloglar, adayların cümlelerinin içerik analiziyle dikkat ettikleri birim fikirler belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının tartışmalarından kesitler alınarak öğretmen adaylarının dikkat etme eğiliminde oldukları durumlar tespit edilmiş ve ele alınan tartışma kesitinde adayların bireysel olarak neye dikkat ettiği dikkat ettiği durumu nasıl yorumladığı ve varsa karşılık vermeye karar verme bileşenleri ortaya koyulmuştur. Örneğin aşağıda öğretmen adaylarının senaryo tartışmaları üzerine verilen kesitte, öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünmesi birim fikri üzerine dikkat ettikleri belirlenmiş ve her bir öğretmen adayının yorumlarının bireysel olarak nasıl olduğu incelenmiştir.

G: Bir *belirsizlikten bahsedilmemiş, bir sonuç mu bu?*

K: Hani *sonsuz değeri vardır.*

S: Evet *belirtmediği için acaba öğretmen kendisi de sonsuzdur mu* diye düşünüyor. (...) Sonsuz değeri vardır ama derecesi nedir? Kaçtır? Sonsuzdur öğrencinin düşüncesine göre bence.

G: O zaman sonsuz diyecek öğrenci.

E: Hayır *sonsuz demeyecek*.

A: Neden sonsuz demeyecek?

K: Ama orada *sonsuz demiyor* ki. Öğretmen demiş ki *sonsuz değeri* var. ”

Bu tartışmada her bir öğretmen adayı öğrencilerin ne düşündüğüne dikkat etmiş, Gizem, Kaan ve Selin’in öğretmenin cevabına göre öğrencilerin sıfır polinomunun derecesine dair düşüncelerini değerlendirdikleri belirlenmiştir. Ela ise düşüncesini tanımlayan yaklaşımla sunmuştur.

Dikkat edilen durumlar için literatürde kodlar ve temalar olsa bu çalışmada kavrama özel olarak dikkat edilen durumlar farklı kodlarla (örneğin; “belirsize değer atama”) adlandırılmıştır. Öğretmen adaylarının her bir deneyim fırsatı sürecinde dikkat ettikleri birim fikirler üzerine analiz süreci tamamlandığında birim fikirler “öğrencilerin matematiksel düşünmesi”, “öğretmenin pedagojik yaklaşımı”, “kavramın matematiksel yapısı veya kavramın öğretimi bağlamındaki yapısı” şeklinde ana temalarla kategorilendirilmiştir (bkz. Ek 12). Öğretmen adaylarına sunulan deneyim fırsatları sürecinde adayların polinom kavramı üzerine farkındalıklarının incelendiği bu çalışmada her bir deneyim fırsatı sürecinde çalışmanın durumu olan öğretmen adayının farkındalığı ilk bireysel olarak incelenmiştir. Öğretmen adaylarının dikkat ettikleri durumlar ve bu durumlar üzerine karşılık vermeye karar verme bileşenleri içerik analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Verilerin analizi sürecinde öğretmen adayları bazı durumlarda öğretime nasıl devam edeceklerine veya o anki duruma nasıl karşılık vereceklerine dair karar verme eğiliminde olsalar da, karşılık verdikleri her bir duruma aslında dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle karşılık verme eğiliminde bulundukları veya karşılık verdikleri her bir durum dikkat ettikleri durum olarak kodlanmıştır. Karşılık verdiği bu durumlar daha sonra yorumlanmıştır. Öğretmen adaylarının dikkat ettikleri durumları yorumlamaları ve anlamlandırmaları ise van Es & Sherin (2002)’nin analitik yaklaşım olarak belirlediği kodlar yardımıyla betimsel analiz

yöntemiyle analiz edilmiştir. Dikkat ettikleri durumu nasıl yorumladığı analitik olarak (van Es & Sherin, 2002) aşağıda verilen yaklaşımlara göre betimsel olarak sunulmuştur.

Tanımlayan yaklaşımla: Öğretmen adayı dikkat ettiği durumda (olayda, olguda) var olan durumu ortaya koyar. Durumu aynen tekrar edebilir. Başka ifadelerle durumu yeniden ifade edebilir. Örneğin; “Sıfır polinomunun derecesi üzerine konuşmadılar. Burada öğretmen dönüt falan vermedi. Sıfır polinomunun derecesi için bir dediler ama onu hiç sorgulamadı. Sıfırın üzerine ben 10 desem de sıfır bir desem de sıfır. Neden bir dedi? Bunun üzerine hiç konuşmadılar. Direk sabit polinoma geçtiler.”

Yargılayan yaklaşımla: Öğretmen adayı dikkat ettiği durumda (olayda, olguda) var olan durum üzerine sadece doğru/yanlış şeklinde yargı içeren sözcüklerle durumu betimler.

Örneğin; “Bence öğretmen doğru cevap verdi.”

Değerlendiren yaklaşımla: Öğretmen adayı dikkat ettiği durumda (olayda, olguda) var olan durum üzerine iyi ya da kötü; doğru ya da yanlış şeklindeki yargı içeren ifadeler ile düşüncesini yorumlar.

Örneğin; “Aslında çok güzel bir örnek verdi. (...)Öğrencinin yaptığı şey fonksiyonu anladığı şekilde günlük hayattan örnekle ifade etmesiydi.”

Açıklayan veya analiz eden yaklaşımla: Öğretmen adayı dikkat ettiği durum hakkında çıkarımlarda bulunmaya, belirlediği durumun arkasındaki nedeni açıklamaya çalışır.

Örneğin; “Her fonksiyonun bir polinom olmadığını da hani mesela “1 bölü $x - 1$ ” şeklinde paydada olanları düşünerek demişlerdir diye düşünüyorum. Hani çünkü x üzerine n felan diyoruz ya n pozitif bir tamsayı olacak diyoruz ya o nedenle böyle söylemişlerdir.”

Öğretmen adaylarının eğer mevcutsa dikkat ettikleri durumlar üzerine karşılık vermeye karar verme bileşenleri içerik analizi ile analiz edilmiştir. Karşılık vermeye karar verme bileşeni diğer iki bileşene nazaran daha örtük bir durum olsa da “*dikkat edilen durumlar üzerine bir öneri sunma*”, “*öğrencilerin fikirlerini tasdik etme*”, “*öğrencilerin fikirlerine nasıl ulaştığını sorgulama*”, “*öğrencilerin fikirlerini açmaya çalışma*”, “*öğrenci fikirlerindeki hataları düzeltme*”, “*öğretmenin pedagojik yaklaşımını sorgulama*” şeklinde kodlar elde edilmiştir.

Bulgular sunulurken öğretmen adaylarının deneyim fırsatları süreçlerindeki uyarılara, tetikleyicilere dikkat ettikleri noktalar altı çizili olarak ve öğretmen adaylarının dikkat ettikleri bu noktalar üzerine sözel ifadelerindeki birim fikirler *italik* vurgulanarak verilmiştir. Aşağıda öğretmen adaylarının bulgularının nasıl sunulduğuna dair örnek verilmiştir.

Bulgu Örneği

Videodan gelen uyaran “her fonksiyon bir polinom değildir ama her polinom bir fonksiyon” şeklinde bir öğrencinin kavramlar arası kurduğu ilişkidir.

“Ö: Neden öyle düşündün?”

T7: Çünkü her fonksiyon bir polinom değildir ama her polinom bir fonksiyondur.”

Selin öğrenciden gelen altı çizili olan matematiksel fikir üzerine dikkatini

“ Mesela, burada polinom fonksiyonlardan ben de bahsetmiştim. Orada neye dayanarak yazmıştım? Her polinomu bir fonksiyon olarak düşünebiliriz demiştim. Ama sonra öğrenciler şeyi düşünememiş olabilirler mesela tanım kümesi değer kümesi falan diye bir şey atamadık biz polinomları tanımlarken ya da fonksiyon kurabilmemiz için bir tanım kümesine bir değer kümesine ihtiyacımız var ben de bu şekilde bir genelleme yapmıştım, öncelikle. Temel kavramlardan hemen önce ben de böyle yapmıştım.(...)”

şeklinde sözel olarak açıklamıştır. Selin’in yorumunda kavramlar arası ilişki birim fikri üzerinde durduğu ve dikkat ettiği bu durumu açıklamaya çalıştığı görülmektedir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Nitel araştırmalarda araştırmacı uzaktan veri, bilgi toplayan kişiden ziyade çalıştığı alanda yakından zaman harcayan, araştırmaya dâhil olan bireylerle yakından iletişim kuran kişidir. Nitel araştırmalarda sürecin doğal parçası olan araştırmacıdan kendi kişisel varsayımları, önyargıları ve kuramsal pozisyonun farkında olması beklenmektedir (Merriam, 2013, s. 221). Bu çalışmada katılımcılarla sürekli etkileşim içinde olan araştırmacı katılımcılarla ilgili varsayımlarının farkında olarak veri toplama sürecini ve veri toplama sürecini gerçekleştirmiştir. Nitel araştırmalarda araştırma sürecinin doğal bir parçası haline gelen araştırmacının araştırmadaki rolünün üzerinde durulması gereken bir olgu olduğu belirtilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2013, s. 96).

Bu çalışmada araştırmacı tüm süreci organize etmekle birlikte duruma bağlı olarak farklı rollere sahip olmuştur. Araştırmacı esas katılımcısı öğretmen adayları olan ancak öğrenci ve öğretmenlerle etkileşimde olduğu bu çalışmada deneyim fırsatları için gerekli videoyu ve senaryoları tasarlamıştır. Etik açıdan tüm gerekli izinleri alarak, orta ekonomik ve başarı düzeyine sahip bir ortaöğretim kurumunun onuncu sınıfında 20 yıllık kıdem yılına sahip öğretmenin polinomların pekiştirilmesi üzerine ders videosunu çekmeden önce aynı sınıfta bulunmuş öğrencilerin kendisine ve kameraya aşina olmasını sağlamıştır. Araştırmacı sınıfın sağ arka köşesinde adaylara sunulacak videoyu çekerken öğretmene ve öğrencilere hiçbir müdahalede bulunmamıştır. Araştırmacı öğretmen adaylarının söz konusu videoyu bireysel inlemeleri sürecinde öğretmen adaylarının farkındalıklarını ortaya çıkarmak adına tetikleyici görüşme sorularını sormuş ancak adayları bir duruma dikkat etmeleri için yönlendirmemiş, adayların yorumlarına verdikleri kararlara herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Öğretmen adaylarının sınıf içi öğretime ait senaryo durumları toplu olarak incelemeleri sürecinde araştırmacı moderatör rolünü üstlenmiş adayların dikkat ettikleri durumları açığa çıkaracak tetikleyici sorular sormuş ancak adayları bir duruma dikkat etmeye yönlendiren sorular sormamıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının ders planlarını tartışmaları sürecinde de araştırmacı moderatör olma rolünü üstlenmiş ancak katılımcılara bu süreçte de herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Araştırmacı her bir deneyim fırsatı aracılığıyla verileri toplayan ve yorumlayan olarak tanımlanabilir.

Öğretmen adaylarının farkındalıklarının birçok bağlamdan (deneyim, uygulama öğretmeni vb.) etkilendiği gerçeği ile (Lee, 2016; Schoenfeld, 2011a) araştırmacı öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması dersine devam edecekleri okul ve uygulama öğretmenin aynı olaması ve 10. Sınıflara ders veren bir öğretmen olmasıyla ilgili tüm ayarlamaları yapmıştır. Araştırmacı danışmanın yürüttüğü öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında öğretmen adaylarının polinom kavramı öğretimleri öncesi adayların staj yaptığı okulda her bir öğretmen adayının ikişer saat ders sunumunu katılımcı gözlemci olarak izlemiştir. Ayrıca araştırmacı adayları her bir gözlemi sürecinde öğrencilerin aşina olması adına sınıfın sağ arka köşesine kamera yerleştirmiştir. Adaylar polinom kavramı sunumlarına başladıklarında

araştırmacı sınıf içi uygulamaları video kaydına alınırken doğal sınıf ortamında hem tahtayı ve sınıfın çoğunluğunu görecektir. Sınıfın en arka sağ köşesine bir kamera, sınıfı ve öğrenciden gelen uyarıları daha rahat görebilmek adına en ön sol köşeye de ayrı bir kamera yerleştirmiştir. Bu süreçte de araştırmacı öğretmen adayını dıştan bir gözlemci olarak izlemiş herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Dışsal olarak bazı durumlarda ders sunumlarında öğretmen adayının nelere dikkat ettiğini belirleyebilen araştırmacı öğretmen adayının içsel olarak ne düşündüğünü adayların herbirinin kendi öğretimlerine ait bireysel video incelemeleri sürecinde sorgulamıştır. Araştırmacı tüm deneyim fırsatları sürecindeki görüşmeleri yürütmüş ve video ile kayıt altına almıştır.

3.8. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Nitel araştırmaların geçerlilik araştırmacının elde ettiği bulgular ve yaptığı yorumların doğruluğu ve inanılabilirliğine, verilerin doğruluğu ve kapsamlılığına, güvenirlilik ise bulgu ve sonuçlarının tekrarlanabilirliği, istikrarlılığına tekabül etmektedir (Creswell, 2013). Bu çalışmada nitel araştırmaların geçerliliği ve güvenirliliği konusunda literatürde (Bal, 2016; Merriam, 2009; Silverman, 1993) ele alınan ve göz ardı edilmemesi gereken hususlar aşağıdaki alt başlıklarda detaylandırılmıştır.

Uzun süreli etkileşim ve sürekli gözlemler: Bu çalışmada 14 haftalık araştırma sürecinde her hafta her bir katılımcıyla en az 90 dakika formal ayrıca informal bireysel ya da görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması sürecinde araştırmacı her bir öğretmen adayının sınıf içi uygulamalarını 12 hafta gözlemlemiş son altı haftasını video kaydına almıştır. Öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamaları sürecinde de adaylarla öğrenme-öğretme süreci hakkında sürekli informal görüşmeler gerçekleşmiştir. Adayların sınıf içi sunumlarının ardından yapılan grup görüşmelerin dışında adaylar bazen telefonla aklına takılan soruları araştırmacıya sorma fırsatı bulabilmiştir. Dolayısıyla araştırmacı araştırma süreci boyunca adaylarla uzun süreli etkileşim halinde olmuş ve sürekli gözlem ve görüşmeler yapmıştır.

Zengin ve yoğun betimlemeler: Öğretmen adaylarının farkındalıklarını inceleme amaçlı olan bu çalışmanın nasıl tasarlandığı, nasıl uygulandığı, araştırmanın katılımcılarının kimler olduğu, bu kişilerin nasıl belirlendiği, veri toplama ve analiz etme süreçleri detaylı olarak zengin betimlemelerle açıklamıştır. Bulgularda da inandırıcılık adına zengin betimlemeler yapılmıştır.

Çoklu veri kaynaklarını kullanılarak üçgenleme farklı zaman ve mekanlarda gerçekleştirilen veri toplama süreci, veri toplama sürecinde farklı veri kaynaklarının kullanılması ve farklı bakış açılarına sahip kişilerden elde edilen verilerin çapraz sorgulanması anlamına gelmektedir (Merriam, 2009, s. 206). Bu çalışmada da öğretmen adaylarının farkındalıkları farklı deneyim fırsatları aracılığıyla, farklı zamanlarda, hem üniversite hem lise ortamında gerçekleşmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının yazılı dokümanları, her bir deneyim fırsatı sürecinde video kaydına alınan görüşmeler ve araştırmacının öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarına dair gözlemleri araştırmanın veri kaynağının çeşitli olması açısından inandırıcılığı arttırmaktadır. Ayrıca Merriam (2009) çoklu durum çalışması güvenilirliği arttırmak için kullanılan bir strateji olduğunu belirtmektedir. Çoklu durum çalışması deseninde olan bu çalışmada öğretmen adaylarının benzer ve farklı bakış açıları bulguları daha anlaşılır kılmakta ve bu bağlamda çalışmanın güvenilirliği arttırmaktadır.

Uzman incelemesi ve bilgilendirmesi: Araştırmanın tasarlanmasının başlangıcından itibaren, araştırma sürecinin oluşturulması, deneyim fırsatları sürecinde verilerin nasıl toplanacağı, veri toplama araçlarının hazırlanması, verilerin toplanması ve analizi sürecinde alanda uzman bir doktor araştırma görevlisinin görüşleri ve bakış açısından yararlanılmış ve danışmanla birlikte son karara varılmıştır. Ayrıca veri toplama araçlarının tasarlanmasında başka uzmanların da görüşlerinden faydalanılmıştır (bkz. Bölüm 3.4, 3.5).

Kodlama kontrolü: Nitel çalışmalarda farklı kodlayıcılar arası görüş birliğinin sağlanması araştırmanın güvenilirliğini arttırmaktadır. İlk kodlamadan belirli bir süre (6 ay) sonra araştırmacı tarafından veriler yeniden okunup kodlama yapılarak kararlılık yöntemi ile de araştırmanın güvenilirliğine katkıda bulunulmuştur (Weber, 1985). Araştırmacının altı ay sonra yaptığı kodlama ile ilk yaptığı kodlama arasında iki alt kategoride Araştırmacı kendi

yaptığı kodlamanın ardından ilk deneyim fırsatı sürecinde bir katılımcının tüm kodlanmış verileri yani verilerin yaklaşık % 10'luk kısmı Matematik Eğitimi alanında doçent bir uzman tarafından tekrar kodlanmıştır. Araştırmacının kodlamaları ile diğer kodlayıcının kodlamaları arasındaki uyum oranı %86,2 olarak belirlenmiştir (Miles & Huberman, 1994). Bu oran Uzmandan gelen dönütlere göre kodlar üzerine bazı fikir uyuşmazlıklarında düzenlemelere gidilmiştir. Örneğin, araştırmacı sınıf yönetimini ayrı bir kod olarak ele alırken alanda uzman bu kodun öğrenme & öğretme sürecinde öğretmenin pedagojik yaklaşımıyla ilgili olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı ve danışman bu fikir üzerine düşünerek öğretmenin pedagojik yaklaşımında sınıf yönetimi, öğretmenin pedagojik yaklaşımının bir alt kategorisi olarak ele alınmıştır. Ayrıca uzmandan gelen hem polinomun bir *gösterim* olarak adlandırılması hem de kavramlar arası ilişkinin bir alt teması olarak ele alınan “kavramın farklı *gösterimleri* arasındaki ilişki” temasında kullanılan gösterim ifadelerinin birbiriyle karışabileceği görüşünü sunmuştur. Tezde polinomun gösterim olarak üretilen bir kavram olması, farklı kavramların formu olmasıyla, kavramlar arası ilişkinin alt temasındaki gösterim ifadesinin ise temsil olarak ele alınmasıyla açıklanmış ancak alt temadaki gösterim ifadesi silinmemiş sadece gösterim ifadesinin temsil etmeye karşılık geldiği ifade edilmiştir.



BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu araştırmanın bulguları, ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve öğrenme & öğretme süreci üzerine farkındalıklarının; “dikkat etme, nasıl karşılık verileceğine karar verme ve karşılık verme” bileşenleri bağlamında içerik analizi ve “yorumlama/ anlamlandırma” bileşeni bağlamında betimsel analizi yöntemiyle veri analizleri ile elde edilmiştir. Bulgular “deneyim fırsatları” bağlamı üzerine başlıklarla paylaşılmıştır. Bunun nedeni okuyucuya söz konusu deneyim fırsatları süreçlerinde öğretmen adayları tarafından dikkat edilen durumlara, olgulara dair birim fikirleri, adayların dikkat ettikleri durumları anlamlandırmalarını ve deneyim fırsatlarının öğretmen adaylarının farkındalıkları üzerine sağladığı katkıları veya sınırlıkları daha açık ve detaylı olarak görebilme imkânı verme düşüncesidir.

4.1. Öğretmen Adaylarına Sunulan Video-Kaydı İncelemelerine Dair Öğretmen Adaylarının Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek için adaylara sunulan ilk deneyim fırsatı “Polinom kavramı ve polinomlarla işlemler” konusunun kazanımlarının genel tekrarı üzerine kıdemli bir matematik öğretmenin 27 onuncu sınıf öğrencisiyle gerçek sınıf ortamında iki ders saatinde (40' + 40') gerçekleştirdikleri tartışmalara ait video kaydı bireysel incelemeleridir. Öğretmen adaylarının bu videoyu incelemelerine dair

farkındalıkları üzerine elde edilen bulgular, adayların dikkat ettikleri durumlar (olgular/olaylar), bu durumlarla ilgili yorumları, eğer mevcutsa bu durumlar üzerine nasıl karşılık vereceklerine karar verme ve karşılık verme bileşenleri bağlamında ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının video-kaydı incelemelerine dair farkındalıkları öğrencilerin matematiksel düşüncelerine, öğrenme ve öğretme sürecine (özelde öğretmenin pedagojik yaklaşımına), kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki yapısına dair farkındalıkları olmak üzere üç ana başlık altında sunulmuştur. Öğretmen adaylarının video kayıt incelemesi sürecinde dikkatlerini çeken uyaranlar videodaki sınıf içi tartışmalardan diyalog kesitleri ya da öğrenci, öğretmen söylemleri şeklinde altı çizili olarak verilmiştir. Öğretmen adaylarının video-inceleme üzerine düşünceleri de dördüncü ana başlık altında paylaşılmıştır.

4.1.1. Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşüncelerine Dair Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının bireysel video-kayıt inceleme süreçlerinde öğrencilerin matematiksel düşünceleri üzerine dikkat ettikleri veya doğrudan karşılık verdikleri ya da nasıl karşılık vereceklerine dair kararlarını sorguladıkları birim fikirler; matematiksel ilişkilendirme, matematiksel iletişim, öğrencilerin polinomlara dair kavrayışları alt başlıklarında sunulmuştur.

4.1.1.1. Matematiksel İlişkilendirme

Matematiksel nesneler arasındaki ilişkileri ortaya koyma, matematiksel ilişkilerden hareketle fikir yürütme, genellemeler ve soyutlamalar yapma süreci matematik disiplininin karakteristik özelliğidir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının kendilerine sunulan videoyu inceleme süreçlerinde matematiksel ilişkilendirmeye dair dikkat ettikleri birim fikirler, kavramı günlük hayatla ilişkilendirme ve kavramlar arası ilişkilendirme olarak tespit

edilmiştir. Öğretmen adaylarının söz konusu birim fikirler üzerine farkındalıkları alt başlıklarda detaylandırılmıştır.

I. Kavramı Günlük Hayatla İlişkilendirme

Öğretmen adaylarının polinom kavramının genel tekrarı üzerine iki ders saatini incelediği videodaki sınıf içi tartışma, öğretmenin polinom ve fonksiyon kavramını sorguladığı,

“Öğretmen (Ö): Polinom deyince ilk aklınıza gelen nedir?

Öğrencilerden birkaçı (BT): Fonksiyon.

Ö: Peki fonksiyon deyince ilk aklınıza gelen nedir?

BT: Kıyma makinesi (öğrencilerin birkaçı), kurutma makinesi (birkaçı), öğrencilerin bazılarının x cevabı gelmektedir.

Ö: Ciddi cevaplıyorsun matematiksel olarak, tamam mı? (Burada öğretmen kurutma makinesi şeklinde bağırarak bir öğrenciye (T4'e) bu cevabı vermiştir.)”

diyalogu ile başlamıştır. Bu diyalogda öğrencilerin polinom kavramı denilince ilk fonksiyon kavramı akıllarına gelmesi üzerine öğretmen, öğrencilerin fonksiyon kavramına dair düşüncelerini sormuştur. Aslında burada öğrenciler polinom kavramı ile fonksiyon kavramını ilişkilendirmişler ancak öğretmen öğrencilerin bu ilişkilendirmelerini değil öğrencilerin fonksiyon kavramına dair düşüncelerini sorgulamıştır. Öğretmenin sorusu üzerine öğrenciler fonksiyon kavramı için akıllarına gelen günlük hayat örnekleri sunmuş ve öğretmen kurutma makinesi şeklinde cevap veren bir öğrenciye soruyu matematiksel olarak cevaplaması şeklinde dönütte bulunmuştur. Selin ve Kaan yukarıda verilen diyalog kesitinde öğrenci düşünmesi ve öğretmen dönütü üzerine uyarılardan öğrencilerin kavramı günlük hayatla ilişkilendirmesine (günlük hayat kullanımına dair örnek göstermesine) dikkat etmiştir. Ela ve Gizem ise bu durum üzerinde durmamıştır. Selin fonksiyon kavramı için öğrencilerden gelen kurutma makinesi söylemine dikkat etmiş ancak bu benzetmeyi fonksiyon makinesi olarak algılamış ve bu durumu yanlış algıladığını tanımlayan bir yaklaşımla,

“Neye dayanarak dedi acaba? Ben öğrencinin kurutma makinesi demesini *fonksiyon makinesi olarak algıladım*. Fonksiyon makinesi dedi zannettim böyle bir makineyi yani fonksiyon makinesini üniversitede biliyordum. *Ben bir an öğrencinin bir birikimi var zannettim* ama kurutma makinesi demiş.”

şeklinde sunmuştur. Selin bu durum üzerine matematiksel herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Selin'in burada öğrencinin matematiksel düşünmesi üzerine anlamlı farkındalığının olmadığını sadece durumu betimlediği görülmektedir. Kaan bu diyalogda öğrencinin kavramı günlük hayatla ilişkilendirmesine dikkatini,

“Aslında öğrenci *çok güzel bir örnek* verdi. Öğretmenin ‘fonksiyon deyince ilk aklınıza gelen nedir?’ sorusuna öğrenci ‘kıyma makinesi’ dedi. Öğrencinin esas yaptığı şey fonksiyonu anladığı şekilde, belki de öğretmen anlattı daha önce, *günlük hayattan örneklerle ifade etmesiydi*. İşte *fabrika, kıyma makinesi ya da kurutma makinesi hani girdisi çıktısı farklı olan örnekler*. Öğrencinin fikri bence buydu ve çok güzel bir örnek verdi.”

şeklinde yargı içeren bir ifadeyle betimlemiş ve bu betimlemesi arkasındaki nedeni açıklayan bir yaklaşımla sunmuştur. Kaan öğrencinin kavramı günlük hayatla ilişkilendirmesini yorumlarken öğrencinin burada fonksiyonu zihninde canlandırma şeklinin bu olabileceğini belirtmiştir. Kaan bu diyalogu yorumlarken öğrencinin matematiksel düşünmesine odaklanmasının yanı sıra öğretmenin öğrenciye yaklaşımını “Ama öğretmen *bunu ciddi algılamayıp ‘ciddi olalım matematiksel söyleyin’ diye tepki verdi. Yani matematik sadece sınıftadır bunları öğrenirsiniz bu kadar bunu gerçek hayatla ilişkilendirmemelisiniz, ilişkilendirirseniz ciddi olmuyorsunuz dedi resmen öğrenciye.*” şeklinde değerlendirmiştir. Kaan burada öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığı uygun bulmamış ve bu durumda kendisinin öğrencilere nasıl karşılık verebileceği sorgulandığında düşüncesini,

“*Ciddi ol yerine kıyma makinesi güzel bir örnek diyebilirdim. Neden kıyma makinesini bir fonksiyona benzettin diye sorardım. Açıklama olarak da şunu beklerdim: ‘eti koyuyorum ve kıyma olarak çıkıyor’. Bir girdisi ve bir çıktısı olduğunu bahsedip ikisi arasında fark olabileceğini veya bir şeyi başka bir şeye dönüştüreceğini biçim bakımından anlatabilirdi* belki öğrenci. Hatta öğrenci eti kıyma ile *eşleme şeklinde de düşünmüş olabilir.*”

şeklinde açıklamıştır. Kaan burada öğrenci düşünmesini işe koşarak karşılık verme noktasında öğrencilerin fikirlerini teşvik & tasdik etme ve bu fikrin altındaki nedeni sorgulama şeklinde karşılık verilmesi gerektiği şeklindeki kararını sunmuştur. Burada Kaan'ın öğrencinin matematiksel düşünmesini değerlendirdiği ve öğrencinin neden bu örneği vermiş olabileceğini açıklamaya çalıştığı görülmektedir. Ayrıca öğretmenin bu

düşünceye neden dikkat etmesi gerektiğini de ayrıntılı olarak açıklamıştır. Burada öğrencilerin fonksiyon kavramı için kurutma/ kıyma makinesi cevapları üzerinde tartışılması ve irdelenmesi gereken bir öğrenci düşünmesi olmasına rağmen videodaki Özlem öğretmen bu durum üzerinde durmamıştır. Özlem öğretmen öğrencileri tanınması nedeniyle bu durumu kayda değer görmemiş olabilir. Buna rağmen öğretmen adaylarının bu duruma dikkat etmeleri mesleki farkındalık açısından önem arz etmektedir. Burada sadece Kaan hem öğrencinin fonksiyonu günlük hayatla ilişkilendirmesine dikkat etmiş hem de bu düşünce üzerine öğretmenin tepkisine odaklanarak videodaki sınıf içi tartışmada kendisini öğretmen yerine koymuştur. Kaan bu durumda öğrenciye nasıl karşılık verilmesi gerektiği üzerine düşüncelerini paylaşmıştır. Selin öğrencinin verdiği günlük hayat örneğine sadece değinmiş, diğer iki öğretmen adayı ise bu duruma dikkat etmemiştir. Selin'in sadece öğrencinin söylemine değinmesinin nedeninin lisans öğrenimindeki tecrübelerinden yararlanarak kendisini öğrenci yerine koymasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Eğer Selin öğrenim hayatı boyunca fonksiyon makinesi gibi bir örnekle karşılaşmamış olsaydı o zaman öğrencinin bu söylemine de dikkat etmeyebilirdi. Bu durumda öğretmen farkındalığında algının dikkat etmedeki rolü karşımıza çıkmaktadır.

Video kayıta fonksiyonu günlük hayatla ilişkilendirme (günlük hayat kullanımına dair örnek gösterme) üzerine öğretmen adaylarının dikkatini çekebilecek bir diğer durum ise,

“(...)T5: Hocam, mesela benim fonksiyon deyince aklıma kullandığımız her şeyin işleyişi geldi.

Ö: Nasıl yani?

T5: Makinalar en basitinden hepsinin mantığı fonksiyona dayanıyor. Kurutma makinesi çok basit bir örnek, bilgisayarlarda falan milyonlarca fonksiyon gerekli.”

şeklinde gerçekleşen sınıf içi diyalogda öğrenciden fonksiyon kavramı için gelen günlük hayatta kullandığımız şeylerin işleyişi ve makinelerin mantığının fonksiyona dayanması fikridir. Öğretmen adaylarından bu fikirlere dikkat eden yine Selin ve Kaan olmuştur. Selin, video kayıta fonksiyon kavramı üzerine gerçekleşen yukarıdaki diyalogda öğrencinin kavramı günlük hayatla ilişkilendirmesine dikkat etmiş ve öğrencinin neden böyle düşünmüş olabileceğini sorgulayarak öğrencinin düşünmesini değerlendiren bir yaklaşımla “*Öğrenci bilgisayarlardaki girdileri çıktıları düşünerek demiştir* diye düşünüyorum. *Güzel bir*

yaklaşım olmuş.” şeklinde yorumlamıştır. Daha sonra Selin aynı öğrencinin fonksiyon için kullandığı ‘kullandığımız her şeyin işleyişi’ ifadesindeki ‘işleyiş’ kelimesine odaklanmış bu durumu kendi bilgileri doğrultusunda “Fonksiyonun kelime anlamı işlev belki de oradan her şeyin işleyişi dedi. Kelime manasını düşünerek söylemiş olabilir. İşlev, işleyiş olabilir.” şeklinde yorumlamıştır. Selin’e bu durumun neden dikkatini çektiği sorulduğunda lisansta aldığı bir derse atıfta bulunarak “Çünkü temel kavramlarda önce kelimenin kökenini araştırıyorduk ya da eş anlamlısını araştırıyorduk. Biz günlük yaşamda fonksiyonu nerede kullanıyorduk? İşlev, işleyiş ya da giriş olarak bunları kullandığımız için dikkatimi çekti.” şeklinde açıklamıştır. Selin öğrenciden gelen fikrin nedeninin fonksiyonun kelime anlamından kaynaklanmış olabileceği çıkarımını yapmış, bu çıkarımının nedenini de bahsettiği lisans dersinde kavramların kelime kökenlerini araştırmaları ve fonksiyonun kelime anlamını Selin’in bilmesi olduğu söylenebilir. Burada öğretmen farkındalığı için geçmiş yaşıttan gelen bilgilerin önemi ortaya çıkmaktadır. Selin burada öğrencinin fonksiyonu günlük hayatla ilişkilendirme durumuna dikkati üzerine öğrencinin neden böyle düşündüğünü sorgulamış, bu durumu açıklamaya ve açıklamaları üzerine kanıt sunmaya çalışmıştır. Selin’in bu durumlar üzerine farkındalığının analiz eden yaklaşımla olduğu söylenebilir. Ancak Selin dikkat ettiği bu durumlar üzerine de nasıl karşılık verilebileceğini sorgulamamıştır. Kaan da Selin’e benzer şekilde yukarıda verilen diyalog kesitinde bir öğrencinin fonksiyon için kullandığı “işleyiş” ifadesine dikkat etmiştir. Kaan öğrencinin kullandığı ‘bilgisayarlarda falan milyonlarca fonksiyon gerekli’ ifadesini değerlendiren bir yaklaşımla “Burada öğrencinin verdiği örnek güzel aslında bilgisayarlarda bir sürü komut var. Bunların hepsi tamamen fonksiyona dayanıyor diyor, doğru düşünüyor.” şeklinde yorumlamıştır. Kaan bir öğrencinin (T5’in) fonksiyonu günlük hayatla ilişkilendirmesini,

“Çünkü bilgisayarların işleme bir komut girersin bu komut işlenir, bilgisayarlarda girilen komut daha önceden belirlenmiş fonksiyona göre işlenir ve sonucunda bir çıktı verir. Biz burada “a” ya bastığımız zaman ekranda a çıkarken arkada sadece a yoktur sayılar vardır. Hatta sayılar bile sadece ikilik tabanda yazılıyor, 0 ve 1 rakamları var sadece, hepsi fonksiyon aracılığıyla yapılıyor. Önce 11000101 yazıyorsun programda 2 tabanında, fonksiyon aracılığıyla onluk tabanda +197 ye çeviriyor. Tamamen

bileşke fonksiyonlardan oluşuyor gibi bir şey çok derin, güzel bir örnek verdi aslında T5.”

şeklinde bilgisayarın işleyiş mantığından örnek sunarak detaylandırmıştır. Kaan’ın öğrencinin fonksiyonu günlük hayatla ilişkilendirmesi üzerine ayrıntı sunabilmesi lisans eğitiminde almış olduğu “Bilgisayar Programlama” dersindeki bilgilerine dayanıyor olabilir. Kaan burada öğrencinin kavramı günlük hayatla ilişkilendirmesini yorumlamasının sonunda öğretmenin öğrencinin düşüncesinin üzerinde durmamasını,

“Ama öğretmen çok üstünde durmayıp geçti. Sınıfta bütün herkesin de duyup canlandırması için sınıfa hoca tekrar edebilirdi. ‘Arkadaşınız bilgisayarın, bilgisayardaki işlemlerin bir fonksiyon olduğunu düşünüyor siz bu konuda ne düşünüyorsunuz?’ şeklinde sorabilirdi bence. Çünkü önemli bir benzetme güzel bir benzetmeydi bu kıyma makinesi, fabrika vesairenin dışında. Bir de neredeyse hepsinin de ilgili olduğu sürekli kullandığı ellerinde telefon, bilgisayar teknolojik olarak her şeye sahip oldukları onlarla ilgili bir şey olduğu için hepsinin biraz daha dikkatini çekebilirdi o konuya.”

ifadeleriyle değerlendirmiştir. Kaan burada öğrencinin verdiği örneğin diğer öğrencilerin de ilgisini çekebilecek günlük hayat örneği olmasıyla açıklamış ve öğretmenin bu örneği sınıftaki diğer öğrencilerin de düşünmelerini ve sorgulamalarını destekleyecek nitelikte soru sorması gerektiğini belirtmiştir. Kaan bu durum üzerine öğretmenin derse nasıl devam edebileceği şeklindeki kararlarını öğrenci fikrini sınıfa tekrar ederek öğrenci düşünmesine teşvik etme ve bu fikir üzerine diğer öğrencilerin fikirlerini sorgulama kategorileriyle açıklamıştır. Kaan öğretmen pedagojisi üzerine yorumunda “neredeyse hepsinin de ilgili olduğu sürekli kullandığı ellerinde telefon, bilgisayar (...) hepsinin biraz daha dikkatini çekebilirdi” şeklindeki ifadeleri ile öğrenci motivasyonuna da atıfta bulunmuştur. Burada Kaan öğrencinin verdiği günlük hayat örneğinin matematiksel açıdan ne anlama geldiğini bilgisayar programlama üzerinden matematiksel kanıtlar sunarak detaylı olarak açıklamaya çalışmış, Selin ise aldığı alan eğitimi dersinden kanıt sunmaya çalışarak işlev ifadesine odaklanmıştır. Her ne kadar dikkat ettikleri durumlar aynı olsa da bu durum üzerine getirdikleri yorumlarda Selin ve Kaan’ın bakış açılarının farklı olduğu görülmektedir. Öğrencilerin fonksiyonu işlev/işleyiş ile ilişkilendirmesi üzerine bulgular öğretmen adaylarının farkındalıklarının bakış açılarına göre şekillendiğinin ve geçmiş

deneyimlerinden etkilenererek yorum getirmeleri üzerine bir örnek niteliğindedir. Ayrıca Selin bu durumda da öğretmenin pedagojik yaklaşımına odaklanmamış, Kaan ise öğretmenin pedagojik yaklaşımına odaklanarak öğrencinin matematiksel ilişkilendirmesine nasıl karşılık verilmesi gerektiğine dair düşüncelerini sunmuştur. Ela ve Gizem ise öğrencilerin fonksiyonu günlük hayatla ilişkilendirme durumlarına dikkat etmemiştir.

II. Kavramlar arası ilişkilendirme

Öğretmen adaylarının kavramlar arası ilişki üzerine dikkat ettiği durumlar genel olarak öğrencilerin polinom ile fonksiyon kavramını ilişkilendirmeleri olmakla birlikte polinomun ve fonksiyonun doğruyla ilişkisi ve polinomun alt terimleri arasındaki ilişki üzerine uyarılardan kaynaklanmıştır. Öğretmen adaylarının kendilerine sunulan videoda matematiksel ilişkilendirme üzerine öğrenci ve öğretmen tartışmalarından gelen uyarılardan dikkat ettikleri birim fikirler alt başlıklarla verilmiştir.

a. *“Her fonksiyon bir polinom değildir ancak her polinom bir fonksiyondur” ilişkilendirmesi*

Öğretmen adaylarına sunulan videoda öğretmen ve öğrencilerin polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki ilişkiyi tartıştığı,

“T5: Polinomlar kümesi bence fonksiyonlar kümesinin bir alt kümesidir.

Ö: Neden öyle düşündün, T5?

T5: Çünkü her fonksiyon bir polinom değildir ancak her polinom bir fonksiyondur.

BT: Tam tersi değil miydi?

Ö: Hımmm bununla ilgili konuşmak isteyen? Arkadaşınızın düşüncesine katılıp katılmayan, hayır tersiydi diyen? Ya da evet doğruydu diyen?”

şeklinde gerçekleşen diyalogda dört öğretmen adayının da “her fonksiyon bir polinom değildir ancak her polinom bir fonksiyondur.” birim fikri üzerinde durduğu belirlenmiştir.

Selin öğrencilerin *“her polinom bir fonksiyondur”* şeklindeki genellemelerini lise seviyesindeki bir öğrenci için mantıklı bulmuş ve kendisinin de lisedeyken böyle düşündüğünü belirtmiştir. Selin öğrencilerin her polinomun bir fonksiyon olduğunu düşünmesinin mantıklı olabileceğini dile getirerek öğrencilerin neden böyle düşünmüş

olabileceklerini fonksiyon kavramı ile polinom kavramını neden ayırt edemediklerini değerlendiren bir yaklaşımla,

“Mesela burada polinom fonksiyonlardan ben de bahsetmiştim. Her polinomu bir fonksiyon olarak düşünebiliriz demiştim. *Burada bu aşamada bunu yapması bile oradaki bir öğrenci için mantıklı gelebilir.* Temel kavramlardan hemen önce ben de böyle yapmışım. Ama sonra tanım kümesini ve değer kümesini düşününce iki kavramın çok ayrı şeyler olduğunu söylemişim. *Öğrenciler şeyi düşünememiş olabilirler mesela tanım kümesi değer kümesi falan diye bir şey atamadık biz polinomları tanımlarken ya da fonksiyon kurabilmemiz için bir tanım kümesine bir değer kümesine ihtiyacımız var. Ders öncesinde ben de bu şekilde bir genelleme yapmışım.*”

şeklinde açıklamıştır. Selin burada öğrencilerden gelen fikirdeki kavramlar arası ilişki üzerine yorum getirmektedir. Selin öğrencilerin tanım ve değer kümesini göz önünde bulundurmadıkları için iki kavram arasındaki ayrımı yapamadıklarını düşünmektedir. Selin, polinomlar tanıtılırken polinomun tanım ve değer kümesine sahip olmadığı üzerinde durulmaması nedeniyle öğrencilerin bunu düşünemeyebileceğini dile getirmiştir. Aslında Selin yorumunda bahsettiği alan eğitimi dersini almadan önce kendisinin de her polinomun bir fonksiyon olduğu genellemesine ulaştığını belirtmiştir. Eğer Selin böyle bir dersi almamış olsaydı o zaman öğrencilerin kavramlar arası ilişkilendirmesini bu şekilde analiz edemeyebilirdi. Selin burada öğrencinin kurduğu kavramlar arası ilişkiyi doğru olarak değerlendirebilir ve kavramlar arası ilişkiye dair bir yorum getirmeyebilirdi. Selin yorumunda polinom ve fonksiyonlara dair konu alan bilgisini işe koşmakta ve söz konusu alan eğitimi dersindeki deneyimlerine atıfta bulunarak düşüncesini açıklamaktadır. Selin, öğrencilerin her fonksiyonun bir polinom olmadığına dair düşüncelerinin nedenini,

“(…) hani mesela ‘1 bölü $x - 1$ ’ şeklinde paydada olanları düşünerek demişlerdir diye düşünüyorum. Çünkü x üzerine n felan diyoruz ya n pozitif bir tamsayı olacak negatif olamaz diyoruz ya o nedenle böyle söylemişlerdir.”

şeklinde açıklamıştır. Selin’in öğrencilerden gelen matematiksel kavramlar arası ilişkiye dair yorumunu örnekle destekleyen ve açıklamalarını detaylandıran yaklaşımı nedeniyle bu durum üzerine farkındalığının yüksek olduğu söylenebilir. Selin’in kavramlar arası ilişki üzerine dikkat ettiği bu durumda da karşılık vermeye karar vermesi üzerine herhangi bir

bulgusu yoktur. Selin'in karşılık verme üzerine düşünmemesinin nedeni kendini öğretmen yerine koymamasından, dikkat ettiği durumları genel olarak öğrenci kimliğiyle yorumlamasından kaynaklanıyor olabilir.

Ela polinom ve fonksiyon kavramları üzerine sınıf içi tartışmayı uzunca bir süre dinledikten sonra öğrencilerin “her fonksiyon bir polinom değildir ancak her polinom bir fonksiyondur” fikirlerindeki kavramlar arası ilişkiye dikkatini,

“(...) kendi zihnindeki şeyle polinomla fonksiyon ayrı dünyalar gibi geliyor, keşke matematiksel açıklamasına baksaymışım. Burada öğrencilerin düşüncelerini irdeleyecek olursak öğrencilerin burada polinom deyince direk fonksiyon aklına geliyor. Kendi düşüncemle bu uymuyor ama öğrencileri bu fikre ikna edemem. Öğretmen olarak polinom ve fonksiyon arasındaki farkı iyi bilmek gerekiyor. Her fonksiyonun polinom olmadığına farkında öğrenci.”

cümleleriyle sunmuştur. Ela öğrencilerin kavramlar arası kurduğu ilişkinin kendisine göre doğru olmadığını, polinom ve fonksiyonun aslında birbirinden bağımsız kavramlar olduğunu belirtmektedir. Ancak, Ela bu durumu matematiksel olarak açıklamaya bilgisinin yetmediğini dile getirmiştir. Ela'nın polinom ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi öğretmenlerin iyi bilmesi gerektiği şeklindeki çıkarımından dikkat edilen durumu hem yorumlama için hem de öğrenciye karşılık verme noktasında farkındalığın anlamlı olması için matematik uzmanlık alan bilgisine ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Her ne kadar öğrenci düşüncesinin yanlış olduğunu düşünse de Ela bu durum üzerine matematik bilgisi eksikliğine atıfta bulunarak dikkat ettiği durumu açıklayamamıştır. Dolayısıyla Ela'nın burada dikkat ettiği durum olarak matematiksel kavramlar arası ilişki üzerine yorumu yargı içeren bir ifadeyle sınırlı kalmaktadır. Ela'nın fonksiyon ve polinom alan bilgisinin burada kavramlar arası ilişki üzerine farkındalığını da etkilendiği söylenebilir.

Kaan videodaki diyalog kesitinde birkaç öğrencinin “her fonksiyon bir polinom değildir ancak her polinom bir fonksiyondur” birim fikri için “o tam tersi değil miydi?” sorusu üzerine öğrencilerin polinom ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi tam olarak içselleştirmediklerine dair düşüncesini *“O tam tersi değil miydi? Birçoğunun aklında bu soru var. Buradaki problem bunun bir cümleyle söylenmesi ve tam olarak açıklanmaması olabilir. Çünkü içselleştirilmemiş hani kendisine canlandırmamış onu. Sadece cümle kalıbı kalmış.*

Altkümesi de yanlış bir tabir aslında.” cümleleri ile sunmuştur. Burada öğrencilerde kavramlar arası ilişkiyi anlamlandıramama durumunu ve bazı öğrencilerin bu ilişkiyi yanlış yapılandırmış olduğunu dile getiren Kaan, polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki ilişkinin derslerde tam açıklanmadığını belirtmektedir. Ancak burada Kaan kavramlar arası ilişkinin nasıl açıklanması gerektiğini kendisi de sunmamıştır. Kaan buradaki yorumunda bir öğrencinin kullandığı “*alküme*” ifadesinin uygun olmadığını belirtmiş ancak bunun da nedenini açıklamamıştır. Kaan’ın dikkat ettiği bu durumları irdelememe sebebinin polinom kavramı alan bilgisinden kaynaklandığı söylenebilir. Gerçekten, Kaan alan tarama soruları dokümanında her polinomun fonksiyon olduğunu belirtmiş ancak detaylı açıklamada bulunmamıştır (bkz. Bölüm 3.3.1.4). Kaan’ın öğretmenin öğrencilere dönütünü yargı içeren “Tartışma doğru o nedenle *dikkat çekmek güzeldi hani burada ne söyleyebilirsiniz, doğru mu yanlış mı veya katılıyor musunuz? Ya da niye katılıyorsunuz, neden doğru?*” ifadeleriyle öğretmenin öğrencilere yönlendirdiği soruları onaylar nitelikteki yorumundan öğrencilere karşılık verme noktasında öğrencilerin fikirlerini sorgulayan yaklaşımı benimseyeceği düşünülebilir.

Gizem de öğrenciden gelen “her polinom bir fonksiyondur ancak her fonksiyon bir polinom değildir” fikri üzerine dikkatini,

“ (...) Ama aslında polinom, *polinom fonksiyon diye geçiyor hep hani belki MEB kitabında böyle geçmiyor ama genel bir tabir var öyle o yüzden öğrenciler hep polinom fonksiyonu diyorlar*. Hatta ben bunu çok iyi hatırlıyorum lisede hoca bu öndeki arkadaşımızın söylediğini ‘*her polinom bir fonksiyondur ama her fonksiyon bir polinom değildir*’ diye söylemişti. Belki o yüzden söyledi bilmiyorum.”

söylemleriyle kendi geçmiş bilgilerine dayanarak sunmuştur. Gizem burada öğrencilerin polinom ve fonksiyon arasında kurdukları ilişkinin polinom öğretiminden kaynaklı olabileceğini tanımlayan bir yaklaşımla ifade etmiştir. Videoda öğrenciden gelen “her fonksiyon bir polinom değildir ama her polinom bir fonksiyondur.” fikrine öğretmen adaylarının hepsi dikkat etmiştir. Selin dışındaki adaylar bu durum üzerine farkındalıklarını tanımlayan bir yaklaşımla sunmuşlardır. Selin alan bilgisini işe koşarak kavramlar arası ilişki üzerine detay vermeye çalışmıştır. Ancak Selin öğrencilerden gelen “her polinom bir fonksiyondur” fikrini kendi öğrenci kimliğiyle irdelemiş ve bu durumda öğrencileri nasıl

yönlendirilebileceği üzerine düşünmemiştir. Selin kendisini öğretmen yerine koymadığı bu durum üzerine karar verme bileşenini işe koşmamaktadır. Kaan ise diğer öğretmen adaylarından farklı olarak kavramlar arası ilişkinin yanında öğretmenin dönütü üzerine dikkatini yargı içeren ifadelerle sunmuştur. Burada Kaan'ın öğretmen dönütü üzerine yorumundan böyle düşünen öğrencilere karşılık verme noktasında “öğrenci fikirlerini sorgulama” yaklaşımını benimseyebileceği izlenimi oluşmaktadır. Her ne kadar öğretmen adaylarının her biri öğrencilerin polinom ve fonksiyon için “her fonksiyon bir polinom değildir ama her polinom bir fonksiyondur” ilişkisine dikkat etseler de bakış açılarından, eğilimlerinden ve alan bilgilerinden gelen farklılıklar nedeniyle farklı yorumları olduğu çıkarımında bulunulabilir. Ayrıca, öğretmen adaylarının aynı durum üzerine farklı yorumlar getirmelerinin nedeni farklı insanların mevcut bilgi, deneyim ve inançlarından kaynaklı olarak aynı durum üzerine farklı şeyleri görmesi, algılaması (Olson, Roese, & Zanna, 1996) olarak açıklanabilir.

b. Polinom ve fonksiyon kavramlarını doğru/ doğru denklemi ile ilişkilendirme

Öğrenciler polinom ve fonksiyon üzerine düşüncelerini ortaya koyarken bir öğrenci polinom için “T7: Polinom deyince bir doğrunun fonksiyon cinsinden denklemi geliyor aklıma.” başka bir öğrenci de fonksiyon için “T3: Şimdi koordinat sisteminden geçen doğrunun denklemi geldi.” şeklinde polinom ve fonksiyon kavramlarını doğru ile ilişkilendirmiştir. Selin öğrencilerin bu ilişkilendirmelerinin neden kaynaklanabileceğini “(...) öğrencilere *doğrunun basit bir şey gibi geliyor olmasından kaynaklı olabilir ya da genelde doğru üzerinden bir şeyler yaptığımız için mi hep doğruya bağlıyorlar?*” ifadeleriyle sesli olarak sorgulamıştır. Ayrıca Selin doğrunun görsel açıdan öğrenci gözünde grafikte hemen canlanabilmesinden kaynaklı olarak öğrencilerin polinomu ve fonksiyonu birinci dereceden polinom fonksiyonun grafiği ile ilişkilendirmiş olabileceğini,

“Çünkü *doğru daha basit olduğu için ya da tek dereceli olduğu için ya da hemen gözünün önünde grafikte canlandırabildiği için her şeyi doğruya endeksliyor olabilir öğrenciler.* Görsel açıdan da kolay geliyor olabilir.”

şeklinde yorumlamıştır. Selin'in yorumlarında öğrencinin kavramlar arası kurduğu ilişkilendirmeye dikkat ettiği ve öğrencilerin kavramlar arasında kurduğu ilişkiyi sorguladığı görülmektedir. Selin öğrencilerin polinom ve fonksiyon kavramlarının doğru kavramı ile ilişkilendirmelerinin nedenini doğru kavramına atıfta bulunarak ve görsel açıdan değerlendirerek açıklayan ifadelerle sunmuştur. Selin dışındaki öğretmen adayları bu durumlara dikkat etmemiştir. Kaan "polinom deyince aklıma bir doğrunun fonksiyon cinsinden denklemi geliyor" ifadesini sadece tekrar etmiş ancak bu durum üzerine herhangi bir sözel açıklamada bulunmamıştır. Bu nedenle Kaan'ın bu durum üzerine farkındalığı ele alınmamıştır. Selin'in bir öğrencinin fonksiyonu "koordinat sisteminden geçen doğrunun denklemi" ile ilişkilendirmesini irdelemesi üzerine Selin'in karşılık verme bileşeni bağlamında bu durum üzerine ne yapacağı araştırmacı tarafından "*Peki sen öğretmenin yerinde olsaydın bu durumda böyle düşünen bir öğrencine nasıl karşılık verirdin?*" şeklinde sorgulanmış ve Selin,

"Mesela yine doğrunun denklemi dedi ya yine parabolleri düşünebiliriz. 'Sadece doğru denklemi olarak değil de *parabolü düşündüğümüzde bunun fonksiyon olduğunu düşünmüyor musun?*' diye sorabilirim. Ya da yine aynı şekilde doğru da birinci dereceden ama fonksiyon genel bir fonksiyon yapsak atıyorum x^3 fonksiyonu *sence bu bir fonksiyon değil mi?* Neden sadece doğruyla kısıtlıyorsun diyebilirdim her halde diye düşünüyorum."

söylemleriyle nasıl karşılık verebileceği üzerine düşüncelerini sunmuştur. Selin'in öğrencinin fikrine nasıl karşılık vereceğine karar verme bileşeni bağlamında, öğrencinin fonksiyon denilince doğruya odaklanmasını başka bir öğrencinin polinom kavramını doğruyla ilişkilendirmesine benzeterek video-kayıtta öğretmenin polinomu doğruyla ilişkilendiren öğrenciye verdiği "*Polinomlar hep doğru mu gösterir sence?*" şeklindeki karşılıktan yararlandığı görülmektedir. Selin'in söylemlerinden öğrencinin cevabına karşılık biraz öğrenciyi yönlendirerek öğrencinin fikrini düzeltme şeklinde bir yol izleyeceği izlenimi oluşmaktadır. Burada Selin karşılık verme bileşeni için öğretmeni rol model olarak öğretmenin öğrenciye parabol için sorduğu soruları ele almıştır. Selin'in Özlem öğretmenin sınıf içi videosunu incelerken öğretmenin önemli durumlara nasıl tepki verdiğine dikkat ettiği ve öğretmenin aldığı kararları kendisinin öğretime dair nasıl kararlar alacağına dair

muhakemelerinde işe koştugu görülmektedir. Dolayısıyla öğretmenin öğrencilerin düşüncelerini sorgulamasına yönelik durumlar içeren bu videoyu incelemelerinin öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel ilişkilendirmelerine nasıl karşılık vereceklerine dair kendilerini sorgulamaları için farkındalıklarını destekleyecek bir deneyim fırsatı olduğu söylenebilir.

c. Polinom ve fonksiyon kavramlarının farkı (Çoklu terim ve derece)

Öğretmen adaylarının hepsi polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki ilişki üzerine sınıf içi tartışma son bulduğunda öğretmenin ve öğrencilerin kavramlar arası ilişkiyi yapılandırması bağlamında dikkat ettikleri noktaları sunmuştur. Polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki ilişki üzerine tartışma,

“Ö: Sonuç olarak iki kavram arasındaki fark nedir? Var mıdır?

T12: Derece, sabit terim. (Öğretmen mimikleri ile onaylar.)

T14: Çoklu olması

Ö: Çoklu olması, fonksiyonlarda çok terimli olabilir ama polinomlarda da birden fazla terimlerin toplamı vardı, değil mi? Aradaki fark anlaşıldı galiba. (...)”

şeklindeki diyalog kesitiyle son bulmuştur. Selin polinom ve fonksiyon kavramlarının tanımları arasındaki fark üzerine T12 den gelen “derece” fikrini onaylayabileceğini “(...) *çünkü polinomlarda dereceler pozitif olmalı, fonksiyonlarda x^{-2} leri de alabiliyoruz ama polinomlarda alamıyoruz*” şeklinde ifade etmiştir. Selin polinomun çoklu terim olmasını mimikleriyle onaylasa da, bu durumun polinom ve fonksiyon arasında bir fark oluşturmadığı şeklindeki düşüncesini,

“Öğretmenimiz *polinomlarda terimlerin toplamı var, çoklu terimler* diyor. Ben bunu *aynı şekilde fonksiyonlarda da yaparım.* (...) Öğrencinin gözünde çok bir şey varsa *polinom “ama az bir şey varsa $f(x) = x$ şeklindeki ifadeler fonksiyon gibi.* Öğretmenimiz *bunu fark olarak aldı. Bu bir fark değil.*”

cümleleriyle sunmuştur. Selin’in yorumunda öğrenciden gelen çoklu terim ifadesi üzerine öğrencilerin çok terimli ifadeleri polinom ama daha az terim varsa fonksiyon olarak algıladıkları şeklinde tahmin yürüttüğü ve öğretmenin bu fikri kavramlar arası fark olarak yapılandırıldığını belirttiği görülmektedir. Selin burada öğrencilerin nasıl düşündüklerini açıklamaya çalışan bir yaklaşımla sunmuş olsa da kavramsal olarak herhangi bir açıklamada

bulunmamış ve yargı içeren bir ifadeyle öğretmenin kavramlar arası farkı yanlış yapılandığı üzerine düşüncesini sunmuştur. Kaan da Selin'in dikkat ettiği durum olan çok terimli olmanın polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki fark olmadığını “*Fonksiyon da birden fazla terimin toplanması, polinom da birden fazla terimin toplanması şeklinde yazılabilir. Net bir fark anlamadım. Derece doğru, çünkü polinomda derece önemli bir kavram.*” söylemleri ile ifade etmiştir. Kaan burada sadece düşüncesini *tanımlayan* yaklaşımla ortaya koymuş ve kavramlar arasındaki ilişki için herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Burada verilen diyalog kesitinde kavramlar arası ilişki üzerine uyarılar bağlamında Ela ve Gizem'in yorumları öğrenme ve öğretme süreci üzerine detay içermektedir. Dolayısıyla Ela ve Gizem polinom ve fonksiyon farkı üzerine farkındalıkları “öğretmenin pedagojik yaklaşımı” başlığı altında ele alınmıştır.

d. Bir polinomun terim sayısı ile o polinomun derecesi arasındaki ilişki

Video-kayıtta derecesi verilen bir polinomun terim sayısının en çok ve en az kaç olacağı üzerine tartışma sürecinde bir öğrencinin “T2: Terim sayısı dediğim derece artı bir değil mi?” şeklinde kurduğu ilişkiye öğretmen adaylarından Selin dikkat etmiştir. Selin burada öğrenci düşüncesine dikkatini “Şimdi, *dereceyle terim sayısı arasındaki ilişki dedi. Ben cebirsel olarak toplama ve çıkarma ile ayırdığımız her bir elemanı terim olarak düşünmüştüm. Hiç terimle dereceyi ilişkilendirmemiştim.*” ifadeleriyle sunmuştur. Bu ifadesinde Selin polinomlarda terimi nasıl ele aldığını açıklamıştır. Daha sonra böyle düşünen bir öğrenciye karşılık verme bileşeni bağlamında Selin “*Polinomlarda terim sayısı 'derece sayısı+1'e eşittir diyemeyiz. Ama her farklı dereceye bir terim diyoruz. Böyle toparladım.*” şeklinde öğrencinin fikrinin hatalı olduğunu düşünerek doğrudan öğrencinin hatasını düzeltecek şekilde dönütte bulunacağını belirtmiştir. Selin burada öğrencinin fikrini irdelemekten ziyade öğrencinin fikrinin hatalı olduğu düşüncesiyle öğrencinin kurduğu ilişkinin nasıl olması gerektiği yönünde karşılık verme bileşenini işe koşturmaktadır. Aslında ders akışı içerisinde öğrencinin kurduğu ilişki derecesi bilinen bir polinomun en çok kaç terimli olabileceği sorusuna dair bir ilişki ise öğrencinin “terim sayısının derece artı bir”

olduğu fikri doğru kabul edilebilir. Ancak T2'nin "Zaten terim sayısı dediğim derece artı bir değil mi?" söyleminden derece ve terim sayısı arasında genel olarak terim sayısını 'derece+1' olarak ele aldığı düşünülürse T2'nin polinomun terim sayısını bulurken katsayıları sıfır olan terimleri göz önünde bulundurmamış olduğu düşünülebilir. Eğer T2 katsayısı sıfır olan terimleri de göz önünde bulundurarak terim sayısını belirlediyse öğrencinin bu şekildeki düşüncesi de yanlış olarak değerlendirilemez. Burada polinom konusuna kavramsal olarak bakıldığında akademik anlaşmazlıklar olan konulardan biri olduğu söylenebilir. Bu bağlamda Selin'in öğrencinin (T2'nin) fikrini değerlendirmesi anlam kazanmaktadır. Eğer Selin öğrencinin fikrini irdelseydi o zaman öğrencinin terim sayısı ve derece arasında kurduğu ilişki üzerine Selin'in farkındalığının yüksek olduğu söylenebilirdi, ancak burada kavramlar arası ilişkiden ziyade Selin'in polinomlarda terim sayısını belirlemek üzerine bilgisini işe koştugu söylenebilir.

e. Fonksiyonlarda değişkene, polinomlarda belirsiz değer atama

Videoda öğrenciler polinom ve fonksiyon kavramları üzerine fikirlerini sunarken öğretmen ve T11 arasında gerçekleşen diyalogda, Selin ve Gizem, öğrencilerin fonksiyon için değişken yerine değer atayarak görüntü kümesini oluşturma fikri üzerine öğretmenin "polinomda aynı şey oluyor mu?" sorusuna dikkat etmiş ve burada polinomun işlevi üzerine yorum getirmiştir. Selin "f için x yerine 2 koydu ama P için de koyar." şeklinde düşüncesini sadece betimlemiştir. Gizem ise aynı durum üzerine dikkatini,

"Hocam aslında öğrenci fonksiyon için çok güzel bir şey söyledi. "Değerler veriyorum ve başka bir eşleme yapıyorum" dedi. Ama öğretmen dedi ya 'polinomda bunu yapabiliyor musunuz?' diye. Eeee yapabiliyoruz aslında yapıyorlar yani ben matematik kitaplarında görüyorum. $P(3)$ ü soruyor mesela buluyorlar. Polinomda yapamıyoruz deseler aslında bunu açıklasalar sınıfta böyle ekstra bir şey olurdu benim için. Ama yapılıyor aslında niye yapılıyor ben de şu an bir karmaşa yaşadım. Polinom özel bir fonksiyon gibi oluyor aslında."

söylemleriyle sunmuştur. Gizem'in de Selin'e benzer şekilde polinomlara değer verilebildiğini düşündüğü, polinomun işlevi üzerine bu düşüncesini desteklemek için matematik kitaplarını kanıt göstermeye çalıştığı ancak $P(x)$ bir polinom ise $P(3)$ ü

bulmanın ne demek olduğunu açıklamadığı görülmektedir. Selin ve Gizem'in bu durumu açıklayamama sebeplerinin değer homomorfizması⁷ tanımını hatırlayamamalarından kaynaklı olduğu söylenebilir. Ela ise videodaki sınıf içi tartışma sırasında öğrencilerin birinden gelen “*polinomu çözme*” ifadesine dikkat etmiş ve bu ifadenin polinom için uygun olmadığına dair düşüncesini polinomun öğretimi bağlamındaki yapısı üzerinden açıklamıştır. Dolayısıyla Ela'nın burada dikkat ettiği durum olan polinomlarda belirsiz değer atama, kavramın öğretimi bağlamındaki yapısının bir alt başlığı olarak yeniden ele alınmıştır. Ela, Gizem ve Selin gibi polinoma değer atandığını ve burada öğrencinin “polinomlarda çözüm” söyleminin öğretmenin daha önceki dersi sunuş biçiminden kaynaklanıyor olabileceğini belirtmiştir.

Video- kayıta Selin'in belirsiz değer atama üzerine dikkat ettiği bir başka durum ise sınıf içi tartışma öğrencilerin polinomlarda belirsiz algılarını ortaya çıkarmak ve polinomlarda derece, sabit terim ve katsayılar toplamını nasıl bulduklarını incelemek için öğretmenin sorduğu,

“ $P(x - 2) = x^2 + 5x + 1$ ve $P(2x) = x^2 + 5x + 1$ polinomlarının derecelerini, sabit terimini ve katsayılar toplamını bulunuz.”

sorusudur. Selin “Benim takıldığım yere geldik. *Fonksiyonmuş gibi değer veriyoruz.*” şeklinde polinomlarda belirsiz değer verme durumu üzerine dikkatini dile getirmiştir. Selin polinomlarda belirsiz değer atama durumuna bir öğrencinin “T2: x i elde etmek için oraya $x + 2$ yazdım.” ifadesi üzerine yeniden odaklanmış ve bu durum üzerine düşüncelerini

“Mesela burada x yerine $x + 2$ koyma düşüncesi polinomu bir *fonksiyon mantığına* götürebilir mi? Bu bir yanılgıya sebep olabilir mi? *Fonksiyonmuş gibi düşünülebilir.* Yani aslında en başta *polinom ve fonksiyon arasındaki ilişkiye baktık ya. Bazen benziyormuş gibi de geliyor ama fonksiyon da değil. Gerçi lisede kavrama yönelik sorgulamıyoruz. Sınavlar da kavrama yönelik değil cebirsel işlemlere yönelik sorular soruluyor. Eee zaten konu anlatımı da bu şekilde oluyor bunu gördüğümüzde bunu*

⁷ Tanım. F birimli ve değişmeli bir halka, $F[x]$ F üzerinde tanımlı polinomlar halkası ve $c \in F$ olmak üzere $\sigma_c: F[x] \rightarrow F, \sigma_c(f(x)) = f(c)$ şeklinde tanımlı bir fonksiyon homomorfizmadır. σ_c homomorfizmasına değer homomorfizması denir (Arıkan & Hacısalihoğlu, 2015, s. 355).

yapacağız, şunu gördüğümüzde şunu yapacağız diyoruz ama sebebi yok. Neden yapıyoruz? O oradan nerden geldi yok?”

ifadeleriyle ile sunmuştur. Selin burada öğrencilerin polinomu fonksiyonmuş gibi düşünebileceklerini ve polinomların öğretiminde de x yerine $x + 2$ yazmanın kavramsal olarak sorgulanmadığını belirtmiştir. Selin daha önceki yorumlarında da fonksiyon ve polinomlarda cebirsel olarak işlemleri yaptıklarını ancak yaptıkları işlemlerin ne anlama geldiğini bilmediklerini dile getirmiştir. Selin polinomlarda belirsiz değer verme üzerine daha önceki yorumlarındaki gibi kavramsal olarak bir örnek ya da herhangi bir kavramsal açıklama sunmamıştır. Selin polinomlarda bir belirsiz halkanın başka bir elemanını atamanın öğrencilerin fonksiyon ve polinom kavramlarını karıştırmalarına sebep olabileceğini düşünmektedir. Selin’in dikkat ettiği durum olan polinomlarda belirsiz değer atamayı, polinom ve fonksiyon kavramı arasındaki ilişki üzerinden yüzeysel ifadelerle sunduğu görülmektedir. Gerçekten, Selin lise öğrencileri için bu durumun sorgulanması gerekmediğini çünkü lisedeki öğrencilerin sadece cebirsel işlem yapmaya yönlendirildiklerini, derslerde kavramların alt yapısını sorgulamadıklarını belirtmiştir. Selin dışındaki öğretmen adayları “ $P(x - 2) = x^2 + 5x + 1$ ve $P(2x) = x^2 + 5x + 1$ polinomlarının derecelerini, sabit terimini ve katsayılar toplamını bulunuz” sorusu bağlamında polinomda belirsiz değer verme durumuna dair herhangi bir yorum yapmamıştır. Gizem ve Ela bu duruma daha önce değinmiş olsalar da bu soruda odaklandıkları durumlar sorunun sonucu üzerine olmuş, dolayısıyla dikkat ettikleri durumlar öğrenci kavrayışları başlığı altında ele alınmıştır.

4.1.1.2. Matematiksel İletişim

Matematiksel iletişim matematiğin kendine özgü sembolleri ve terminolojisi olan bir dil olduğunun, düşüncelerin doğruluğunu ve anlamının yorumlanması gerektiğinin farkında olunmasını gerektirmektedir (MEB, 2015; NCTM, 2000). Öğrencilerin ve öğretmenin matematiksel iletişim kurabilmesi, öğrencilerin düşüncelerini açıklayabilecekleri, tartışabilecekleri sınıf ortamları ile sağlanmalıdır. Gerçekten, öğretmen adaylarına sunulan

videoda öğrenciler polinom kavramı üzerine tartışmaları sürecinde düşüncelerini sunmaktadır. Öğretmen adaylarının matematiksel iletişimine dair farkındalıkları adayların dikkat ettiği matematiksel dil kullanımı, ikna etme ve tahta kullanımı durumları göz önüne alınarak sunulmuştur.

I. Matematiksel Dil Kullanımı

a. Fonksiyon kavramı için kullanılan $f(x)$ ifadesi

Video kayıttaki sınıf içi tartışma öğrencilerin polinom ve fonksiyon kavramı üzerine fikirlerini sunmaları ile devam ederken öğrencilerden polinom için gelen “T8: $P(x) = x^4$ gibi bir sayı olması lazım yani x in derecesinin tam sayı olması lazım.”, “T9: Üssü eksi olamaz mesela.” fikirleri üzerine gerçekleşen,

“Ö: Evet üstündeki kuvvetler önemliydi değil mi? Polinom için bunları biliyoruz. Peki fonksiyon deyince aklınıza ne geldi?

T10: $f(x)$.”

diyalogunda öğretmen polinom kavramı için nihai bir açıklama yapmadan fonksiyon kavramını sorgulamıştır. Kaan diyalogda T10’ un verdiği “ $f(x)$ ” cevabına dikkat etmiştir. Kaan’ın burada odaklandığı noktanın $f(x)$ söyleminden ziyade öğrencinin f isimlendirmesi olduğu,

“Öğrencinin $f(x)$ demesinin sebepleri olarak şey düşündüm ders boyunca çözülen bütün fonksiyonların isimlendirilirken $f(x)$ şeklinde kullanılması olabilir. $g(x)$ gibi farklı gösterimlerin kullanılmaması olabilir. O yüzden ders esnasında farklı gösterimlere yer vermek önemlidir. Mesela, geometride farklı çizimler yapmak, noktanın büyük harflerle sadece A, B, C değil de K, L, M şeklinde de isimlendirilmesi gerekir. Sembol dilini kullanırken hani ders içerisinde kullanırken isimlendirmeye değinmek gerekiyor.”

şeklindeki cümlelerinden anlaşılmaktadır. Kaan burada genel olarak $f(x)$ söylemindeki f kullanımına değinmiş, buradaki isimlendirme üzerine yorumlar getirmiş ve öğrencilerin daha geniş bakış açısına sahip olması için kavramlarda kullanılan sembollerini tanıttırmanın önemine vurgu yapmıştır. Ancak Kaan burada öğrencinin $f(x)$ söylemi altındaki matematiksel durum ve kavramsal olarak buradaki $f(x)$ kullanımı üzerine herhangi bir

açıklamada bulunmamış yani fonksiyonun $f(x)$ 'e yüklediği anlamı irdelememiştir. Ayrıca Kaan " $f(x)$ " kullanımının aslında hatalı olduğunu bu ifadenin x tanım kümesinin bir elemanı olmak üzere x in f altındaki görüntüsü olduğuna da değinmemiştir. Kaan'ın burada kavramlar için sembol gösterimin öneminden bahsettiği ancak sembol isimlendirmesinin neden önemli olduğunu açıklamadığı dolayısıyla, Kaan'ın $f(x)$ söylemi üzerine farkındalığının tanımlayan yaklaşımla olduğu söylenebilir. Kaan dışındaki öğretmen adayları fonksiyon için $f(x)$ söylemine dikkat etmemiştir.

b. Fonksiyon kavramı için kullanılan bir kümedeki elemanı başka bir kümedeki elemana götürüyor ifadesi

Selin ve Kaan, bir öğrencinin fonksiyon kavramının tanımına dair düşüncesini "T12: *Fonksiyon deyince aklıma şu da geliyor hani kümelerde biz elemanları eşleştiriyorduk.*" ifadeleriyle açıklamaya çalışırken öğretmenin "*Fonksiyonu tanımlarken öyle diyorduk değil mi? Bir A kümesi var bir B kümesi var. A tanım kümesi B görüntü kümesi oluyordu. Fonksiyon alıyor A dakini B'ye götürüyor. (...)*" cümlesinde öğretmenin kullandığı "götürüyor" ifadesine dikkat etmiştir. Selin lisans eğitiminde aldığı "Soyut Matematik" dersine atıfta bulunarak bu kullanımın yanlış olduğunu "*Götürüyor tabiri yanlış, götürüyor sadece sezgimizde olsun demiştik. Burada lise öğrencileri için düşündüğümde kullanılabilir bir terim olarak geliyor. Gözünde canlandırması açısından önemli.*" şeklinde belirtmiştir. Selin burada matematiksel dil üzerine yorumunda fonksiyonları tanıtırken hangi teknik dilin kullanılabileceğini sunmamış sadece "götürüyor" ifadesinin teknik olarak yanlış ancak öğrencilerin algılayabilmesi açısından kullanılabilir olduğunu belirtmiştir. Burada Selin'in matematiksel dili sadece yargı içeren bir ifadeyle yüzeysel ele aldığı söylenebilir. Kaan ise fonksiyonlar için eşleme fikrini tekrarlayarak öğretmenin kullandığı "götürüyor" ifadesini,

"Götürüyor değil eşliyor diyebilirdim. Bir A kümesi var boştan farklı bir B kümesi var. Fonksiyon, A kümesindeki elemanı B kümesindeki elemanla eşliyor. Fonksiyonun ikililerden oluştuğu yani $(a, d) \in f$ yazdığı zaman anlaşılıyor. Mesela A kümesindeki a, b, c elemanını B kümesindeki d, e, f elemanına götürmek derken bir anlam karmaşasına yol açabilir. Neyi nereye götürüyor bir fonksiyon var bir iş yapıyor ama

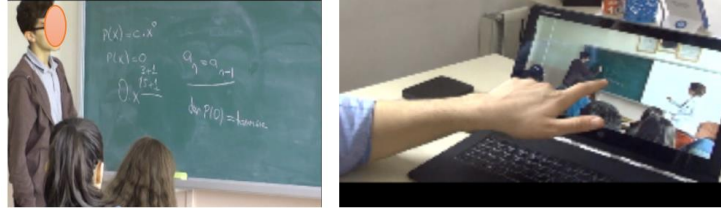
götürmüyor. A kümesinin her a elemanı ile $(a, d) \in f$ olacak şekilde B kümesinin bir tek d elemanını eşliyor. Fonksiyon için götürmek ifadesi uygun değil.”

şeklinde yorumlamıştır. Kaan öğrencinin “götürüyor” ifadesi yerine “eşliyor” ifadesi kullanılmasının uygun olduğunu, götürmek ifadesinin kavram karmaşası oluşturabilme ihtimaliyle açıklamıştır. Kaan fonksiyonun tanımını göz önünde bulundurarak öğretmenin fonksiyon kavramından bahsederken götürüyor ifadesini kullanmasından ziyade fonksiyonun sıralı ikililerle tanımını kanıt göstererek eşleme ifadesinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Kaan öğrencilerin fonksiyon kavramı anlamlandırmaları için matematiksel dilin anlamlı kullanılması gerektiğini detaylı olarak açıklamıştır. Burada Kaan öğretmenin kullandığı matematiksel ifadeyi değerlendiren yaklaşımla yorumlamasının yanı sıra bu ifadenin nasıl kullanılması gerektiğini açıklayan ve kavram tanımını kanıt gösteren bir yaklaşımla sunmuştur. Kaan ayrıca bir öğrencinin (T13’ün) fonksiyon kavramı için “*görüntü kümesinde boşta yer kalmayacak*” fikrindeki kullandığı *boşta yer kalmayacak* ifadesine dikkat etmiş ve bu durumu değerlendiren bir yaklaşımla “Boşta yer kalmayacak yerine hani *eşlenmeyen eleman kalmayacak* daha uygun olabilir.” şeklindeki söylemleriyle sunmuştur. Burada Kaan’ın fonksiyonun tanımından ziyade öğrencinin kullandığı matematiksel dile odaklandığı görülmektedir.

c. Sıfır polinomu için kullanılan sembolik ifade

Kaan sıfır polinomun derecesini tanımsız olarak belirleyen öğrencinin tahtadaki açıklamasında kullandığı sıfır polinomu temsilini “*Bu yanlış bir gösterim*” şeklinde yargı içeren bir ifadeyle değerlendirmiş ve değerlendirmesinin nedenini “Bir parantez olması gerekiyor. (kast ettiği şey $\text{der}(P(x))$ şeklinde olması). Ayrıca $P(0)$ sadece sıfır polinomunu ifade etmez. Hani $P(x)$ deyip $P(x)$ sıfır polinomudur şeklinde diyebilirdi. $P(0)$ 1 sıfır polinomu diye bahsetmiş ama $P(0)$ sıfır polinomu değil. $P(0)$ *polinomda sıfıra karşılık gelen polinom.*” şeklinde açıklamıştır. Burada Kaan öğrencinin sıfır polinomu gösteriminin yanlış olmasına odaklanmıştır. Öğrencinin kullandığı bu ifadeyle ne düşünmüş olabileceği üzerine herhangi bir yorum getirmemiştir. Kaan’ın burada cebirsel ifadelerin doğru

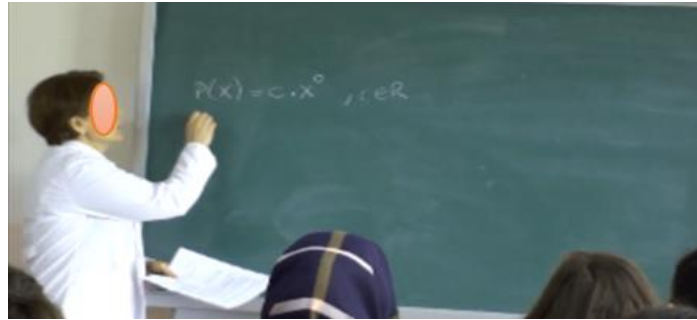
kullanılması gerektiğini vurguladığını ve kavramın iyi tanımlanması gerektiği düşüncesinde olduğunu söyleyebiliriz. Burada Kaan'ın dikkatini çeken durum $P(0)$ gösteriminin sıfır polinomuna ait olmaması gerçeğidir (bkz. Şekil 5).



Şekil 5. Kaan'ın tahtada bir öğrencinin kullandığı sıfır polinomu temsiline dikkat etmesi anı.

d. *Sabit polinom için kullanılan yanında x değişkeni olmayan ifadesi*

Video-kayıtta öğretmen sabit polinomu sorguladığında bir öğrencinin “T5: *Sabit polinomun tek bir sayıya gitmesi lazım. Mesela $P(x) = 3$ gibi.*” cevabına öğretmen “Sabit polinom neydi yanında x değişkeni olmayandı değil mi?” şeklinde karşılık vermiştir. Öğretmenin sabit polinom için kullandığı “yanında x değişkeni olmayandı” ifadesine Selin, Gizem ve Kaan dikkat etmiştir. Ela ise bu durum üzerinde durmamıştır.



Şekil 6. Öğretmen tahtaya sabit polinomun genel ifadesini yazar.

Üç öğretmen adayı da öğretmenin sabit polinom için kullandığı “yanında x değişkeni olmayandı” ifadesini yanlış olarak değerlendirmiştir. Selin öğretmenin sabit polinomu derecesi sıfır olan polinom olarak tanımlaması gerektiğini “Öğretmen yanında x değişkeni olmayan mı dedi? Sabit polinomu x^0 ile göstermiyor muyuz? Burada x var diyebilirdi

öğrenci. Sabit polinomu x li terimin olmaması gibi değil de derecesinin sıfır olması gibi anlatabilirdi diye düşünüyorum. Çünkü orada bir x var aslında derecesi sıfır. Ben olsam öyle yaklaşırdım. Ama öğretmen x yok dedi.” ifadeleriyle açıklamıştır (Şekil 4 de görüldüğü üzere tahtadaki yazıma da dikkat eder). Selin öğretmenin sabit polinom için kullandığı ifadeyi yeniden dile getirerek sabit polinom için kendisinin ne söyleyeceğini belirtmiştir. Burada Selin’in öğretmen yerine kendini koyarak öğretmenin kullandığı ifadeyi değerlendirdiği görülmektedir. Sabit polinom üzerine sınıf içi tartışma devam ederken öğretmen tahtaya sabit polinomun genel ifadesini yazmıştır (Şekil 6). Sabit polinom tartışmasında öğretmenin sabit polinom için x yok vurgusuna dikkat eden Selin, öğretmenin yanlış söylemine karşın tahtaya $P(x) = cx^0$ yazmasının sembolik olarak doğru olduğunu belirtmiştir. Selin’in burada sadece öğretmenin sabit polinom için kullanılan ifadeye odaklandığı, bunu da yargı içeren ifadelerle sunduğu görülmektedir.

Kaan öğretmenin sabit polinom için kullandığı “yanında x değişkeni olmayandı” ifadesinin öğrenciler için bir karmaşaya yol açabileceğini “*Yanlış* aslında. Sabit polinom $P(x) = 3$ derken aslında burada x yok değil, x var ve kuvveti sıfır. Öğretmenin yanında x değişkeni olmayan demesi *öğrencide bir sıkıntıya yol açabilir.*” cümleleriyle belirtmiştir. Ayrıca öğretmenin sabit polinom için söyleminin doğru olmadığına dair değerlendirmesini öğrencilerin sabit terimi belirlerken kavram yanılgısına düşebileceği üzerine örnekler sunarak,

“Bu kritik bir durum. Çünkü polinomun genel gösterimlerinden bir tanesi örneğin $P(x) = ax^0 + bx^1 + \dots +$ şeklinde genel bir gösterimle karşılaştığında sabit terim hangisi karmaşasına düşebilir. Çünkü öğrencinin duyduğu, düşündüğü, aklında kalan fotoğraf cümlesi şu ‘sabit terim yanında x olmayan terim’ ama burada hepsinde x var. Burada böyle bir probleme düşebilir öğrenci bu yüzden öğretmenin buna dikkat etmesi gerekirdi.”

ifadeleriyle detaylandırmıştır. Kaan’ın burada dikkat ettiği durum olan öğretmen söylemini değerlendirmesini öğrencinin sabit polinom/ sabit terimi anlaması üzerinden detaylandığı görülmektedir. Kaan öğretmenin sabit polinom için kullandığı sözel ifadenin öğrencilerde neden kavram yanılgısına yol açabileceğini düşündüğünü örnekle sunmuştur. Ayrıca öğretmenin kullandığı sözel ifade ile tahtaya yazdığı sembolik ifadenin çelişkili olmasını “ x

i yoktur deyip tahtaya x yazması da ayrı bir çelişki. x^0 olduğunu söyleyip hani sabit terim x in kuvvetinin sıfır olduğu terimdir, şeklinde kullansa öğretmen kendisi ile çelişmemiş olacak. Burada gösterim olarak x yazıyor fakat sözel ifade olarak da x yoktur diyor.” şeklinde ortaya koymuştur. Kaan’ın burada dikkat ettiği durum öğretmenin sabit polinom için kullandığı sözel ve sembolik ifadelerin tutarlılık göstermemesidir. Kaan bu durum üzerine düşüncesini betimleyen yaklaşımla sunmuştur.

Gizem öğretmenin sabit polinom için kullandığı sözel ifadeyi “Öğretmenin sabit polinom yanında x değişkeni olmayan dediği bence çok yanlış çünkü aslında x var. x üzeri sıfır. Hiçbir öğrenci de hayır hocam x üzeri 0 yazıyorduk nasıl x yok demedi. Bu durum öğrencide kavram yanlışlığına yol açabilir. Öğretmenin bir anlık dalgınlığı da olabilir.” şeklinde değerlendirmiştir. Gizem sabit polinom için “ x değişkeni olmayan” ifadesinin yanlış olduğuna dair yargı içeren ifadesinin nedenini “öğretmenin x üzeri sıfır demesi” gerektiği şeklinde diğer katılımcılarla benzer olarak açıklamıştır. Gizem buradaki yorumunda x değişkeni yok ifadesinin öğrencilerde kavram yanlışlığına yol açacağını düşünse de bu düşüncesini gerekçelendirmemiştir.

e. Polinomun kökü ifadesi

Video kayıta öğretmenin “ n tane kökü varsa polinomun $p(x) = (x - x_1)(x - x_2) \dots (x - x_n)$ olması lazım bir tane daha kökü olsa polinom n . dereceden olmaz. Dolayısıyla n . dereceden bir polinomun $n + 2$ tane kökü olmaz” açıklamasında Ela öğretmenin kullandığı kök terimine dikkat etmiş ve polinomun kökü ifadesini matematiksel açıdan,

“Burada kök tabirini kullanmak doğru aslında normalde denklemin kökü deniyor ama denklemde bir çözüm kümesi elde ediyoruz. Bu nedenle polinomu da çoğu zaman denklemmiş gibi kabul ediyoruz. Mesela hocam burada ne yaptık polinomun bölen kavramı o sayıyı bölen sanki bölen çarpan kavramı ile de ifade edilebilir. Orada 3. dereceden yazınca $(x - 1)$ in çarpanı olduğunu görmek hani kök tabiri yerine n . dereceden böyle ayırıp a, b, c dedik mesela $(x - a)$ şeklinde yazıp kaç çarpanı olur şeklinde de sorgulanabilirdi. Belki şu an tam net ifade edemiyorum ama böyle de olabilir diye düşünüyorum.”

şeklindeki söylemleriyle değerlendirmiştir. Burada Ela matematiksel terminolojinin doğru kullanılması gerektiğini ve denklemin kökü denilirse polinom ile denklem kavramının karışabileceğini belirtmiştir. Yani Ela denklemin çözümü ve polinomun kökü ifadelerinin kullanılması gerektiğinin farkındadır. Ela dikkat ettiği durum olan matematiksel dil ve terminoloji doğru kullanılmazsa öğrencilerin kavramları karıştırabileceğini,

“Biz hep denklem de kök olarak öğrendik ama *denklemin kökü demek büyük bir yanlışlığa itiyor bizi, öğrencileri*. Çünkü bu sefer polinomu *denklem olarak algılıyoruz*. Oradan gerçekten düşününce polinomda hep denklem çözüyoruz sanıyoruz. Yani düşününce o polinom var elimde bir tane eğer $P(1)$ sıfıra eşitleyebiliyorsa onu tam bölüyor kavramını oluşturmak gerekiyor, orada bir çarpanı şeklinde düşündüğümüzde daha doğru. Çünkü bir polinom $x^2 + 3x + 5$ dediğimizde bunu sıfıra eşitlemek $P(x)$ kısmını kapatıp denkleymiş gibi düşünüyoruz ama bir çarpanı düşündüğümüzde polinomun içine daha çok giriyoruz. Böylece polinomun kökü ifadesini anlamlandırabiliyoruz.”

cümleleriyle detaylı olarak açıklamıştır. Ela burada polinom ve denklem kavramlarının ayırmasına varılması için kavramlar sunulurken kullanılan terimlerin doğru kullanılması gerektiğini tekrar vurgulamış aksi takdirde öğrencilerin ve öğretmen adaylarının kavram yanlışlığına sahip olabileceklerini yorumunda dile getirmiştir. Ela burada dikkat ettiği durum üzerine yorumunda matematiksel kavramların anlaşılması/algılanması için matematiksel dilin doğru kullanılması gerektiğine dair düşüncesini polinom ve denklem kavramları üzerinden örnekle sunmuştur.

II. Matematiksel İkna Etme

Matematiksel ikna etme, “ne için” sorusuna tatmin edici şekilde cevap verebilme, bir varsayımın doğruluğunu kanıtlama anlamına gelmektedir (Mason, vd., 2010; s., 79-94). Video-kayıtta “ $P(x)$ ve $Q(x)$ birer polinom olmak üzere $der[P^2(x)Q(x)] = 8$ ve $der \left[\frac{P(x)}{Q(x)} \right] = 1$ ise $der[P(x) + Q(x)]$ nedir?” sorusu için T11 (3 cevabını veren öğrenci) ve T19 (4 cevabını veren öğrenci)’un açıklamalarını içeren sınıf içi diyalog kesitinin tamamını dinledikten sonra Ela bir öğrencinin “T7: Hocam değer vererek yaptı. Böyle çözülür mü hiç

T19?” ifadesine dayanarak matematiksel iletişim becerisinin, matematiksel dil kullanımının öğrencilerin ikna olmasını sağladığına dair düşüncesini,

“Hocam burada öğrenciler *bilimselliğe dikkat ediyor, ikna olmak istiyorlar. Değer verince ikna edemedi T19 diğer öğrencileri, T11 a dedi b dedi böyle böyle yaparım işlem basamaklarına bakarım deyince hiç kimse sesini çıkaramadı mesela, yani matematiksel dili kullanmak önemli. T19 zihnindeki düşünceleri matematiksel dille değil de kendi rastgele şekilde ifade etti. T11 zihnindeki düşünceleri matematiksel dile döktü. Buradan da anladığımızda matematiksel dil daha ikna edici oluyor. Hatta bugün sınıfta da yaşadım. Mesela değer verince ikna olmadım ben dedi. Başka yolu yok mu dedi öğrenci. Matematiksel bir şey istiyor öğrenci soruların çözümünde ispat istiyor, ikna olmak istiyor. Değer vermek onlar için ikna etmek değil. Hani doğru çıksaydı değer vererek de yapabilir de belki bu soru ama ikna edemezdik onları.”*

ifadeleriyle açıklamıştır. Ela burada önemli gördüğü nokta olan matematiksel dil kullanımını matematiksel detay içermeyen bir yaklaşımla vurgulamıştır. Ayrıca düşünceleri sunarken matematiksel terminolojiyi kullanmanın karşı tarafı ikna etmek için etkili olduğunu belirtmiştir. Ela matematiksel iletişim ve dilin ikna etmeyi desteklediğine dair bu video bağlamında düşüncelerini açıklayan bir yaklaşımla sunmuş, ayrıca kendi öğretmenlik uygulaması dersi deneyimleriyle de videodaki bu durum arasında bir bağ kurmuştur. Ela dışında T7’nin “Hocam değer vererek yaptı.” şeklindeki ifadesine dikkat eden ve bu ifadeyi yorumlayan öğretmen adayı olmamıştır. Ela görüşmenin sonunda videoda en çok dikkatini çeken durumlardan biri olarak öğrencilerin ikna olmak istemesini,

“ (...) öğrencilerin matematiksel düşünce konusundaki görüşleri benim çok hoşuma gitti mesela, öğrenciler ikna olmak istiyor. Öğrenciler orada ikna olup pürüzsüz bir şekilde çözüm istiyorlar, matematik pürüzsüzdür şeklinde öğreniyoruz ya gerçekten öğrenci onu istiyor, videoyu incelerken hissedebiliyorsunuz. Oradaki pürüzsüzlüğü boşluğu doldurmayı istiyor yani en çok bu hoşuma gitmişti. Matematik dilini kullanmak çok önemli.”

şeklindeki cümleleriyle tekrar vurgulamıştır. Ela çalışma boyunca ikna etmeye, ispata odaklanan tek öğretmen adayıdır. Burada Ela’nın “matematiğin pürüzsüz net” olması gerektiği düşüncesinin matematiksel ikna etmeye dikkat etmesini tetiklediği söylenebilir.

Ela matematiksel ikna için tahta kullanımının önemi üzerine dikkatini lisans eğitiminde aldığı bir dersin öğretim üyesinin ifadeleriyle destekleyerek ve incelediği videodaki dersten örnekler sunarak düşüncesini kanıtlayan yaklaşımla,

“Burada şunu fark ediyorum gerçekten düşüncelerimizi söylüyoruz düşünceler havada uçuşuyor bu durumda Selda⁸ hocamız bize “Ben sizin düşüncelerinizi takip etmek zorundayım, görmem için tahtaya yazın, ben görmeden nasıl seni anlayacağım” diyor. Bence haklı *çünkü hani ne biz öğrencinin düşüncesini görmeden hani söylediklerini takip edip anlayabiliriz ne de bizim düşündüklerimizi öğrenci sadece bizim söylemlerimizden anlayamıyor. Yani iletişim kopukluğuna sebep oluyor o nedenle tahta kullanmanın çok önemli olduğunu fark ediyorum ders anlatırken böyle. Yani o tahtayı çok etkin kullanmamız gerekiyor. Düşündüklerimizin net olması için, zaten matematiksel düşünme zor, karmaşık. O karmaşıklığı da ortadan kaldırmak için tahta kullanımı çok etkin ve düzenli olması lazım.*”

şeklinde sunmuştur. Ela'nın öğrencilerin düşüncelerinin net görülmesi için tahta kullanımına sıklıkla vurgu yaptığı görülmektedir. Ela'nın burada matematiksel içeriğe odaklanmaktan ve öğrencilerin düşüncelerini irdelemekten ziyade matematiksel iletişim için öğretmenin tahta kullanımına odaklandığı söylenebilir. Ela'nın burada dikkat ettiği durum olan tahta kullanımı aracılığıyla öğrencilerin düşüncelerini daha net ifade edebileceği üzerine düşüncelerini açıklayan, düşüncelerine kanıt sunan ve detaylandıran yaklaşımla sunduğu görülmektedir. Ela videodaki öğretmenin tahtaya kaldırıp öğrencilerin fikirlerini net görmesini sağlamanın matematiksel iletişim için önemini “(...) şimdi fark ediyorum ki oraya düzenli bir şekilde yazdığımızda *etkili bir iletişime geçebiliyoruz öğrenciyle. Mesela bir önceki örnek o kadar güzeldi ki öğrencileri tahtaya kaldırdı farklı fikirleri gösterdi öğrenciler orada net bir şekilde gördüğü için orada bir kopukluk yaşanmadı. Herkes ikna oldu, kabul etti. Ama örneklerin bazılarında çok karışıklık oldu. Mesela polinomun terim sayısı sonsuz olur mu, sıfır polinomun derecesinde böyle yazılmadı havada kalanlar oldu. O nedenle tahtaya ifade etmenin matematiksel iletişim için gerçekten çok yararlı olduğunu düşünüyorum*” ifadeleriyle vurgulamıştır. Ela sıfır polinomunun derecesi ve polinomun terim sayısı üzerine gerçekleşen tartışmalarda tahta kullanımı etkin olmadığı için bazı

⁸ Araştırma etiği açısından bulgular bölümünde öğretim elemanlarına atanan isimler kendi isimleri değildir.

fikirlerin havada kaldığını belirtmiştir. Ela'nın inceledikleri video aracılığıyla tahta kullanımının, matematiksel dil kullanımının bunlar aracılığıyla matematiksel ikna etmenin matematiksel iletişim için önemli olduğunun farkında olduğu söylenebilir.

4.1.1.3. Öğrencilerin Polinomlara Dair Kavrayışları

Öğretmen adaylarının öğrencilerin kavrama dair fikirleri, algıları, sorulara verdikleri doğru-yanlış cevaplar ve kavram yanlışlarına dair dikkat ettikleri, yorum getirdikleri, karşılık vermeye karar verdikleri durumlar ve öğrencilerin kavrayışlarına özgü durumlar bu başlık altında verilmiştir.

I. *Polinom ve fonksiyon kavramlarının tanımları üzerine öğrenci fikirleri*

Öğretmen adaylarına sunulan video-kayıtta öğrencilerin polinom ve fonksiyon kavramlarının tanımlarına dair,

- a. Polinom kavramı için çoklu fonksiyon fikri,
- b. fonksiyon kavramı için eşleme, kümeleri eşleştirme fikri,
- c. fonksiyonlarda görüntü kümesinde boşta eleman kalmayacak fikri,
- d. fonksiyon için yansıma fikri

şeklindeki matematiksel fikirleri öğretmen adaylarının üzerinde durduğu durumlar olarak tespit edilmiştir. Bu fikirler üzerine öğretmen adaylarının farkındalıkları adayların dikkat ettikleri durumları içeren video-kayıttaki sınıf içi uyaranlar verilerek sunulmuştur.

a. *Polinom kavramı için çoklu fonksiyon fikri*

Selin video-kayıtta gerçekleşen,

“T6: Benim aklıma çoklu fonksiyonlar geldi polinom deyince.

Ö: Polinom deyince çoklu fonksiyonlar, neyi kastediyorsun çoklu fonksiyonlar derken?

T6: Poli çok demek zaten.(...)”

diyalogunda T6'nın polinom için kullandığı “çoklu fonksiyon” fikrine dikkat etmiştir. Selin burada kendi alan bilgisini işe koşarak öğrencinin polinom için çok terimli olarak düşünmüş olabileceğini yanlışlıkla çoklu fonksiyon demiş olabileceğini belirtmiştir. Selin'in

polinomun kelime anlamının farkında olması sebebiyle öğrenciden gelen düşünceye dikkat etmiş ve bu durumu yorumlamış olduğu söylenebilir. Gerçekten, Selin polinom kavramı üzerine alan tarama sorularındaki cevabında polinomu tanıtırken “çok terimli” ifadesini kullanmıştır (bkz. Bölüm 3.3.1.1). Öğrencinin “poli” ye çok demesi ile Selin öğrenci düşünmesini “*Çok iyi bir yaklaşım mesela ‘poli’ çok demek buradan düşünmüş.*” şeklinde yargı içeren bir ifadeyle değerlendirmiştir. Yukarıda verilen sınıf içi diyalogda öğretmenin öğrencinin düşüncesinin altında ne yattığını öğrenmek için sorduğu “çoklu polinom ile ne kastediyorsun?” sorusu aracılığıyla öğrenci bu cevabı vermiş ancak Selin’in bu durum dikkatini çekmemiştir. Selin’in burada öğrenciden gelen matematiksel fikre odaklandığı görülmektedir. T6’nın burada polinom kavramı ve kimya dersindeki polimerlerdeki “poli” kökünün çok olması ile ilişki kurmuş olabileceği söylenebilir. Ancak Selin bu durumu yani matematiksel ilişkiyi (disiplinler arası ilişkiyi) ortaya koymamıştır. Selin dışındaki öğretmen adayları matematiksel kavram, öğrencinin matematiksel düşünmesi ve öğretmen pedagojisi üzerine kritik durumları içeren T6 ve öğretmen arasında gerçekleşen yukarıda verilen diyalogda herhangi bir duruma dikkat etmemiştir. Ela polinom kavramı üzerine alan bilgisi tarama sorularında sadece polinom kavramının kitabi tanımını vermiş ancak polinom kelimesinin çok terimli tanımı üzerinde durmamıştır. Ela’nın polinomun çok terimli olmasını belirtmemesinden kaynaklı olarak öğrencinin “çoklu fonksiyon” düşüncesine dikkat etmediği söylenebilir. Ancak Gizem ve Kaan ise polinom kavramı üzerine alan bilgileri sorgulanırken polinomu çok terimli olduğunu belirtmiştir. Buna rağmen öğrencinin polinom üzerine çoklu fonksiyon düşüncesine Kaan ve Gizem dikkat etmemiştir. Bu durum öğretmen farkındalığının zihinsel bir süreç olmasından (Kaiser vd., 2015) kaynaklı olarak öğretmen adaylarının o anda başka bir şey düşünüyor olabileceği dolayısıyla öğrencinin fikrini gerçekten duymamış olabilecekleri şeklinde yorumlanabilir.

b. Fonksiyon için eşleme, kümeler arası elemanları eşleştirme fikirleri

Video kayıta öğrenciler fonksiyon kavramına dair düşüncelerini açıklamaya çalışırken bir öğrenciden gelen fonksiyon x değişkeninin değişimi yoluyla oluşur fikri üzerine,

“T11: Ben de şöyle açıklayayım. Mesela bir $f(x)$ fonksiyonu var x i değiştirerek yeni bir eleman oluşturur yani fonksiyon hep değişim yoluyla ortaya çıkıyor. $f(x) = x + 1$ dersek mesela $f(2)$ olduğunda 2 ye 1 ekleriz.

Ö: Yani fonksiyon deyince eşleme yapıyor aklına geldi değil mi? Bunu mu kastediyorsun?

T11: (...) Yani A kümesindeki elemanı aldı, değişime uğrattı.

Ö: B kümesine götürdü. Biz buna fonksiyon diyoruz. Peki, polinomda aynı şey oluyor mu?”

şeklinde gerçekleşen sınıf içi diyalogunda Kaan öğrenciden gelen değişim fikrine dikkat etmiş ve “Değişimden bahsederken öğrenci, evet *küme gösterimindeki eşlemeden tanım kümesi ve değer kümesi arasındaki bağlantıdan bahsetti*” şeklinde öğrencinin ne demek istediğini açıklamaya çalışmıştır. Aynı diyalogda Kaan öğretmenin öğrenciye verdiği “eşleme yapıyor aklına geldi değil mi?” şeklindeki karşılığa da dikkat etmiş ve “Öğretmen öğrenciden istediği tanımı, *öğrencinin söylediği örnek üzerinden kendisi tamamladı*. Burada öğretmen *fonksiyonun kümeler arası eşleme* olduğunu vurguladı. Yani bence *doğru yaptı*. Ben olsam ben de öyle yapardım muhtemelen.” şeklinde yorumlamıştır. Kaan’ın yorumundan karşılık verme bileşeni bağlamında öğretmenin yerinde kendisi olsa öğrenciden gelen fikir üzerine öğretmenin yaklaşımını benimseyerek, “öğrenci fikrini açan” ve “öğrencinin fikrini tasdikler” nitelikte fonksiyonun kümeler arası eşleme olduğunu vurgulayabileceği izlenimi oluşmaktadır. Gizem de T11’in fonksiyon için eşleme fikrine dikkat etmiş ve bu fikri yargı içeren bir ifadeyle “Aslında *öğrenci fonksiyon için çok güzel bir şey söyledi. ‘Değerler veriyorum ve başka bir eşleme yapıyorum’ dedi.*” şeklinde betimlemiş ancak bu durum üzerine açıklayıcı bir yorum getirmemiştir. Öğretmen adaylarına sunulan video-kayıtta fonksiyon kavramının ortaöğretim matematik ders kitaplarında,

“ A herhangi bir küme ve B boş kümeden farklı bir küme olmak üzere A kümesinin her bir elemanını B kümesinin bir ve yalnız bir elemanına eşleyen ilişkiye *A dan B ye tanımlı fonksiyon* denir (Ortaöğretim Matematik 10 Ders kitabından (2021) uyarlanmıştır).”

şeklinde verilen tanımı tam olarak hatırlayamayan birkaç öğrenci bu tanımı çağrıştıran fikirler ortaya atmıştır. Bu fikirlerden biri üzerine gerçekleşen,

“T12: Fonksiyon deyince aklıma şu da geliyor hani kümelerde biz elemanları eşleştiriyorduk.

Ö: Fonksiyonu tanımlarken öyle diyorduk değil mi? Bir A kümesi var bir B kümesi var. A tanım kümesi B görüntü kümesi oluyordu. Fonksiyon alıyor A dakini götürüyor. Şartları vardı hatırlıyor musunuz? (...)

T13: Görüntü kümesinde boşta yer kalmayacaktı.(...)"

sınıf içi diyalogunda Selin bir öğrenciden gelen kümeleri eşleştirme fikrini, “*Eşlemeden kast birebir eşleme ise bu doğru değil hani birebir ve örten. Sanırım zihinlerindeki alıyorsun götürüyorsun. Tanım kümesinde açıkta eleman kalmayacak ama görüntü kümesinde kalabilir bence şu an bunu düşünmüyor olabilirler. Ya da eşleme derken zihinlerinde olan birebir ve örtenlik değil. Öğrencinin ne düşündüğünün bilinmesi gerekir.*” şeklinde irdelemiştir. Selin’in öğrencinin fikri üzerine vurguladığı durum birebir eşleme yani iki küme arasında birebir ve örten bir fonksiyon tanımlama fikridir. Selin öğrencinin fonksiyon tanımını düşünerek eşleme ifadesini kullanmış olabileceğini “*tanım kümesinin elemanları ile görüntü kümesinin elemanlarını eşleme*” şeklinde kanıt sunarak açıklamaya çalışmıştır. Selin yorumunda öğrencilerin “eşleme” fikrinin kaynağının bilinmesi gerektiğini belirtmiştir. Doğrudan söylemese de, Selin’in yorumundan buradaki sınıf içi tartışmanın öğrencilerin eşleme fikri ile kast ettiği şeyin ne olduğunun sorgulanması şeklinde devam etmesi gerektiği düşüncesinde olduğu söylenebilir. Yani Selin’in karşılık vermeye karar verme bileşeni bağlamında örtük olarak öğrencinin fikrinin sorgulanması yaklaşımını benimseyebileceği izlenimi oluşmaktadır.

c. Fonksiyonu tanımlarken bir öğrencinin “görüntü kümesinde boşta eleman (yer) kalmayacak” fikri

Selin ve Ela bir öğrencinin (T13’ün) fonksiyon olma şartlarından bir tanesi olarak belirttiği “görüntü kümesinde boşta yer kalmayacak” şeklindeki ifadesine dikkat etmiştir. Selin öğrencinin “görüntü kümesi” ifadesi yerine “değer kümesi” kullanılması gerektiğine dair düşüncesini,

“Şimdi A dan aldığım her elemanın B kümesinde bir karşılığı olacak ama B kümesinde de açıkta eleman kalabildiğine göre buna ne diyeceğiz? Bunun tamamına mı görüntü diyeceğiz? Ya da değer kümesi diye bir kavramın farkındalar mı? Bunlar sorgulanmalı. Şu anda fonksiyon örten olsa da olmasa da B kümesini değer kümesi kabul etmiş

olabilir öğrenciler. Ama şimdi öğretmenin yönlendirmesi ile değer kümesi ve görüntü kümesinin farkını konuşabilirler.”

cümleleriyle belirtmiştir. Yorumunda Selin öğrencinin tanım kümesi ile görüntü kümesini karıştırmış olabileceğini düşünmek yerine öğrencinin örten fonksiyon tanımına dayanarak böyle bir ifade kullanmış olabileceğini değer kümesi ile görüntü kümesi arasındaki farkı bilmemesinden kaynaklı olarak “görüntü kümesi” ifadesini kullanmış olabileceğini dile getirmiştir. Selin öğrencinin bu düşüncesi üzerine öğretmenin “*Değer kümesi ve görüntü kümesi hakkında ne söyleyebiliriz? Ya da hani senin söylediğin görüntü, değer kümesini mi kastettin?*” şeklinde sorular sorması ve öğrencinin cevabı üzerine de öğretmenin değer ve görüntü kümesi arasındaki farkı söylemesi gerektiğini belirtmiştir. Selin’in burada öğretmenin nasıl karşılık vereceği üzerine yorumlarından öğretmenin öğrenci düşünmesini açığa çıkaran sorular sorması ve gerekli durumda öğrenci fikirlerindeki hataları düzeltmesi şeklinde derse devam etmesini gerektiğini düşündüğü izlenimi oluşmaktadır. Ela ise öğrencinin kullandığı ifadenin yanlış olduğunu “Öğrenci hani *görüntüde boş kalmayacak* dedi. Hani *tanım olacak* dilimi sürçtü acaba?” şeklinde sunmuştur. Ela burada öğrencinin görüntü kümesi yerine tanım kümesi kullanılması gerektiğinin farkında olup öğrencinin de aslında “tanım” kümesi düşüncesinde olduğunu yanlışlıkla “görüntü” ifadesini kullanmış olabileceğini belirtmiştir.

d. Fonksiyon için yansıma fikri

Video kayıta fonksiyon ve polinom kavramları üzerine tartışma devam ederken bir öğrenci fonksiyon için “T14: *Benim aklıma yansıma geliyor*” ifadesini kullanmıştır. Öğrencinin kullandığı bu ifadeye Selin, Gizem ve Ela dikkat etmiştir. Selin, öğrencinin fonksiyon için yansıma fikrini doğrudan karşılık verme bileşenini işe koşarak “Şimdi yansıma dediğimiz zaman, *her yansıma bir fonksiyon mu? Ya da her fonksiyon bir yansıma olur mu?* gibi bir soru yöneltebilirdim.” şeklinde sorgulayabileceğini belirtmiştir. Selin’in yorumundan öğrenciden gelen yansıma fikri üzerine öğrencinin zihnindeki düşüncüyü açacak ve öğrencinin fikrini sorgulayacak sorular soracağı anlaşılmaktadır. Selin burada doğrudan farkındalığın karşılık verme bileşenini işe koşarak dikkat ettiği durumu ortaya koymuş ve

“Yansıma bağıntısının birebir fonksiyon olması gerekiyor. Ama her fonksiyon birebir olmak zorunda değil. Bu şekilde ilerleyebilirdim. O zaman, yansıma bağıntısı şeklinde olan fonksiyonlar var. Öğrenci burada ne düşünüyor daha net öğrenebilirdim. Her fonksiyon bir yansıma bağıntısı olmaz ama her yansıma bağıntısını bir fonksiyon olarak kabul edebilir miydik? şeklinde soru sorabilirdim. Evet. Yansıma bağıntısı birebir ve örten bir fonksiyondur o zaman her yansıma bağıntısını bir fonksiyon olarak kabul edebiliriz.”

şeklinde düşüncesini matematiksel olarak detaylandırmıştır. Selin’in yukarıdaki yorumunda yansıma bağıntısını birebir bir fonksiyon olarak ele aldığı görülmektedir. $A = \{1,2,3\}$ kümesi verilmiş olsun. $f = \{(1,1), (2,2), (3,3), (1,2)\}$ bağıntısı yansıma bağıntısıdır ancak burada f bir fonksiyon değildir. Dolayısıyla Selin’in yorumu matematiksel açıdan yanlış ifadeler içermektedir. Ancak Selin’in öğrencinin fonksiyon için kullandığı matematiksel ifadeyi sorgulaması ve bu düşüncüyü analiz etmesi nedeniyle bu durum üzerine farkındalığının yüksek olduğu söylenebilir. Selin’in yukarıdaki alıntısında karşılık verme bileşeni bağlamında da sorgulayan bir yaklaşım sergileyebileceği ancak alan bilgisi nedeniyle öğrencilere dönütünün doğru olmayabileceği izlenimi oluşmaktadır. Selin ayrıca burada öğrencinin düşüncesini ortaya koymasına önem verdiğini “Öğrenci hani alakasız olsa bile bir bağ kurmaya çalışıyor, bağdaştırıyor yanlış olsa bile zihnindekileri ortaya çıkarıyor.” şeklinde dile getirmiştir. Selin kendi lise yaşantısında cebirsel işlemleri yaptığını ancak kavramlar arasında bir ilişki kurmadığını hatta kavram tanımlarını bile sorgulamadığını belirtmiş bu nedenle öğretmenin kavramsal olarak ilerlemeye çalışmasını ve böyle tartışma ortamı oluşturmasını öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarmaları adına matematik öğretimi için faydalı olarak değerlendirmiştir. Gizem de fonksiyon kavramı için T14 den gelen “yansıma” fikri üzerine öğrencinin aslında kastettiği şeyin yansıma olmadığını belirtmiş ve “Yanlış bir kelime kullandı. Yansımadan kastı o değildi aslında. Öğretmen düzeltti.” şeklinde sadece yargı içeren bir ifadeyle düşüncesini sunmuştur. Video-kayıtta öğretmen öğrenciden gelen yansıma fikrini,

“Ö: Yansıma, ne demek yansıma derken?

T14: Mesela $f(x)$ fonksiyonu 5 e eşit oluyor 2 nin yansıması 5, 3 ün ki 8 gibi.

Ö: Görüntü mü yansıma derken?

T14: Evet görüntü.

Ö: Belli bir kural altındaki görüntüsü.”

diyaloguyla sorgulamıştır. Bu diyalogdan öğrencinin aslında yansıma ifadesi ile kastettiği şeyin x değişkeni yerine koyulan elemanın fonksiyon altındaki görüntüsü olduğu yani öğrencinin f bir fonksiyon olmak üzere $b = f(a)$ için b nin a nın görüntüsü olmasını yansıma ile açıkladığı anlaşılmaktadır. Gizem diyalogda verilen öğretmenin dönütü ile öğrencinin yanlış söylemini düzelttiğini belirtmiş ancak ne öğrencinin fikri üzerine ne de öğretmenin dönütü üzerine herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Ela öğrencinin (T14’ün) yansıma fikrini “Mesela $f(x)$ fonksiyonu 5 e eşit oluyor 2 nin yansıması 5, 3 ün ki 8 gibi.” şeklinde açıklaması üzerine “Bu çok ilginçmiş hocam. (...) İşte burada bizim anladığımız yansıma gibi düşünmüyor. Onun zihnindeki yansıma farklı.” cümleleriyle öğrenciden gelen fikir üzerine dikkatini yargı içeren bir ifadeyle sunmuştur. Araştırmacının “bizim anladığımız yansıma” ifadesi ile ne kastettiğini sorgulaması üzerine Ela “Yansıma bağıntısından bahsetmiyor yani öğrencinin kastettiği kümeler arası eşleme fikri ancak yanlış bir kelime kullandı.” şeklinde öğrencinin yansıma fikrinin aslında kendisinin düşündüğü gibi yansıma bağıntısı olmadığını ifade etmiştir. Kaan öğrencinin fonksiyon için yansıma fikrine dikkat etmemiştir.

II. Polinomlarda derece-terim sayısı arasındaki ilişki ve sıfır polinomunun derecesi üzerine öğrenci fikirleri

Video-kayıtta polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki ilişki için sınıf içinde bir fikir birliğine varılmadan öğretmen “Derecesi 4 olan polinomun terim sayısı en az ve en çok kaç olabilir?” sorusuna geçmiş ve bu soru üzerine sınıf içi tartışma başlatmıştır. Video-kayıt için hazırlanan kavram tarama soruları arasında böyle bir soru olmasının nedeni öğrencilerden en fazla sonsuz terimli olur veya en az sıfır terimli olur şeklinde olası cevapların gelebileceği düşüncesidir. Gerçekten videoda öğrencilerin derecesi 4 olan polinom için en az 1 en çok 5 terimli olur cevaplarının yanı sıra bir öğrenciden en az 0, en çok 4 olur cevabı, birkaç öğrenciden sonsuz (∞), bir öğrenciden ise ‘sonsuz artı 1’ ($\infty + 1$) cevabı gelmiştir. Öğretmen adaylarından Selin ve Gizem öğrencilerin verdiği ‘en az 1 en çok 5 terimli’ ve ‘sonsuz’ cevaplarına, Kaan bir öğrencinin verdiği ‘0’ cevabına, Selin ve Ela bir öğrenciden

gelen ' $\infty + 1$ ' cevabına dikkat etmiş ve bu durumlar üzerine videodan gelen bazı uyarılara odaklanarak düşüncelerini sunmuşlardır.

a. Derecesi 4 olan polinomun terim sayısı en az '0' olur fikri

Video-kayıtta öğretmenin "Derecesi 4 olan polinomun terim sayısı en az ve en çok kaç olabilir?" sorusuna geçmesiyle Selin, Gizem ve Kaan'ın dikkat etmiş oldukları durumları içeren sınıf içinde gerçekleşen diyalog kesiti aşağıda verilmiştir.

T4: En çok 4, en az 0.

Ö: Terim sayısına mı diyorsunuz sıfır olabilir? Yani terimsiz mi diyorsunuz? (...)

T11: En çok 5 terimli.

Ö: Neden T11? T4 dinliyor musun?

T11: Çünkü bir tanesi $ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + \text{sabit}$ terim şeklinde olduğu için en fazla 5 tane olabilir. (...) ax^4 , En az da 1 tane."

Selin ve Gizem yukarıdaki diyalogda T11'in verdiği doğru cevaba odaklanmıştır. Kaan ise Selin ve Gizem'den farklı olarak T11'in verdiği cevaptan ziyade bir öğrencinin (T4'ün) derecesi 4 olan polinomun terim sayısı için verdiği en az "0" olur fikrine dikkatini,

"Hani sıfır olabilir. Yani bir $P(x)$ polinomu $0 \cdot x^4$ olup 0 olabilir. Buna terimsiz dedi, terim sayısı sıfır. Benim aklıma gelen muhtemelen düşündüğü terim buydu ve sıfır çıktı. (...) Dedi ki terimsiz. Ama bu bile terim ve dördüncü dereceden değil aslında orada öğrencinin kavram karmaşasına dikkat çekilebilirdi aslında öğretmen."

ifadeleriyle sunmuştur. Kaan yorumunda öğrencinin sıfır cevabı arkasındaki düşüncesini irdelemiş ve öğrencinin neden sıfır cevabını vermiş olabileceğini matematiksel detay vererek açıklamaya çalışmıştır. Kaan öğrencinin terim yok demesini değerlendirmiş ve öğrencinin dördüncü dereceden sıfır polinomunu ele alsa bile bir terimli olduğunu algılaması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca Kaan öğretmenin öğrencinin *bu fikre nasıl ulaştığını sorgulaması* gerektiğini "Neden, nasıl sıfır dedin? Sıfır olduğunu neden düşündün?" diye sorup *o karmaşayı bütün sınıfa yaşatabilirdi*. Aynı şekilde bütün sınıfa sorup onun aklında oluşan sorunun bütün sınıfta oluşup *illaki bir çözüme gitmesi gerekir.*" ifadeleriyle sunmuştur. Kaan burada sınıftaki diğer öğrencilerin de T4 ile aynı bilişsel çatışma sürecini yaşayıp öğrencideki kavram yanlışlığının giderilmesi şeklinde dersin devam etmesi gerektiğini düşünmektedir. Kaan'ın burada dikkat ettiği durumlar olan öğrencinin matematiksel

düşünmesi üzerine yorumları analiz eden ve detaylandıran yaklaşımla olup karşılık verme bileşeni bağlamında öğrencinin fikrini sorgulayacak şekilde sorular sorabileceği izlenimi oluşmaktadır. Kaan'ın aynı durum üzerine “*Anı önceden sezmek önemli öğrencinin iç çatışmasını sınıfta yaşaması ve çözüme ulaşması önemli. Ben olsam değinirdim.*” şeklindeki yorumu ile sınıf içinde öğrenci düşünmesine dair farkındalık bileşenlerinin anında işe koşulmasının önemini vurguladığı görülmektedir. Bu nedenle Kaan'ın aslında gerçek sınıf ortamında başka öğretmene ait video-kayıt inceleme sürecinde mesleki farkındalığın dolaylı olarak farkına vardığı söylenebilir.

b. Derecesi 4 olan polinomun terim sayısı en az “1” en fazla “5” olur cevabı

Video-kayıtta öğretmenin sorduğu “*Derecesi 4 olan polinomun terim sayısı en az ve en çok kaç olabilir?*” sorusuna bir öğrencinin “*T11: Çünkü bir tanesi $ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx +$ sabit terim şeklinde olduğu için en fazla 5 tane olabilir. (...) ax^4 , En az da 1 tane.*” şeklinde verdiği cevaba Selin dikkat etmiş ve sadece “*Doğru söyledi.*” şeklinde öğrencinin cevabını yargı içeren bir ifadeyle onaylamış, herhangi bir yorum yapmamıştır. Gizem bu soru üzerine sınıf içi tartışma sonlandığında videoyu durdurmuş ve öğrencilerin genel olarak doğru cevabı verdiklerini bunun nedeninse kitaplarda bu soruya benzer soruların bulunmasından kaynaklı olduğunu “*Bu tartışmada genel olarak öğrencilerin doğru cevabı verdiklerini düşünüyorum. En fazla 5 en az 1 olur şeklinde düşündüler. Zaten onla ilgili kitaplarda da çok soru var. Derecesi bu olan kaç terimlidir? Ya da şu terimi bulun gibisinden.*” şeklindeki ifadeleriyle belirtmiştir. Gizem öğrencilerin bu soruyu cevaplamalarının ilk soruya nazaran daha kolay olduğunu “*Bu çok somut bir şey öğrenciler için aslında gördükleri bir şey ve o yüzden yorum yapmaları daha kolay oldu. İlk soruda daha da zorlanmışlardı hani karıştırmışlardı.*” şeklinde dile getirmiştir. Gizem burada öğrencilerin kavram tartışmasında daha çok zorlandıklarını daha önceden aşına olduğu sorular için daha kolay yorum yapabildiklerini ifade etmiştir. Burada Gizem'in öğrencilerin kavram tanıtmaktan ziyade daha cebirsel düşünmede aritmetik içeren durumlarda daha kolay yorum yapabildiğini düşündüğü görülmektedir.

c. Derecesi 4 olan polinomun terim sayısının en fazla 'sonsuz+1' olur fikri

Derecesi 4 olan polinomun terim sayısının en fazla 'sonsuz+1' olacağını düşünen T5'in bu cevabı üzerine aşağıdaki sınıf içi diyalog gerçekleşmiştir.

"T5: 'Sonsuz+1' olmaz mı?

T16: 'Sonsuz+1' dediğin şey zaten sonsuz değil mi?

T11: Ama şimdi sonsuz doğal sayı var o zaman üssü de sonsuz olur. Derecesi sonsuz olur. Terim sayısı da sonsuz olur.

Ö: Şimdi T11 güzel bir şeye değindi. 'Bence sonsuz olur. Polinomlardaki dereceler doğal sayı olacaktı, Sayma sayısı doğal sayı, sonsuz tane doğal sayı var o zaman polinomlar da sonsuz terimli olabilir' dedi. Mantıklı gibi sanki.

T5: Bence de mantıklı 'sonsuz+1' olur.

Ö: Farklı düşünen var mı? Sence 'sonsuz+1' T5.

T5: Derecesine bir de sabit terim ekleniyor ya."

Selin T5'den gelen 'sonsuz+1' fikri üzerine hemen videoyu durdurup "'Sonsuz+1' mi dedi? Neye dayanarak dedi onu? ne düşündü acaba orada? '*Sonsuz+1' de sonsuzdur* yani değil midir? Hoca fark etti mi acaba onu?" şeklinde sesli olarak öğrencinin bu fikre nasıl ulaşmış olabileceği üzerine düşünmüştür. Selin video-kaydı incelemeye devam ettikten sonra öğrencinin neden böyle düşünmüş olduğunu aşağıdaki alıntısında betimlemiştir.

"'*Sonsuz+1' de ayrı bir boyut zaten. (...) Sabit sayıyı da kattığı için artı bir demiş. Sabit terimi '+ 1' olarak düşünüyor diğerlerinin tamamı sonsuz olarak düşünüyor. Ben burada ne derdim. 'sonsuz + 1' in de sonsuz olma ihtimalini düşünmüyor musun?*" derdim. *O sonsuzun içine o biri neden katmamış oluyor ki? Yani neden katmıyor ki? Bu sonsuzluk kavramı düşüncesiyle ilgili herhalde. Yani öğretmen olmak çok zor hocam ne diyeceğim bu öğrenciye bilemedim."*

Selin'in dördüncü dereceden bir polinomun derecesinin en fazla 'sonsuz+1' olduğunu düşünen bir öğrenciye nasıl karşılık verilmesi gerektiği üzerine düşündüğü görülmektedir. Ayrıca Selin'in öğrenciye doğrudan 'sonsuz+1'in sonsuz olup olmayacağını sorarak öğrencinin hatalı fikri görmesine teşvik etme şeklinde karşılık verebileceği söylenebilir. Selin öğrencinin sonsuzun içine biri neden katmadığını sorgulamış ve bu durumun öğrencinin sonsuz kavramı algısından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Selin'in üzerinde durduğu durum ve öğrenciler için oldukça soyut olan sonsuz kavramını öğrencilerin nasıl algıladığı önemlidir (Jirotková & Littler, 2003). Selin'in öğrenciden gelen dördüncü

dereceden bir polinomun derecesinin en fazla ‘sonsuz+1’ fikri üzerine farkındalığı öğrenci fikrini sorgulayan ve karşılık verme bileşeni bağlamında öğrenciyi ‘sonsuz+1’in sonsuz olabileceği fikrine yönlendiren bir yaklaşımdır. Selin’in öğrenci düşünmesini yorumlarken kurduğu “Yani *öğretmen olmak çok zor hocam ne diyeceğim bu öğrenciye bilemedim.*” cümlesindense öğretmenin kendi bilgilerini işe koşarak öğrenci düşünmesini yorumlamasında ve pedagojik kararlar alma bağlamında mesleğin gerekliliklerinin zor olduğunu düşündüğü anlaşılmaktadır. Buradan, Selin’in sınıf içinde farkındalığın işe koşulmasının zor olduğunun farkında olduğunu söyleyebiliriz. Selin daha sonraki yorumlarında da bu düşüncesini tekrar dile getirmiştir.

Ela da T5’den gelen ‘sonsuz+1’ fikrine dikkat etmiş ve bu durumu “Mesela öğrenci ‘sonsuz+1’ dediğinde öğrencide sonsuz kavramının eksik olduğunu görüyoruz. Sonuçta sonsuz bir sıfat, sıfatla bir işlem yapmamız mümkün değil. Demek ki eskiden kalan bir yanlış var öğrencinin zihninde sonuçta ‘sonsuz+1’ mantıklı değil.” şeklinde öğrencinin düşüncesinin yanlış olduğu yönünde değerlendirmiştir. Gerçekten, Ela’nın sonsuzun bir sıfat olduğuna dair yorumu Nesin (2010, s. 200) de “*Matematikte sonsuz çoğu zaman bir sıfattır. Adına sonsuz denilen bir matematiksel nesne yoktur. Sonsuz matematiksel nesneler vardır.*” şeklindeki bilgi ile doğrulanmaktadır. Ela’nın burada öğrenciden gelen ‘sonsuz+1’ matematiksel fikrine dikkat etmesinin sebebi Ela’nın sonsuz kavramı bilgisine dayanarak öğrencinin fikrinin yanlış olduğunu düşünmesinden kaynaklanıyor olabilir. Burada Ela ‘sonsuz’ ile işlem yapılamayacağı üzerinde durmuş ancak öğrencinin ‘sonsuz+1’ fikrinin neden kaynaklanıyor olabileceği üzerine herhangi bir yorum getirmemiştir. Selin ve Ela bir öğrenciden gelen ‘sonsuz+1’ fikrine dikkat etmiş, her iki öğretmen aday da bu fikri yanlış olarak değerlendirmiştir. Selin öğrenciden gelen ‘sonsuz+1’ fikrini ve ‘sonsuz+1’ i öğrencinin neden sonsuz olarak algılamadığını sorgulamış, Ela ise bu düşüncenin yanlış olduğunu kanıt göstererek açıklamıştır. Gizem ve Kaan öğrenciden gelen ‘sonsuz+1’ fikrine dikkat etmemiştir.

d. Derecesi 4 olan polinomun terim sayısının en fazla 'sonsuz' olur fikri

Video-kayıtta bir öğrenciden derecesi 4 olan bir polinomun terim sayısının en fazla 'sonsuz' olabileceği şeklinde gelen fikir üzerine Selin öğrencinin fikrini destekler yönde, Gizem ise öğrencinin fikrinin yanlış olduğu düşüncesiyle bu durum üzerine düşüncelerini sunmuştur. Selin T11'in 'Sonsuz doğal sayı var o zaman üssü de sonsuz olur.' şeklindeki açıklamasına dikkat etmiş ve öğrenciden gelen bu matematiksel fikri beklediğini, kendisinin de bu şekilde düşündüğünü "Evet *sonsuz doğal sayı var*, benim *de yakalamak istediğim* buydu." ifadesiyle belirtmiştir. Öğrencinin düşüncesini doğru olarak değerlendiren Selin polinomun derecesinin doğal sayılar kümesinin bir elemanı olduğu fikrini göz ardı etmekte ve polinomun derecesini doğal sayılar kümesinin sonsuz olması ile "Çünkü nokta nokta koyup *en sona mesela $a_n x^n$* yazıyoruz. Orada bakınca *sonsuz terimliymiş gibi duruyor*. Ben orada "n" yi ne alıyorum? *Doğal sayılar alıyorum*. Eeee *doğal sayılar sonsuzsa o zaman sonsuz terimlidir* diyebiliyorum." ifadeleriyle bağdaştırmaktadır. Selin'in burada kendi zihninde var olan fikri ortaya koyan öğrencinin fikrine odaklandığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının alan bilgilerinin sorgulandığı sorularda "polinomlarda terim sayısının sonsuz olabilir mi?" şeklinde bir soru bulunması ve Selin'in sınıf içindeki tartışmada bir öğrenci ile aynı fikirde olması bu fikre dikkat etmesini tetiklemiş olduğu söylenebilir. Değerlendiren bir yaklaşımla öğrenci fikrini yorumlayan Selin öğrencinin polinomun sonsuz terimli olabileceğini düşünme sebebini de açıklamıştır. Selin'in açıklamalarından gelen bu bulgu, öğretmen adaylarının dikkat ettikleri durumların kendi beklediği cevaplar olabileceğine dair bir örnek niteliğindedir.

Gizem polinomlarda derece-terim sayısı arasındaki ilişki üzerine sınıf içi tartışma bittiğinde öğrencilerin polinomlarda terim sayısının sonsuz olabileceği fikrine,

"Mesela bu öğrencinin terim sayısı sonsuz şeklinde yanlış bir fikri var, doğrusunu da öğrenmedi. Kimse de sormadı hocam evet sonsuz olabiliyor mu o zaman diye. Bir sonuca varılmadığı için sonsuzu savunan bir öğrenci öyle kabul etti sonuçta hocası ona demedi ki yanlış düşünüyorsun ya da düşündüğünden emin misin? Genelde sonsuzluk üzerinde konuştu öğrenciler de. Ama ben polinomların sonlu sayıda terimden oluştuğunu hatırlıyorum. 1 den n e kadar düşününce sonsuzmuş gibi geliyor ama hiç sonsuz terimli polinom olabileceğini düşünmedim."

şeklinde yorum getirmiştir. Gizem yorumunda derecesi 4 olan bir polinomun terim sayısının en fazla “sonsuz” olup olmayacağı üzerine tartışmanın bir sonuca bağlanmaması nedeniyle öğrencilerin polinomlarda terim sayısının sonsuz olabileceği algısına sahip olabileceklerini ancak bu algının doğru olmadığına dair düşüncesini yukarıdaki alıntısında sunmuştur. Gizem burada öğrencinin sonsuz algısının polinom için derecesinin 1 den n ye kadar olmasından kaynaklı olabileceğini yorumunda dolaylı olarak sunmuş ancak doğrudan öğrencinin sonsuz algısına bir yorum getirmemiş ve yargı içeren bir ifadeyle öğrencinin düşüncesinin yanlış olduğunu belirtmiştir. Gizem polinomlarda terim sayısının sonsuz olabileceğini düşünen öğrencilere verilebilecek karşılık içinse “*Sonsuz olduğunu düşünüyorsanız, tahtaya sonsuz terimli bir polinom yazın o zaman (...)*” şeklindeki ifadesiyle öğrencinin fikrini sorgulaması için öğrenciyi yönlendiren bir yaklaşımla tartışmayı sürdürebileceği söylenebilir. Selin ve Gizem’in burada polinomlarda terim sayısı üzerine farklı düşünceleri öğrencilerden gelen fikir üzerine yorumlarını etkilemiştir. Öğretmen adaylarının yorumlarına polinom kavramı üzerine kendi alan bilgilerini yansıttıkları görülmektedir. Gerçekten, Selin alan bilgisi tarama sorularında polinomlarda terim sayısının sonsuz olabileceği fikrini sunarken Gizem polinomun tanım gereği sonlu sayıda teriminin sıfırdan farklı dolayısıyla polinomun terim sayısını sonlu kabul edilmesi gerektiği fikrini sunmuştur. Kaan ve Ela alan bilgisi tarama sorularında polinomlarda terim sayısının sonsuz olabileceği düşüncelerine karşın video-kayıtta öğrencilerden gelen “sonsuz” fikri üzerine herhangi bir yorum getirmemiştir.

e. Sıfır polinomunun derecesi tanımsız fikri

Sıfır polinomunun derecesi üzerine videoda devam eden sınıf içi tartışmada öğrencilerin farklı düşünceleri ortaya çıkmıştır. Bunlardan bir tanesi de sıfır polinomunun derecesinin tanımsız olması fikridir. Bu fikir üzerine gerçekleşen aşağıdaki diyalog kesitinde öğrenciden ve öğretmeden gelen bazı uyarılara Kaan dışındaki öğretmen adayları dikkat etmiştir.

“(…) T5: Hocam bence sıfır polinomunun derecesi tanımsız. Tahtada gösterebilir miyim?

Ö: Gel, anlat bakalım. (...)

T5: Hocam burada şey $a_n = a_{n-1}$, bu zaten sıfır polinomu.

Ö: O n . terim $(n - 1)$. terimi kastettin,

T5: Şurada P olacak. $P(a_n) = a_{n-1}$. Hocam sıfır polinomunda mesela $P(1) = 0$ biz buna sıfır polinomu diyoruz ya mesela hocam bunun derecesini bulamayız ki biz (bkz. Şekil 7).

Ö: Hayır olmadı. Çok farklı yerlere geldin olmadı iyice karıştırıyorsun. Burada $P(1) = 0$ demek sıfır polinomu demek değil. Sen P deki x yerine 1 yazmışsın sonucu sıfır bulmuşsun. Polinomun sonucunun sıfır olması ile $P(x) = 0$ olması çok farklı.



Şekil 7. Tahtada sıfır polinomunun derecesini inceleyen bir öğrenci.

Selin bir öğrencinin “T5: (...) sıfır polinomunun derecesi tanımsız” çıkarımı üzerine öğrenciden gelen matematiksel fikre dikkat etmiştir. Selin “Evet gerçekten bu soruyu cevaplayacağını biliyordum. Ben de öyle düşünüyorum tanımsız o zaman yani sonsuz da değil. Sonsuzlukla tanımsızlık birbirine çok yakınmış gibi ama çok farklı kavramlar. Aynen tanımsız çünkü istediğimiz yöne çekebiliyoruz biz bunu.” ifadeleriyle sıfır polinomun derecesine hangi matematiksel terimin tayin edileceğini sorgulamaktadır. Selin sıfır polinomunun derecesini kendisi de tam olarak belirleyemediği için Selin’in öğrenciden gelen matematiksel fikre odaklandığı söylenebilir. Selin ‘matematiksel bir yapının tanımında belirlenen şartları sağlamayan durum’ olan tanımsız olma durumu ile ‘bir değer tayin edilemeyeşi olan’ olan belirsiz olma durumunu (Santos, 2008’ den aktaran Özmantar & Bozkurt, 2013) karıştırmakta dolayısıyla öğrencinin kullandığı ‘sıfır polinomunun derecesi tanımsız’ ifadesini doğru olarak değerlendirmektedir. Selin sıfır polinomunun derecesi n kabul edilirse n ye belli bir değer tayin edilememesi durumunun

farkında ancak bu durumu ilk olarak sonsuz olma ile açıklamakta daha sonra Atakan'dan gelen tanımsız fikri üzerine tanımsız olarak ele almaktadır. Gerçekten, Baştürk ve Dönmez, (2011) tanımsızlık ve belirsizlik matematiksel terimlerinin birbiri ile karıştırılabildiğini belirtmekte ve öğretmen adaylarının bunları birbiri yerine kullandığına dair bulgular sunmaktadır. Selin'in de belirsizlik ile tanımsızlığı karıştırdığı görülmektedir. Selin günlüğüne bu matematiksel terimler hakkında yazmış olduğu “ (...) Belli bir donanıma *sahip olduğumda öğrencilerime belirsiz-tanımsız-sonsuz kavramlarının tanımından detaylı olmasa da bahsetmek isterim.*” şeklindeki ifadesi ile bu terimler hakkında kapsamlı alan bilgisine sahip olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle Selin'in sıfır polinomunun derecesi üzerine öğrenci düşüncelerini irdelememesinin ve pedagojik öneriler sunmamasının nedeninin tanımsızlık, belirsizlik ve sonsuzluk kavramları alan bilgisinden kaynaklı olabileceği söylenebilir. Ela ise T5'in sıfır polinomunun derecesi tanımsız fikri üzerine nasıl bir karşılık verilmesi gerektiğini öğrenci düşünmesini irdeleyen bir yaklaşımla,

“Hocam mesela burada şimdi öğrenci $P(1) = 0$ yazdı. $P(x) = 0$ polinomu için aslında bakınca $P(1)$, 0 a eşit olabilir. Sıfır polinomunda x ne olursa olsun sıfır. *Aslında yanlış demek doğru değil sanki öğrencinin düşüncesine.* Yani öğretmenin düşüncesindeki şey şu hani $P(1)$ için bir polinom var böyle $a_n x^n + \dots + a_0 x^0$ şeklinde x yerine 1 yazmış 0 bulmuş. Ama öğrenci orada hani ben x yerine ne koyarsam koyayım sıfır elde edeceğim zaten başka bir şey elde edemiyorum şeklinde düşündü bence. Hani öğrencinin ne düşündüğünü öğrenmek gerekiyor. ‘Sen böyle bir polinom yazdın aklından ne düşündün?’ şeklinde sorgulaması gerekiyor öğretmenin.”

şeklinde ifade etmiştir. Ela öğretmenin öğrencinin düşüncesine Diyalog 16 daki şekilde olumsuz karşılık vermeden önce bu düşüncüyü sorgulaması gerektiğini belirtmiştir. Ela öğretmenin yerinde kendisi olsa T5'e vereceği karşılığı “Bu fikri irdelemek gerekiyordu bence. Hani tanımsızlık ne? Neden tanımsız dedin? Orası yanlış deyip geçmezdim. Ben öğretmen olsaydım öğrencinin düşüncesini biraz daha açmasını isterdim böylece diğer öğrenciler bu konuda ne düşünüyor onu da öğrenmiş olurum.” şeklinde sunmuştur. Ela'nın yorumundan öğrencinin fikrini sorgulama/açma şeklinde karar verebileceği izlenimi oluşmaktadır. Ela T5'in sıfır polinomunun derecesi tanımsız fikrini “Öğrenci bence sıfır polinomunun derecesi 5 de olur 10 da olur 100 de olur 1000 de olur diye düşünüyordu. Bir

şeye karar veremiyoruz. Karar veremediğimiz için bir şey yok elimizde tanımsız demesinin nedeni o gibi geliyor.” şeklinde açıklamıştır. Ela burada öğrencinin düşüncesini sorgulamış ve öğrencinin karar veremediği şeyi “tanımsız” olarak adlandırmış olabileceğini belirtmiştir. Ela’nın burada dikkat ettiği öğrenci fikrini açıklayan ve analiz eden bir yaklaşımla sunduğu görülmektedir.

f. Polinomun derecesini bulma ile üssü ifadeler arasındaki ilişki üzerine

Ela diğer üç öğretmen adayından farklı olarak T2’nin “Hocam orada $P^2(x)$, a^2 olmayacak mı?” sorusunun T2’nin üslü ifadeler konusuna dair yanılığsından kaynaklı olabileceğini “Birçok konunun içinde başka birçok konunun eksik yanlarını görebiliriz. Mesela burada üslü ifadelerde bir eksiği varmış öğrencinin biz bunu polinomlarla ortaya çıkarabildik mesela hani o yanlıştı. a^2 nin küpünü aldığımızda ikinin küpünü alacağımızı düşüncesi var öğrencide o burada ortaya çıktı mesela.” şeklinde yorumlamıştır. Ela bu yorumunu,

“Eğer $P(x)$ in derecesi a ise $P(x)$, x^a oluyor bunun karesini öğrenci sanki a^2 miş gibi algılıyor. Hani üslü ifadeler de o yanlışlık var galiba o yüzden buraya bunu yansıtıyor. Bunun düzeltilmesi lazım. Burada düzeltme imkânı bulduk mesela. Geçmişe dönük bilgilerindeki eksikliğini başka bir konuda fark edebiliriz mesela.”

ifadeleriyle matematiksel olarak detaylandırmıştır. Ela burada öğrencinin üslü ifadelerde $(x^a)^2$ ifadesini x^{a^2} şeklinde algıladığını düşünmektedir. Bu bağlamda Ela matematikte bir konu tartışılırken öğrencilerin başka konularda eksiklikleri, yanılığları olup olmadığının belirlenebileceğini kavramlar arası ilişki bağlamında ortaya koymuştur. Ayrıca Ela buradaki yorumunda öğrencinin algısını kendi yorumladığı şekilde öğrencinin yanlış düşüncesinin düzeltilmesi gerektiğine dair kararını da ortaya koymuştur. Ancak Ela T2’nin düşüncesi üzerine videoyu incelemeye devam ederken öğrenci ile öğretmen arasında gerçekleşen diyalog aracılığıyla öğrencinin algısının kendisinin düşündüğü yanılığdan farklı olduğuna dikkat etmiştir. Ela öğrencinin yanlış algısı hakkında ilk olarak kendisinin ne düşündüğünü aslında öğrencinin ne demek istediğini,

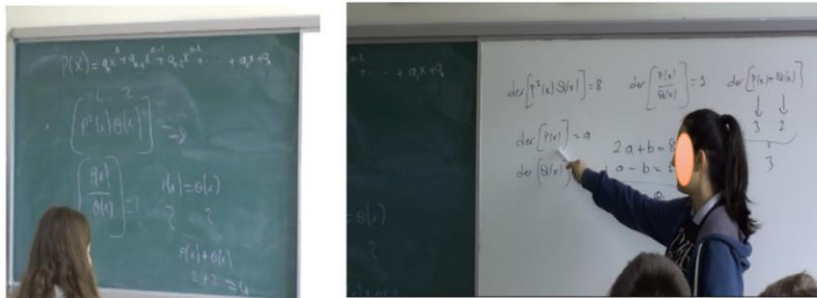
“Aslında sonunu izlemeden yorum yaptım öğrencinin üslü sayılardaki o bilgisi eksik değilmiş galiba. Ben mesela ilk başta $(a^2)^3$ ü öğrenci a^8 gibi algılıyor zannetmiştim. İlk o izlenim çıktı ben de ortaya. Sonradan aslında polinomun derecesi eşittir a yı

sanki polinom a ya eşitmiş gibi kabul ediyor. Derece kavramı ile sıkıntısı varmış. Öğretmen anladı sanki çünkü polinomlardan örnek verdi.”

şeklinde açıklamıştır. Ela öğretmenin öğrenciye verdiği karşılık üzerinden öğrencinin nasıl düşündüğünü anlamıştır. Burada Ela öğrencinin algısı üzerine dikkatini tanımlayan yaklaşımla sunmuş ve öğretmenin öğrencinin düşüncesini anladığını belirtmiştir.

III. Polinomlarda işlemler aracılığıyla iki polinomun derecesini belirleme üzerine öğrenci fikirleri

Videoda öğretmen adaylarının öğrenci fikirlerine dair dikkat ettiği bir uyarın kesiti öğrencilerin “*çarpım sonucunda oluşan polinomun derecesiyle çarpıma dâhil olan polinomların dereceleri arasında (yine bölünen polinom ile bölen ve bölüm polinomlarının dereceleri arasında) nasıl bir ilişki olduğunu açıklayabilmelerini*” amaçlayan “ $P(x)$ ve $Q(x)$ birer polinom olmak üzere $der[P^2(x)Q(x)] = 8$ ve $der\left[\frac{P(x)}{Q(x)}\right] = 1$ ise $der[P(x) + Q(x)]$ nedir?, Elde ettiğiniz sonucun doğruluğunu tartışınız.” sorusu bağlamında gerçekleşen öğretmen ve öğrencilerin sınıf içi tartışması üzerinedir. Bu soruya öğrencilerden birçoğu 3, birkaçı 4 ve birkaçı 2 cevabını vermiştir. Bunun üzerine öğretmen 3 ve 4 cevabını veren birer öğrenciyi “Peki, o zaman şimdi T11 (3 cevabını veren öğrenci) ve T19 (4 cevabını veren öğrenci)’u alıyorum tahtaya. Şimdi ikisi de çözecek. (...) Şimdi ikisi yazsın çözsün bize anlatsınlar bakalım (Şekil 8’ de çözümle görülmektedir). Hangisi doğru ya da hangisi bizim mantığımıza uygun gelecek. Bir de onlara soru soralım. Neden öyle düşünülmüşler? Niye öyle olmuş?” ifadeleriyle tahtaya kaldırmıştır.



Şekil 8. T19'un ve T11'in tahtadaki soru çözümleri.

Selin ve Gizem cevabı 4 bulan öğrencinin (T19'un) tahtadaki çözümüne ve açıklamalarına dikkat etmiş ve her iki öğretmen adayı da kendisini öğretmenin yerine koyarak kendilerinin öğrencinin bu düşüncesi üzerine nasıl karşılık verebileceğini belirtmiştir. Selin T19'un cevabı üzerine gerçekleşen sınıf içi tartışmayı dinlemeden önce öğrencinin tahtadaki cevabını “(Tahtayı gösterir (Şekil 8) *Şimdi burada çarparken dereceleri çarpmış. Burada dereceleri toplamış. Daha toplama işleminde büyük olanın derecesi alınır falan anlaşılamamış sanırım. Ezbere yaptığını düşünüyorum. Çünkü burada toplarsan dereceleri de toplayacaktınız gibi gelmiş.*” ifadeleriyle ilk olarak öğrencinin ne yaptığını betimlemiş ve öğrencinin soruyu ezbere çözdüğünü belirtmiştir. T19'un soru çözümüne ait açıklamasını içeren sınıf içi diyalog,

“T19: Şimdi hocam, $[P^2(x) \cdot Q(x)] = 8$ miş ve $\left[\frac{P(x)}{Q(x)}\right] = 1$ miş. Eşitlikte Q yu karşıya attım $P(x) = Q(x)$ oldu. Zaten düşününce 2'nin karesi 4 çarpı 2, 8'e eşit o zaman toplamları 4.

Ö: Şimdi bu olmadı. Neden olmadığı ile ilgili yorumu olan var mı? T7?

T7: Hocam değer vererek yaptı. Böyle çözülür mü hiç T19?

Ö: (Birçok öğrenci parmak kaldırır.) T5'i dinliyorum.

T5: Hocam derecelerini toplarken ikisini 2 + 2'yi topladı ya benim gördüğüm en büyük hata oydu. Derecesi büyük olanı alması gerekiyordu.”

şeklinde gerçekleşmiştir. Selin T19'un açıklamasını içeren diyalogu dinledikten sonra öğrencinin polinomlarda dereceyi göz önüne almadan polinomları sabit polinom olarak düşünmüş olabileceğini “*Burada dereceyi görmemiş zaten başındaki dereceyi görmemiş. Direkt $P^2(x)Q(x) = 8$, $\frac{P(x)}{Q(x)}$ i 1 olarak görmüş. Burada $P(x)$ dediği sabit bir polinom bulmuş aslında $P(x) = 2$ olarak görüyor burada da $P(x)$ i sabit polinom olarak çözdü gibi. Öğrenci dereceyi fark etmemiş olabilir.*” şeklinde açıklamıştır. Selin burada öğrencinin ne düşünmüş olabileceği üzerine tahmin yürüterek öğrencinin çözümünü kendi yorumuyla yeniden ifade etmiştir. Ayrıca Selin öğrencinin cevabını yanlış olarak değerlendirmiş ve bu durumda öğrenciye nasıl karşılık verilebileceğine dair düşüncelerini,

“ $P(x)$ için derecesi n alırdım. x^n şeklinde yazardım mesela. Sonra çarpı diyelim $Q(x)$ içinde x^m derdim. Derecenin karesini aldığım zaman x^{2n} olurdu. x^{2n} çarpı x^m dersek, buradan üstlerin toplanacağı mantığını görürdüz zaten. Hani $2n + m = 8$ yapardık.

Diğeri için bölme işleminde de yine $\frac{x^n}{x^m}$ dediğimizde de $n - m = 1$ olduğunu verilenlere göre söyledim. Buradan n yi ve m yı bulurdum. *Ya da bu şekilde bir yönlendirme yapardım. Galiba diğer öğrencimiz (T11) öyle yapmış tahtadaki çözümünden anlaşılıyor. $P(x)$ dediğim şey neydi? En basitinden düşünmek gerekiyor. Hatta ben katsayıyı bile yazmadım. $P(x)$ i x^n , $Q(x)$ i de x^m şeklinde düşünelim dedim. Böyle çok ezbere yaptı zaten, ezbere yaptığı için de yanlış yaptı. Mantiğının oturmadığı belli.”*

ifadeleriyle ortaya koymuştur. Selin verilen $P(x)$ ve $Q(x)$ polinomlarının tek terimli ve katsayıları 1, dereceleri sırasıyla n ve a olacak şekilde alınması aracılığıyla öğrencinin iki polinomun toplamının ve çarpımının derecesini anlamlandırabileceğini ifade etmiştir. Burada Selin’in öğrenciye hatasını anlayabileceği yönlendirmelerde bulunacak şekilde karşılık vereceği söylenebilir. Selin’in öğrenci düşünmesi üzerine farkındalığı öğrencinin verdiği cevabı tanımlayan, öğrencinin ne düşünmüş olabileceği hakkında akıl yürüten ve öğrenciye nasıl karşılık verilmesi gerektiği üzerine öneriler sunan yaklaşımlardır.

Gizem de T19’un cevabını yanlış olarak değerlendirmiş ve bu durumda öğrenciye nasıl karşılık verebileceğini,

“Burada öğrenci şey yapmış hocam hani dereceleri falan hiç görmemiş sanki. $P(x)$, $Q(x)$ hani x, y gibi bir şey, karesini aldığımda ikinin karesi dört çarpı iki sekiz yapar iki bölü iki bir yapar o zaman toplamaları şudur şeklinde gidiyor. Ben olsam orada direk şu an bilmiyorum ne yapacak öğretmenimiz ama $P(x)$ bölü $Q(x)$ yazdığında onların başında bir derece olduğunu olduğuna dikkat ettin mi şeklinde mesela “T19 derece olduğuna dikkat ettin mi onların? Böldüğünde dereceleri nasıl 1 bulabiliyorsun? Dereceler 2 ye 2 ise bölünce 1 nasıl olur polinomun derecesi? Hemen orada bir örnek o zaman derecesi 2 olan iki polinomu böldüğünde bir mi çıkar sonucun derecesi?” şeklinde sorular yönlendirirdim. Öğrenci direk bölme düşünmüş dereceye hiç dikkat etmemiş.”

ifadeleriyle sunmuştur. Burada Gizem’in öğrencinin düşünmesi üzerine yorumu betimleyen ve açıklayan yaklaşımlardır. Ayrıca Gizem öğrenciden gelen fikirdeki hatayı sorgulayan ve öğrenciye özel örnek vererek öğrenci fikrindeki hatayı düzeltebileceği sorularla karşılık verebileceği yönündeki kararını ortaya koymuştur. Burada Selin ve Gizem’in T19’un cevabını yanlış olarak değerlendirdikleri ancak öğrenciye karşılık verme noktasında farklı yaklaşımları yorumlarından anlaşılmaktadır. Selin’in polinomlardaki belirsizlere farklı

dereceler atayarak katsayıları 1 olacak şekilde bir terimli polinom örnekleriyle öğrencinin hatasını görmesini sağlayacağı, Gizem'in ise öğrencinin dereceyi görmediğini doğrudan fark etmesini sağlayacak şekilde sorular soracağı görülmektedir.

Kaan tahtadaki iki öğrencinin tahtadaki yazılı çözümlerine odaklanarak T11'in cevabını doğru, T19'un cevabını yanlış olarak değerlendirmiştir. Kaan iki polinomun çarpımının derecesi bulunurken çarpım halindeki iki polinomun derecelerinin çarpılması gerektiği düşüncesiyle T19'un çözümünün doğru olduğunu “Şimdi bunun doğru olduğunu (T19'un soru çözümü) kabul ederken şu parantezlerin başlarında derece yazdığını kabul ediyoruz. Doğru mantık kurdu gösterimden dolayı eksiği var.” şeklinde T11'in çözümünün yanlış olduğunu ise “Bu (Bkz. Şekil 8. T11'in çözümünü gösterir.) dereceleri yazdı ama sonucu yanlış buldu. Şurada toplama yaptı. İşlem hatası daha doğrusu yanlışlığı var ya da hatası var burada.” şeklinde ifade etmiştir. Kaan'ın bu değerlendirmesi üzerine araştırmacı T11'in nasıl bir yanlışlığı olduğunu sorgulamış ve Kaan öğrencide var olduğunu düşündüğü yanlışlığı,

“Yani $\deg[P^2(x)Q(x)] = 8$, $P^2(x)$, $Q(x)$ in çarpımının dereceleri 8 olduğunda toplam olarak gitti. Çarpım olarak gitmesi gerekiyordu hani parantez çarpım olduğu için. Mesela $x^2 \cdot x^3$ olduğunda bu çarpımın sonucu x^5 mi yapıyor aaa evet toplam mı oldu? x^2 ile x^3 ü çarptığımız zaman x^5 yapar değil mi? ve 5. dereceden oluyor toplam oluyor yani. Toplam şeklinde o zaman bu doğru (T11'in çözümü), bu yanlış (T19'un çözümü).”

şeklinde açıklamaya çalışırken kendi düşüncesinin hatalı olduğunu ve bunun üzerine ilk değerlendirmesinin tam tersi olarak T11'in doğru yapmış olduğunu, T19'un çözümünün ise hatalı olduğunu belirtmiştir. Kaan burada öğrencilerin çözüm yolları üzerine herhangi bir açıklama yapmamış sadece yargı içeren ifadelerle öğrenci çözümlerini değerlendirmiştir. Ayrıca burada Kaan öğrencilerin soru çözümlerine dair açıklamalarını değil tahtadaki yazılı ifadelerini değerlendirmiştir. Buradan videodaki uyarıların her zaman sözlü tartışmalardan gelmediğini söylenebilir. Ela ise T19 ve T11'in tahtadaki soru çözümlerine ve çözümlerine yönelik açıklamaları üzerine herhangi bir yorumda bulunmamıştır.

IV. Öğrenciye Özgü Kavrayış Durumları

Öğretmen adayları polinom kavramı bağlamında öğrencilerin kavrayışlarını etkilediğini düşündükleri bazı durumlara dair dikkatlerini ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının öğrenciye özgü kavrayışları bağlamında dikkat ettiği bir durum video-kayıtta kritik bir öğrenci, hem düşünen ancak matematiğe ilgisi olmadığını belirten bir öğrencidir. Diğer durumlar ise öğrenci seviyesi, öğrenme yaklaşımı ve öğrencilerin herhangi bir akıl yürütmeye başvurmadan fikirlerini kurala dayandırmasıdır.

a. Öğrenci Seviyesi

Kaan başkasına ait video kaydını izlemeye başlamadan önce sınıftaki durumlara nasıl tepki vermesi gerektiğini bilmek adına öğrenci seviyesinin önemini ortaya koymuş ve yorumlarına başlamadan önce sınıftaki öğrencilerin seviyesini bilmesi gerektiğini belirtmiştir. Kaan öğrencilerin hangi lisede (Fen lisesi, Anadolu lisesi, Meslek lisesi vb.) ve hangi alanda (Eşit-Ağırlıklı, Sayısal) olduğunu bilirse ona göre yorumlayabileceğini dile getirmiştir. Öğrencilerin fen lisesi ise daha üst düzey düşünebileceğini, meslek lisesinde ise belki düşünememiş olabileceklerini yorumlarında göz önünde bulundurabileceğini söyleyen Kaan polinom kavramı bağlamında kendisine sunulan video-kaydı inceleme sürecinde bu durumu hiç dikkate almamıştır. Selin ise video inceleme sürecinin sonlarına doğru öğrencilerden gelen farklı fikirlere dikkatini yorumlarken öğrenci seviyesine inebilmek gerektiğini böylece öğrencilerin ne düşünebileceklerini sorgulayabileceklerini belirtmiştir. Selin bu düşüncesinin video inceleme aracılığıyla olduğunu dile getirmiştir. Ancak, hiçbir öğretmen adayı video inceleme sürecinde dikkat ettikleri durumları yorumlarken öğrenci seviyesinden kaynaklı olabileceği şeklinde yorumlar getirmemiştir. Bu nedenle genel olarak öğrenciye karşılık vermeye karar verme durumlarında da öğrenci seviyesini işe koşmamışlardır.

b. Kritik bir öğrenci durumu (T16)

Selin sıfırları verilen üçüncü dereceden bir polinomun bulunmasına dair sınıf içi tartışma devam ederken bir öğrencinin “T16: Bir şey saçmalayayım mı?” şeklindeki sorusuna

odaklanarak bu öğrencinin video kayıttaki ders sürecindeki genel tutumunu tanımlayan bir yaklaşımla,

“Sanki sürekli *matematik bilgisi yok ya da sürekli atıyormuş, uyduruyormuşum gibi hissediyor*, kendini öyle hissediyor, biliyor *atacağını fark ediyor gibi*”

şeklinde ifade etmiştir. Nitekim videoda T16 daha önceki söylemlerinde de kendisini bu şekilde ifade etmektedir. Selin’in öğrenciden gelen bu söylemlere dikkat etmesi öğrencinin bu durumunu daha önceden fark etmiş olmasından kaynaklanmış olmakla birlikte Selin’in öğrenci davranışlarının duyarlı bir gözlemcisi olmasından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Selin’in öğrencinin söylemini tekrar ederek öğrencinin ne demek istediğine dair düşüncesini ortaya koyan yaklaşımı nedeniyle bu durum üzerine farkındalığı betimleyen yaklaşımlardır.

Kaan da T16’nın ders içindeki tutumuna dikkat etmiş ve bu öğrencinin genel olarak sınıf içinde derse karşı tutumunu

“Bu öğrencinin (T16’yı gösterir) yorumları çok farklı “*tam bilmiyorum ama şunları şunları anladım*” diyor. *İlgisi yok veya hani öğrenmek istemiyormuş da “ben bunu öğrenmek istemiyorum ama bakarken bunları gördüm*” şeklinde söylüyor. Ben bunu buldum bu doğru mu şöyle mi böyle mi gibi değil de, ben bunu buldum yanlıştır muhtemelen diye düşünüp başlıyor. Hani bilmiyorum arkasında başka bir sebep de olabilir yani kendi açısından.”

söylemleriyle betimlemiştir. Kaan aynı öğrencinin düşüncesini “K: Dersle *ilgileniyormuş gibi değil de sadece o kısım dikkatini çekmiş oraya bakmış gibi konuşması ama söylediği cümleler mantıklı.*” şeklinde değerlendirmiştir. Kaan’ın burada bir öğrencinin derse karşı tutumuna dikkatini tanımlayan ve değerlendiren yaklaşımla sunmuştur.

Ela videoda ikinci dersin başında T16’nın sıfır polinomunun derecesi için “*Sıfır polinomunun derecesi her zaman sıfır olur dedik, ama hocam mesela $0.x^{15}$ olamaz mı? O da yine sıfıra eşit olur*” şeklindeki fikri üzerine videoyu durdurmuş ancak öğrencinin fikrini değil özel olarak öğrencinin yaklaşımını,

“Mesela burada *ilgilenen bir öğrenci (T16)* gibi görünüyor. Teneffüste *sıfır polinomunun derecesini düşünmüş ama sıfır cevabı kafasına yatmamış orada bir boşluk kalmış hani boşluğu bu şekilde sorgulaması güzel. Öğrenci devamlı onu düşünüp kendi bir çaba sarf ediyor, bu çaba sonucunda daha iyi öğrenmeler ortaya*

çıkar. İlgilenmeyip teneffüste onu bırakanlar ise sıfır polinomunun derecesini sıfır olarak biliyor.(...)”

ifadeleriyle açıklamıştır. Ela burada daha önceki yorumlarından öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair yorumundan esinlenerek boşluğu doldurma ifadesini açıklamış ve öğrencinin öğretmenin bıraktığı boşluğu sorgulamasını güzel olarak değerlendirmiştir. T16 sınıfta arkada oturan bir öğrenci olup tutum ve davranışları matematiğe karşı kaygı duyduğunu göstermekle birlikte, akıl yürüten bir öğrencidir. Öğrencinin tutum ve davranışlarının kavrayışını etkilediği söylenebilir. Bu durum öğretmen adaylarından Selin, Kaan ve Ela’nın dikkatini çekmiştir.

c. Öğrenme & Öğretme Yaklaşımı

Ela videoda T16’nın “(...) Terim sayısını bulmak için her polinomda en büyük dereceli terimin derecesinin üstüne bir ekliyoruz dediler ya yani ben bilmiyorum ama onların dediklerinden yola çıkarak şöyle düşündüm.” söylemi üzerine dikkat ettiği durumu,

“E: Hocam mesela öğrenci bir ekliyoruz dedi ama ben bilmiyorum dedi. Hani arkadaşlarının düşüncesiyle yola çıkıyor eğer arkadaşları yanlış bir düşünce söyledikleri anda o da yanlış öğrenmeye sebep olacak. Bir yandan eğitim sistemimiz hep yapılandırmacı diyor ama bir yandan uygulaması gerçekten çok zor sanki. Hem öğretmen kendini çok iyi yetiştirmeli ve sınıfa hâkim olmalı, konusunda, sınıf hâkimiyetinde yeterlikleri çok iyi olmalı bunu uygulayabilmek için hem de öğrenciden de bir etkileşim alabilmeli. Eğer öğrenci nötrse veya negatif ise matematiğe karşı onu çekmek, düşünmesini sağlamak uzun bir süreç bence. O seviyeye getirebilmek için de daha farklı bir şey uygulamak gerekiyor sanki.

A: Farklıdan kastın nedir, Ela?

E: *Farklı derken yapılandırmacı yaklaşımdan farklı. Öğrenci düşüncesine uygun bir sistem lazım. Ben bunu stajda gerçekten tecrübe ettim öğrencilerimiz düşünmeye alışkın değil beyinlerimiz o kadar tembel ki kendi adıma da öyle hani hazır bilgi olsun ben alayım ezberleyeyim. Düşünmeye alışık değiliz ya vardı köreltildi şu an lisede yok ama böyle olunca polinom niye ilgilendirsin çocuğu bakınca mesela ya da polinomun derecesi niye ilgilendirsin. Sınavda çıkıyor e ben bunu sınavda çıkıyorsa ben terim sayısının polinomun derecesi $n + 1$ olduğunu ezberlersem zaten yapabilirim diye düşünüyor. Öyle olunca da kendi yapılandırmasını beklemek biraz zor oluyor. Onu*

benimsetmemiz lazım ilk önce yani ilk önce öğrencilerde o şekilde ders işleyecek alt yapıyı oluşturmamız lazım. Sınav sistemiyle ilgili.”

diyalogunda öğrenme-öğretme yaklaşımı bağlamında ele almıştır. Ela yukarıda verilen diyalogda ülkemizde sınav sisteminin değişmesi aracılığıyla öğrencilerin düşünebilecekleri ve bilgiyi kendilerinin yapılandırabilecekleri bir ortam oluşturulabileceği şeklindeki düşüncesini ortaya koymuştur. Ela'nın bu duruma değinmesinin altındaki neden söylemlerine dikkat ettiği öğrencinin sıfır polinomunun derecesi üzerine düşünürken sınıf arkadaşlarının daha önce dile getirdikleri bir bilgiyi sorgulamadan kabul edip bu bilgi üzerinden yorum yapmasıdır. Ela burada genel olarak öğrencilerin düşünmesi için gereken durumları öğrenme-öğretme yaklaşımları bağlamında ülkemizdeki eğitim yaklaşımına atfederek değerlendirmiştir.

d. Öğrencilerin fikirlerini kurala dayandırması

Kaan video-kayıt incelemesinin başında,

“T1: $P(x - 2)$ yerleşmiş hali mi yoksa yerleştireceğiz mi? $P(x)$ i bulacak mıyız?

T2: x in yerine $x + 2$ yazarsak diğerine eşitlenir.

Ö: Sorulan sorudan ne anlıyorsanız onu yapın. Tartışacağız bunu hep beraber.”

şeklinde gerçekleşen diyalogda öğretmen dönütüne dikkat etmesinin yanı sıra öğrencinin sorduğu “ $P(x - 2)$ yerleşmiş hali mi yoksa yerleştireceğiz mi? $P(x)$ i bulacak mıyız?” sorusuna dikkat etmiştir. Kaan öğrenciden gelen sorunun nedeninin öğrencinin çözüme ulaşmak için sorgulama yapmadan, ezberlediği bir kalıbı kullanması gerektiğini düşünmesinden kaynaklı olabileceğini “Sanki kavramı tam anlamamış.(...) Neyi neye yerleştiriyor? Sanki katsayılar toplamı için *zihninde bir kalıp var bunu ona uydurmaya çalışıyor.*” şeklinde betimlemiştir. Burada Kaan öğrencinin katsayılar toplamını anlamlandırmadığını ve sadece ezbere katsayılar toplamını bulmak için öğrencinin bir formülü kullanmaya çalıştığını açıklamaya çalışmaktadır. Ela da Kaan’a benzer şekilde öğrencinin sorduğu soru altında yatan genel sebebe odaklanmış ve odaklandığı durumu,

“Hocam mesela hep *düşündüğümüz şeyin doğruluğunu sorgulamaya çalışıyoruz.* Soruyla baş başa kalamıyoruz. Verilen *soruyla baş başa kalıp soruyu irdelemek zor geliyor öğrenci açısından* bence. *Düşündüğüm doğru mu diye onay alıp öğretmenden*

ondan sonra yola devam etmek istiyoruz. Hani kendim acaba düşündüğüm doğruysa böyle olabilir mi, değil mi? diye irdelemiyoruz. Doğrudan kural neyse açıklamasını bekliyoruz. Bir ipucu arıyoruz.”

şeklinde açıklamıştır. Ela'nın burada dikkat ettiği noktalar öğrencilerin düşüncelerini doğrudan sunmamaları, soruyu kendilerinin bireysel olarak irdelemekten kaçınmaları ve öğretmenden bir onay alma ihtiyacı hissetmeleridir. Ela öğrencilerin soruları irdelemeden belli bir kuralı uygulayarak sonuç odaklı düşünceleri üzerine dikkatine dair genel izlenimlerini sunmuştur. Bu durumun altında yatan sebep aslında öğretim anında öğrencilerin düşüncelerine karşılık verilirken sadece doğru ya da yanlış şeklinde yargı bildiren dönütlerin veya öğretmenlerin öğrencilerini dinlememelerinden kaynaklı olabileceği söylenebilir (Crespo, 2000).

Öğrencilerden polinomlarda derece ve terim sayısı arasındaki ilişki için, T2'nin 'terim sayısı dediğim derece artı bir' fikri üzerine aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir.

“Ö: Neden o biri ekliyoruz T2?

T2: Kural öyleydi. (Bu cevaba tüm sınıf güler)

Ö: Kural neden öyleydi ama?

BT: Sabit terim ekliyoruz.”

Selin burada öğrencinin verdiği cevabı kurala dayandırmasına dikkat etmiştir. Selin bir alan dersindeki uygulamaya atıfta bulunarak “(öğrenci söylemini tekrar eder) Kural öyleydi. Gerçekten hep *bu kurallar yüzünden düşünmeyi unutuyoruz*. Bugün ‘Öklidyen Olmayan Geometri’ dersinde de konuştuk eğim kavramı o kadar alışmışız ki *eğim deyince ilk aklımıza tanjant geliyor*. En sondaki formu *tüm düşünceler sonucu olmuş* tanjant diye düşünemememiz gerekiyor. Ama en başta tanjant diye bir şey yoktu tabi ki eğimi nasıl yorumladılar? Nasıl eğimden tanjanta geldiler? *Çok az kaldı öğretmen olacağız ama yeni yeni sorguluyoruz. Bu çok büyük bir eksiklik bence. Bu şekilde öğrencinin zihnindekini nasıl düşüneceğiz biz?*” şeklindeki ifadeleriyle kuralların soyutlama yapmayı ve matematiksel düşünmeyi kısıtladığı üzerine düşüncesini ortaya koymuştur. Selin lisans alan bilgisi dersinden örnek vererek kendilerinin kavramların hangi düşünceler sonucu soyutlandığını irdelememiş olmalarını ve bu düşünceleri irdelemeyen öğretmen adaylarının öğrencinin zihnindekileri düşünemeyeceklerini dile getirmiştir. Selin'in dikkat ettiği durum öğrencinin

cevabını kurala dayandırması olsa da Selin bu kuralın ortaya çıkışını ve kavramların nasıl soyutlandığını öğretmen adaylarının bilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

4.1.2. Öğretmen Adaylarının Öğretmenin Pedagojik Yaklaşımına Dair Farkındalıkları

Öğretmenin pedagojik yaklaşımı öğretmenin öğrenme ve öğretme süreçlerine dair yararlandığı her türlü yöntem, organizasyon, öğretmenin öğrenciye bilişsel, duyuşsal yaklaşımı olarak ele alınmıştır. Öğretmenin pedagojik yaklaşımı öğretmenin öğrencilerin matematiği öğrenmesi için uyguladığı faaliyetlerin tümü olarak tanımlanmaktadır (Watkins & Mortimore, 1999). Öğretmen adaylarının video-kayıt inceleme sürecinde genel olarak öğretmenin sınıf yönetimi, sınıf içi davranışları, öğrencilere bilişsel ve duyuşsal yaklaşımı, öğrencilerin düşünmelerine verdiği karşılık (dönütü/ tepkisi) bağlamında dikkat ettikleri durumlar bu başlık altında sunulmuştur. Bu bağlamda çalışmada öğretmen adaylarının öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair farkındalıkları için veriler öğretmenin öğrencilere verdiği karşılık, öğretim anında nihai bir sonuca ulaşma ve sınıf yönetimi alt birim fikirlerle kategorileştirilmiştir.

4.1.2.1. Öğretmenin Öğrencilere Verdiği Karşılık (Dönüt/ Tepki)

Öğretmen adaylarına sunulan video kaydında öğrenciler ilk olarak öğretmenin sınıfa dağıttığı konu tarama sorularıyla yaklaşık 15 dakika bireysel olarak ilgilenmişlerdir. Bu süreçte “ $P(x - 2) = x^2 + 5x + 1$ ve $P(2x) = x^2 + 5x + 1$ polinomlarının derecelerini, sabit terimini ve katsayılar toplamını bulunuz. Nasıl bulduğunuzu tartışınız.” sorusu ile uğraşırken bir öğrencinin sorduğu bir soru üzerine,

“T1: $P(x - 2)$ yerleşmiş hali mi yoksa yerleştireceğiz mi? $P(x)$ i bulacak mıyız?

T2: x in yerine $x + 2$ yazarsak diğerine eşitlenir.

Ö: Sorulan sorudan ne anlıyorsanız onu yapın. Tartışacağız bunu hep beraber.”

sınıf içi diyalogu gerçekleşmiştir. Bu diyaloga öğretmen adaylarının dördü de dikkat etmiş ve diyalogda dikkat ettikleri durumlar üzerine düşüncelerini paylaşmışlardır. Söz konusu

diyalogda öğrencinin sorusu ve öğretmenin öğrenciye verdiği karşılık uyarıları üzerine öğretmen adaylarından Selin ve Gizem’in öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığı, Kaan’ın ise öğretmenin öğrenciye verdiği karşılıkla birlikte öğrencinin sorduğu soru üzerine kavrayışını, Ela’nın ise öğrenci algısını öğrencinin öğretmene sorduğu sorudan etkilenecek genel olarak yorumladığı belirlenmiştir. Selin bu anda öğretmenin “Sorulan sorudan ne anlıyorsanız onu yapın. Tartışacağız bunu hep beraber.” şeklindeki dönütüne dikkat etmiş ve öğretmenin öğrencileri sorunun cevabına doğrudan yönlendirmemesinin doğru olduğunu belirtmiştir. Burada Selin dikkat ettiği durum üzerine yorumunda sadece yargı içeren bir ifade kullanmıştır. Öğretmen dönütü öğretmen adayının dikkat ettiği bir durum olsa da sadece dikkat ettiği durumu belirlemek farkındalığın anlamlı olduğunu göstermez. Ancak, bir duruma dikkat edilmediğinde ve bir olaya dâhil olunmadığında zaten farkındalık belirlenemeyeceği (Jacobs, vd. 2010) için burada Selin’in dikkat ettiği duruma yer verilmiştir. Gizem de öğretmenin dönütüne dikkat etmiş ve dikkatini çeken bu durumu,

“Ben de sonuçta yönlendirmek istemezdim. Başta soruyor öğrenci öğretmen cevap verse tüm sınıf etkilenecek bu sefer daha sonra tartışacaklar çünkü büyük ihtimalle. O zaman hani öğrenci kendi yaptıktan sonra kendi kararını verdikten sonra tartışırken öğrencilerin karar vermesi gerekir. (...) Arkadaşlar kendi aralarında tartışarak bir sonuca ulaşmalı ama en sonunda bir hâkim olması da lazım hani bir kargaşa çıkmadan bir toparlamak da lazım. Tartışma sonunda cevap verirdim diye düşünüyorum.”

cümleleriyle değerlendirmiştir. Gizem burada dikkat ettiği öğretmen dönütünü değerlendirirken kendisinin öğretmenin yaklaşımına benzer bir yaklaşım sergileyebileceğini belirtmiştir. Burada öğrencilerin ilk önce kendilerinin soruyu çözüp bir karar vermelerini, daha sonra arkadaşlarına düşüncelerini sunmalarını ve en sonunda öğretmenin sonucu toparlaması gerektiğine dair düşüncesini genel ifadelerle sunmuştur. Gizem, Özlem öğretmenin yaklaşımını doğrulayan yorumu üzerine lisansta aldığı bir dersteki uygulama yaklaşımı üzerinden “*Halime⁹ hoca da bize öyle yaptırıyor* cevabı söylemiyor, siz kararınızı verin sonrasında sınıfça tartışacağız diyor. *Mesela kendi de etkilemiyor (...)*” şeklinde kararını destekleyecek bir örnek vermiştir. Video incelemesinin başında kendisine tetikleyici

⁹ Araştırma etiği açısından bulgular bölümünde öğretim elemanlarına atanan isimler kendi isimleri değildir.

bir soru sorulmadığı halde Gizem'in yorumlarında kendisini öğretmenin yerine koyduğu görülmektedir. Kaan da diğer iki öğretmen adayı gibi öğretmenin verdiği dönüte dikkat etmiştir. Burada Kaan öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığın “(...) *soruda sorulan şeye odaklanın demeliydi bence hangi yolla yapıyorsanız yazın daha sonra bunları tartışacağız*” şeklinde olması gerektiğini belirtmiştir. Burada Kaan'ın farklı söylemle öğretmene benzer dönüt vereceği söylenebilir. Aynı durum üzerine Kaan öğretmenin hem öğrencinin bireysel sorusuna karşılık vermesi hem de sınıf içinde diğer öğrencilere ulaşması gerektiğine dair düşüncesini,

“Burada öğretmen *bu öğrenciye neyi nereye yerleştiriyorsun gibi ya da eşitlik açısından düşünüldüğü zaman ne değişiyor, polinom değişiyor mu? gibi bir soru sorabilirdi mesela. Diğer bütün öğrencilere bu soruda şuna mı dikkat edeceğiz acaba ya da sorudaki önemli noktanın ne olduğuna dikkat çekebilirdi.*”

cümleleriyle açıklamıştır. Bu yorumundan bu tarz bir soru soran bir öğrenciye karşılık Kaan'ın öğretim anında öğrenci düşüncesini sorgulama ve öğrencinin fikrini açma şeklinde karşılık vermeye karar verebileceği şeklinde bir izlenim oluşmaktadır. Kaan bu durumda öğretmenin öğrencinin sorusu üzerine verdiği karşılığı yeniden ele alarak öğrenciye nasıl karşılık verilmesi gerektiğini matematiksel detay içermeyen ifadelerle sunmuştur.

Öğretmen adaylarının kendilerine sunulan videodaki sınıf içi tartışma başlamadan önce öğretmenin dönütü üzerinde durdukları bir diğer durum ise,

“T3: $P^2(x)$ deki kare $P(x)$ in derecesini etkiler mi?

Ö: Kare olduğunda etkiliyor muydu bakalım? $P(x)$ e bir polinom ver P^2 dediğinde bir incele bakalım ne olur?”

diyalogu ile verilen öğretmenin yine bir öğrencinin sorusuna verdiği karşılıktır. Selin dışındaki üç öğretmen adayı da bu diyalog kesitinde öğretmenin öğrenciye verdiği cevaba dikkat etmiş ancak bu durumu kendi bakış açılarıyla farklı noktalar üzerinden yorumlamıştır. Kaan öğretmen dönütünü yargı içeren bir ifade ile “Bence *güzel müdahale* etti. Hani direk evet etkiler ya da hayır etkilemez yerine bir *polinom ver yaz P^2 dediği zaman ne oluyor bak* etkiledi mi, etkilemedi mi?” şeklinde betimlemiştir. Gizem de öğretmenin verdiği dönüte benzer bir karşılık verebileceğini “Bence öğretmenimiz *doğru demiş*. Çünkü öğrencileri biraz yönlendirmiş. *Öğretmen onlara rehberlik etmiş direk sonucu da söylememiş*. Evet,

etkiler etkilemez de dememiş ama bir deneyin yani kendiniz görün etkileyip etkilemediği demiş. *Ben katılıyorum buna aslında ben de olsam öyle yapardım herhalde.*” şeklindeki ifadeleriyle öğretmen dönütünü betimleyen ve değerlendiren bir yaklaşımla sunmuştur. Kaan ve Gizem’in yorumlarından buradaki öğrenciye kendilerinin de öğretmenin verdiği dönüte benzer bir dönüt verebilecekleri izlenimi oluşmaktadır. Ela burada öğretmenin öğrenciye verdiği dönütü

“Öğretmen burada ipucunu verdi bir polinom yaz onun karesini al şeklinde bir yol gösterdi. (...) Hocam aslında *doğrusu bence bu soruları veriyorsak ilk 15 dakika öğrenci ile muhataba girmemek daha doğru gibi ne düşünüyorlarsa salt düşüncelerini almak önemli. Çünkü burada yanlışlarını da eğer fark edersek düzeltme yoluna gidebiliriz. Nerde yanlış yaptılar, düşünce hatalarını bulmaya çalışıp düzeltme yoluna gidebiliriz.*”

söylemiyle değerlendirmiştir. Ela burada öğrenciler sorularla uğraşırken öğrencileri doğrudan yönlendiren bir karşılıklı bulunmadan öğrencilerin salt fikirlerini öğrenmenin daha doğru bir yöntem olduğunu düşünmektedir. Gerçekten, Chazen & Ball, (2001) de çalışmalarında sınıf içi tartışmaların öğrencilerin düşünmesi odaklı olması için bu tartışmalarda öğretmenlerin öğrencilere önemli bir yönlendirme yapmamaları gerektiği izlenimini edindiklerini belirtmişlerdir. Ela burada dikkat ettiği öğretmen dönütünü yukarıdaki alıntısında tanımlayan ve değerlendiren bir yaklaşımla sunsa da daha sonra, *“Mesela öğrenciyi yönlendirsem ipucu versem onun zihnindeki düşünceyi öğrenemem. Yani ne düşündüğünü bilemem. Benim yolumdan gitmiş olur. Ama ipucu vermeyip o 15 dakika sadece kendi düşünceleri ile baş başa bıraksak öğrencinin ne düşündüğünü buluruz. Doğru düşünüyorsa zaten doğrudur ama eğer bir kavram yanlıgısı ya da bildiği bir yanlış varsa onu fark edip düzeltme yolunu bulabilirim.*” ifadeleriyle dikkat ettiği durumu açıklamış ve bu duruma dair değerlendirmesinin altında yatan sebebi de sunmuştur. Ela öğrenci düşünmesine ulaşmanın bir yolunu öğrenciye hiç müdahalede bulunmadan doğrudan öğrencinin fikirlerini yazması daha sonra fikirlerini savunması olarak ele almaktadır. Ayrıca Ela öğretmenin kendi düşüncesinden uzaklaşıp ilk olarak öğrenciyi dinlemenin doğru olduğunu aksi takdirde o düşüncenin öğretmene ait olmuş olacağını belirtmektedir. Ela’nın burada öğretmenin dönütünü değerlendirirken açıklayıcı ifadeler kullandığı ve bu durumu öğrenci düşünmesi

ile ilişkilendirdiği görülmektedir. Ela her ne kadar öğretmenin öğrencinin sorusuna karşılık yaklaşımını doğru bulmasa da lisans eğitiminde edindiği teorik bilgiler ile uygulamanın her zaman paralellik gösteremeyebileceğinin de farkındadır. Bu farkındalığını,

“Geçen sene özel öğretimde hep tartışıyorduk şöyle şöyle olsa ama deneyimleyince farklı olduğunu görebiliyoruz. Hani şu an öğretmenin yaptığı yanlış demek bana açıkçası çok doğru gelmiyor. Ben olsam böyle yapmayı tercih ederdim. Tecrübesiz olduğum için ne kadar doğru olur bu yol tabi onu da bilmiyoruz. Eğer öğrenci hani çok zorlanırsa soruları yapamazsa iyice kendini geri çekecek kendini soyutlayacak o dengeyi tutturmak gerekiyor. Ya da ben çok yardım ettiğimde doğru bilgiye benim sayemde ulaşmış olacak kendi düşüncesi ile değil.”

ifadeleriyle ortaya koymuştur. Ela burada aldığı alan eğitimi dersindeki bilgiler ile sınıf içi uygulamanın farklılık gösterebileceğini, okul deneyimi uygulamalarına yani öğrenciler ve öğretmenlerle daha iç içe olduğu sürece dayanarak açıklamıştır. Ayrıca Ela kendisi sınıf içi deneyimin başlarında olması sebebiyle öğretmeni yargılamamanın daha doğru olduğu düşüncesindedir. Ela videoda sınıf içi tartışmalar başlamadan ve bu tartışmaları incelemenden önce matematik derslerinde kalıcılığın tartışma ile sağladığını ancak öğrencilerin tartışmadan önce yine de kendi kendine düşünmeleri gerektiğini belirtmiştir.

Selin’in dikkat ettiği bir durum olan *“Polinom deyince bir doğrunun fonksiyon cinsinden denklemi geliyor aklıma.”* şeklinde bir öğrencinin fikri üzerine video-kayıtta,

“Ö: Yani, polinomlar hep doğru mu gösterir sence? (Sınıfta sessizlik olur.) Peki şuna bağlayayım, bir doğrunun denklemi kaçınca derecedendir?

BT: Sıfır veya bir, bir.

Ö: Birinci dereceden olmak zorunda değil mi? İkinci dereceden olursa neydi?

BT: Parabol.

Ö: Paraboldü değil mi? O zaman senin dediğin hakkında konuşursak polinom dediğin hep birinci derecen olmuş oluyor. Öyle değildi değil mi?”

sınıf içi diyalogu gerçekleşmiştir. Söz konusu diyalogda öğretmen, öğrencinin polinomu doğruya özellemesindeki (aşırı özelleme) yanılgısını öğrencilerde bilişsel çatışma oluşturacak sorular sorarak polinomun derecesinin sadece bir olmadığına ulaşmasını sağlayarak, polinom tanımına götürmeye çalışmaktadır. Selin’in yukarıda verilen sınıf tartışması kesiti üzerine,

“Burada öğretmenin *hep güzel noktalara değindiğini* düşünüyorum. Öğretmen öğrencinin *aklındakini fikrindekini tam olarak dökebileceği sorular soruyor* ya da aksine bir örnek veriyor. Hani şey dedi ya öğrenci *polinomu direk doğru olarak düşündü ama öğretmen sadece bir dereceli polinomlardan bahsetmiyoruz biz sen doğru demekle bir dereceliden bahsettiğini söylüyor. Yani öğrencinin tezini çürütmüş oluyor.*”

şeklindeki yorumu, öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığa dikkat ederek öğretmenin öğrencinin fikrini açma ve öğrenci cevabını sorgulayarak öğrencinin fikrindeki hataları düzeltmeye dair dönütlerini destekler niteliktedir. Bu alıntısında Selin, öğretmenin sorgulamasına karşılık öğrencinin polinomlara dair düşüncesindeki yanlışları görmesini sağladığını belirtmiştir. Selin öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığı betimlemesinin yanı sıra öğretmenin güzel noktalara değindiğine dair bir yargıda bulunmuştur. Ayrıca, Selin “Öğretmen öğrencinin daha ileriye dönük yanlış düşüncelerini engellemiş, daha farklı bir şekilde yaklaşmalarını veya öğrencinin bu düşüncesinin hangi açıdan yanlış olduğunu görmelerini sağlamış oldu.” şeklindeki söylemleriyle öğretmenin öğrenciye verdiği dönütün önemini ortaya koymaya çalışmaktadır. Selin’in burada öğrenciye karşılık verirken öğrencinin fikrini açmanın önemine değindiği görülmektedir.

Video-kayıtta bir öğrencinin “T2: Terim sayısı dediğim derece artı birdir.” fikri üzerine öğretmen öğrenciye “Derecesine bağlı diyorsun değil mi, terim sayısının sonsuz olması. Yani, terim sayısı ile derece arasında mı bir ilişki var? Sanki öyle gibi.” şeklinde karşılık vermiştir. Burada Ela öğretmenin öğrenciye verdiği dönüte dikkat etmiş ancak dikkat ettiği durumu kavramdan ve videodan gelen matematiksel uyarandan bağımsız olarak “Öğretmen *sanki öyle değil mi diyerek öğrencileri yönlendiriyor. Orada öğrenci düşüncelerini ifade etmede yönlendiriliyor gibi. Öğrenci olarak düşününce öğretmen öyle diyorsa doğrudur deyip düşünmeye gerek duymaz* kabul eder.” şeklinde yorumlamıştır. Dolayısıyla burada Ela’nın dikkat ettiği durumun bir polinomun terim sayısı ile o polinomun derecesi arasındaki ilişki üzerine olmadığını söylenebilir. Ela’nın dikkat ettiği durum genel öğretmen pedagojisi üzerinedir. Ela’nın bu yorumu üzerine kavramsal olarak kendisinin nasıl dönütte bulunacağı,

“A: Burada öğretmenin yönlendirdiğini düşünüyorsun. Öğretmenin yerinde sen olsan “Terim sayısı dediğim derece artı birdir” diyen bir öğrenciye nasıl dönütte bulunurdun?

E: Bilmiyorum ne yapardım. *Şu an öğretmeni değerlendirirken kolay diyoruz böyle olsun. Ben öğretmen olsam önceden de dediğim gibi öğrencilerin tüm fikirlerini alıp bir görmek isterdim hiçbir şey söylemeden. Herkes ne düşünüyorsa yazsın ondan sonra genel bir toparlama. Şu an mesela sınıf ortamında ilgilenmeyen bir öğrencinin dikkatini çekemiyoruz. O boşta kalıyor. İlgilenenler bir şey söylüyor bir karmaşa var orada bir sistematigi olması lazım tartışmanın da lise seviyesinde. İlgilenen öğrencilerde sıkıntı yok bence gayet zevk alıyorlar, hoşlarına gidiyor bir şeyler düşünmeye çalışıyorlar ama ilgilenmeyen bir öğrenci kendi köşesinde kalır ve onu fark edemeyebiliriz.*

A: Öğretmenin o öğrenciyi fark etmesi mi gerekiyor?

E: Evet, ona da yetebilmesi lazım. Ne kadar yetebilir o ayrı bir konu. *Ben geçen dönem yetemediğimi gördüm ama olması gereken yetmek. Hedefim mesela her öğrenciye ulaşabilmek. Ne kadar yetilebilir ne kadar ulaşabilir bilmiyorum ama şu an. (...)*”

diyalogu ile sorgulanmıştır. Ela öğretmenin öğrenciye verdiği dönütün öğrenciyi yönlendirmesi nedeniyle öğrencilerin öğretmenin söylediğinin doğru olduğunu düşünerek düşünmeyeceğini belirtmiştir. Ela konu bağlamında olmamakla birlikte sınıf içi uygulamalarda öğrencilerin çoğuna ulaşılması gerektiğini nedenleriyle açıklamıştır. Ela polinomlarda terim ve derece üzerinden herhangi bir açıklama yapmadan genel olarak uygulama bağlamında öğretmenin pedagojik yaklaşımının nasıl olması gerektiğini sunmuştur. Ela’nın öğretmen dönütü üzerine ayrıntılı açıklamalarından kendisinin öğretmen yerinde olsa tartışma ortamında belli bir sistem oluşturarak öğrencilerin fikirlerine salt olarak (öğrencilerin düşüncelerine farklı fikir karışmadan) ulaşma şeklinde kararlar alabileceği yönünde çıkarımda bulunulabilir.

Selin öğrencilerin terim sayısı için gelen farklı fikirleri üzerine öğretmenin öğrencilere yönelttiği “farklı düşünen var mı?” sorusu üzerinde durarak öğretmenin öğrenciye yönelttiği soruyu,

“Bu soru çok önemli *farklı düşünen* var mı? Gerçekten bunu hiç sorgulamıyoruz. Gittiğimiz stajda da öğretmenimiz o kadar tek yönlü çözüyor ki hocam. Dikkat ettim mesela üçgeni çizerken bile ‘o kenarına a diyoruz, öğrenci tahtaya çıktığı zaman işte

tamam ona a diyeceğiz ona x diyeceğiz' diyor¹⁰. İsimlendirmeyi bile kısıtlıyoruz, sabitliyoruz ya da bir kalıba sokmaya çalışıyoruz. Bırakın farklı düşünmeyi bunları bile o şekilde yapıyoruz. Mesela soruları çözdüğümüz zaman hocam farklı çözüm yollarını hiç düşünmüyoruz. Stajda öğretmenimiz yazıyor soruyu ama bunun farklı bir yolu var mı diye öğrenciyi yönlendirmede bulunmuyor. Yoksa öğrenci bunu düşünmez ki gerçekten düşünmez bunu tamam ben bu yolla çözssem tamam cepte olarak görür. Bunu öğretmenin sorması gerekiyor farklı bir yol var mı? Ya da varsa bunu öğretmenin yönlendirmesi gerekiyor. (...)"

ifadeleriyle değerlendirmiştir. Selin'in yukarıdaki açıklamasında öğretmenin pedagojik yaklaşımına dikkat ettiği görülmektedir. Kavramdan bağımsız ve video dışı genel açıklamalarda bulunan Selin videodaki öğretmenin yaklaşımının öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmak açısından önemli olduğunu açıklamıştır. Selin öğretim esnasında öğrencilere yöneltilen "farklı düşünen var mı?" sorusunun öğrenciyi düşünmeye yönlendirebileceğini belirtmiştir. Selin dikkat ettiği durumu kendi öğretmenlik uygulaması dersindeki rehber öğretmenin yaklaşımından örnek vererek sunmuştur.

Sıfır polinomunun derecesi üzerine tartışma sürecinde Ela'nın öğretmenin nihai bir sonuca varmadığı şeklinde yorumladığı durumu Selin öğretmenin sıfır polinomunun derecesi için öğrencilerden gelen cevapları tam olarak sorgulamadığı şeklinde yorumlamıştır. Selin bu düşüncesini "Sıfır polinomunun derecesi üzerine tam konuşmadılar. Burada öğretmen dönüt vermedi. Sıfır polinomunun derecesi için bir dediler sıfır dediler ama onu hiç sorgulamadı. Sıfırın üzerine ben 10 desem de sıfır, sıfırın üzerine 1 desem de sıfır. 'Neden 1 dedi?' hiç konuşmadılar. Direkt sabit polinoma geçtiler." şeklindeki alıntısında sunmuştur. Buradaki yorumundan Selin'in sıfır polinomunun derecesi için öğretmenin pedagojik yaklaşımını tanımlayan bir yaklaşımla ve karşılık verme bağlamında sıfır polinomunun derecesinin ne olacağı üzerine öğretmenin öğrencilerin fikrini açması, sorgulaması gerektiğine dair düşüncesini sunduğu görülmektedir.

¹⁰ Öğretmen adayları bu çalışma kapsamında öğretmenlik uygulaması dersindeki uygulama öğretmenin derslerini takipleri sürecinde dikkat ettikleri durumları, bu duruma neden dikkat ettiklerini, dikkat ettikleri durum üzerine yorumlarını ve öğretmenin yerinde kendileri olsalar bu durumda neler yapacaklarını günlüklerine yazmışlardır. Bu nedenle uygulamanın ilk altı haftası (polinom dışındaki) diğer kavramlar üzerine farkındalık deneyimleri olmuştur. Selin'in verdiği örnek bu deneyiminde dikkat ettiği bir durumdur.

Selin bir öğrencinin sıfır polinomu için “tanımsızlık” fikrini öğretmen için beklenmedik bir durum olarak yorumlamaktadır. Bu durumu “Öğretmen şok oldu bu cevaba, *bence beklemiyordu böyle bir cevap.*” şeklinde ifade etmiştir. Gerçekten, öğretmen T5’in sıfır polinomunun derecesi tanımsız olur fikrine anında karşılık vermemiştir. Öğretmen birkaç öğrencinin düşüncesini dinledikten sonra T5’in ısrarı üzerine bu öğrenciyi tahtaya kaldırıp ne düşündüğünü ifade etmesini söylemiştir. Selin ayrıca T5’in açıklamaları üzerine öğretmenin “Hayır olmadı. (...)” şeklinde verdiği karşılığa dikkat etmiş ve bu karşılığı duyuşsal açıdan “Bence hoca da işin içinden çıkamadı gibi. Öğrenci tanımsız dedi gayet mantıklı *bence tanımsız demesi* ama öğretmen sildi. Ben çok alınırdım yani *niye fikrimi önemsiz gördü* diye. Gerçekten söylüyorum hocam. *Çocuğun fikrinin önemsiz gördü, bir de sildi.*” ifadeleriyle değerlendirmiştir. Selin’e öğrencinin bu fikri karşısında kendisinin ne yapacağı, nasıl karşılık vereceği sorulduğunda “*Ben olsam bir bakardım. Önemserdim. Bir de lise öğrencileri hemen alınıyor bozuluyor. (...).*” ifadeleriyle Selin öğrencinin düşünmesini irdelemekten ziyade öğrencinin düşünmesine değer verme şeklinde dikkatini ortaya koymuştur. Selin buradaki kritik durum olan öğretmen pedagojisini değerlendirmeyi öğrenci bakış açısıyla tanımlayan bir yaklaşımla yapmıştır. Gizem de burada Selin ile aynı duruma dikkat etmiş T5’in sıfır polinomunu tanımlayarak sıfır polinomunun tanımsız olduğuna ulaşmak için kurduğu “T5: (...) $P(a_n) = a_{n-1}$.” ifadesi üzerine öğrencinin düşüncesinin doğru olup olmadığını kendisinin de bilmediğini ancak sıfır polinomunun tanımında böyle bir şey hatırlamadığını belirtmiştir. Gizem burada genel olarak *öğrencinin düşüncesini sorgulayacağı* yönündeki kararını öğrenci düşünmesini irdelemeden ve matematiksel açıdan herhangi bir detay vermeden aşağıdaki alıntısında sunmuştur.

“Öğretmenin yerinde olsam ‘*sen buradan polinomun derecesine nasıl gidiyorsun?*’ derdim. Eğer böyle bir kural vermediysem öğrenci bunu bir yerden duyduysa ya da nasıl düşündüyse hani böyle midir gerçekten a_n, a_{n-1} e eşit olduğunda mı sıfır polinom oluyor? *hani ben bilmiyorum açıklar mısın bize* derdim.”

Gizem bu yorumu üzerine videoyu incelemeye devam etmiş ve öğretmenin “Hayır olmadı. Çok farklı yerlere geldin olmadı iyice karıştırıyorsun.” şeklindeki dönütünü “*Olmadı demezdim. Çünkü tahtaya kalkmış ve farklı bir şey yapıyor öğrenci. Herkes gibi değil farklı*

bir yol düşünmüş hani olmadı deyip böyle tahtada hoş olmaz. Hani böyle olduğunu düşünüyorsan bunu bana yaz getir birlikte tartışalım daha sonra diyebilirdi. *Sınıfta şu an arkadaşlarımızla gitmek istediğimiz varmak istediğimiz sonuçtan uzaklaşıyoruz. Ama seninle bir ara tartışalım bunu merak ettim gibi tepki verirdim.*” ifadeleriyle değerlendirmiş ve öğretmenin yerinde kendisi olsa öğrencinin düşünmesini daha sonra açıklaması için öğrenciye fırsat tanıyabileceğini genel ifadelerle açıklamıştır.

4.1.2.2. Öğretim Anında Nihai Bir Sonuca Ulaşma

Ela polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki ilişki üzerine videodaki sınıf içi tartışma sonlandığında videoyu durdurup genel olarak öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine dikkat ettiği durumları,

“Kavramlar arası ilişkide bir şeyler eksik kaldı gibi. Yani öğrenciler neyin ne olduğunu tam bilmiyor gibiler. Öğretmenin en başta öğrencilerin söylediği her polinom fonksiyondur düşüncesini incelemesi gerekiyordu. Hani polinom bu fonksiyon bunlar arasında bu farklılıklar var benzerlikler var yaptıkları iş şu şöyle dese belki öğrencinin zihninde oturur. Böyle bir tartışma esnasında mesela söylüyorlar havada kalıyor en başta söylenilen şey unutulup gidiyor. Bir soru üzerinde o söyledikleri şey tahtaya yazılsa öğrencilerin, bu şekilde gördükten sonra öğrenciler bütünü görüp nerede doğru nerede yanlış ayırt etmesi lazım. (...) Öğretmenin lisedeki öğrenciler için bir sonuca bağlaması daha mantıklı geliyor.”

şeklinde yorumlamıştır. Ela yorumunda polinom ve fonksiyon kavramları üzerine öğrencilerden gelen farklı düşünceler (derece, sabit terim) üzerinde durmamıştır. Ela öğrencilerden gelen daha önce de dikkat ettiği “her polinom bir fonksiyondur” fikrini örnek göstererek bu durum üzerine öğretmenin pedagojik yaklaşımını değerlendirmiş ancak kendisi de anlamlı açıklamalarda bulunmamıştır. Ela ortaöğretim öğrencilerinin konuyu dersten çıkınca araştırmayabilecekleri düşüncesiyle konunun derste nihai bir sonuca ulaşması gerektiğini vurgulamış bunun üzerine herhangi bir matematiksel detay vermeden öğretmenin polinom ve fonksiyon kavramlarını nihai bir sonuca bağlaması gerektiğini belirtmiştir. Ela öğrencilerin anlamaları üzerine düşüncelerini sunmuş ve öğrencilerin düşüncelerinin netleşmesi için tahta kullanımını önermiştir. Ela’nın yorumlarından

öğretmen ve öğrenci açısından kavramlar arası ilişkinin yapılandırılmasını yüzeysel olarak ele aldığını söyleyebiliriz. Gizem de diğer öğretmen adaylarıyla benzer bir düşünceyle öğretmenin polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki ilişkiyi tam olarak yapılandırmadığını “Galiba öğretmen de tam farkında değil polinomla fonksiyon farkının. Çünkü toparlamaya çalışırken kendisi de polinom için *çok terimli dedi ama fonksiyonda da çok terim var* dedi, farkı ne dedi ama farkı da söylemedi. Bence öğrencilerin soru işaretlerini *tamamlamadı*” ifadeleriyle betimlemiştir. Gizem buradaki alıntısında öğretmenin kavramlar arası ilişkiyi yapılandıramamasına dair açıklayıcı herhangi bir yorum getirmemiştir. Gizem kendisinin de polinom ve fonksiyon kavramları arasındaki farkı açıklayamayacağını ancak öğretmenin açıklamalarının yeterli olmadığını öğrenci bakış açısıyla, “Belki ben de şu an tam açıklayamıyorum ama düşününce eksik gibi geldi. Benim de aklımda soru işaretleri var kavramlar arasında. Öğrencilerin yerine koydum kendimi mesela öğrencinin “her polinom bir fonksiyondur” demesine öğretmen “öyle mi düşünüyorsun?” dedi yanlış olduğunu söylemedi ama hani onu da toparlamadı. Öğrenci hala öyle düşünüyor.” ifadeleriyle genel olarak değerlendirmiştir. Ayrıca Gizem öğretmenin dönütünden bir örnek vererek öğrencilerin düşüncelerine karşılık vermesinde eksiklikler olduğunu belirtmiş ancak bu duruma da bir açıklık getirmemiştir. Gizem’in öğretmeni öğrenci kimliğiyle genel hatlarıyla değerlendiren yaklaşımı nedeniyle burada öğretmen pedagojisi üzerine farkındalığının düşük olduğunu söyleyebiliriz. Öğretmen adaylarının genel olarak yorumlarında matematiksel detay verememeleri kendi alan bilgilerinin eksikliğinden kaynaklı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Gizem ve Ela’nın tartışmanın nihai bir sonuca bağlanması gerektiği şeklindeki düşünceleri, Sherin (2002)’nin öğretmen ve öğrencilerin soru ve yorumlarıyla devam eden bir tartışmanın sınıfça bir fikir birliğine varana kadar devam etmesi gerektiği yönündeki açıklamasıyla uyusmaktadır.

Ela polinom kavramı üzerine sınıf içi tartışmanın sonunda öğretmenin “Evet üstündeki kuvvetler önemliydi değil mi? Polinom için bunları biliyoruz. Peki fonksiyon deyince aklınıza ne geldi?” söylemi üzerine öğretmenin polinom kavramı için nihai bir tanım vermeden fonksiyona geçmesine dikkat etmiş ve öğretmenin pedagojik yaklaşımına

dikkatini “*Polinomu bir sonuca bağlamadan doğrudan fonksiyona geçti. (...)Bence öğretmen polinomu tam sunmadı. Öğrenciler üzeri tamsayı dedi, hatta biri orada eksi olmaz dedi ama öğretmenin polinomu tanıtması gerekiyor. Orada tam sayı dediği kısmı açması gerekiyor.*” ifadeleriyle sunmuştur. Ela videoda polinom ve fonksiyon kavram tanımlarının tartışılması esnasında T8’in ‘polinom kavramı için üssü tamsayıdır.’ ifadesine dayanarak öğretmenin dersi nasıl devam ettirmesi gerektiğine dair,

“*Mesela tamsayı dedi öğrenci, o zaman öğretmen şunu sorabilir x^{-4} hani ‘-4’ tam sayı bu polinom mudur? diye sorsa mesela. x^{-4} Polinom değil o zaman üssünün tam sayı değil de doğal sayı almamız gerekiyor şeklinde toparlayabilir öğretmen. Net cevabı vermektense aksi örneklerle de düşündürmeliyiz öğrenciyi.*”

şeklinde bir öneri sunmuştur. Burada Ela öğretmenin öğrencilere karşılık verme bağlamında aksine bir örnek sunarak polinom tanımında belirsizin üssünün doğal sayı olması gerektiğini öğrencilere fark ettirmesi gerektiğini belirtmiştir.

Ela video-kayıtta sıfır polinomunun derecesinin tartışılması sürecinde öğrencilerden gelen fikirlerden, düşüncelerden sonra öğretmenin sıfır polinomunun derecesini nihai bir sonuca bağlamaması durumunu,

“*Mesela bunların hepsi havada kaldı şu an. Ne sıfır polinomun derecesini bir şeye bağladılar, ne sıfır polinomu ile sabit polinomun derecelerini tam olarak karşılaştırdılar. Öğretmenin bir açıklama yapmasını beklerdim. Hep şunu savunuyoruz ya işte öğrenci bilgisini kendi yapılandırmalı şöyle böyle savunuyoruz ama bunun lise seviyesindeki bir öğrenci için zor olduğunu gördüm. Hani ders esnasında biraz uğraşsak belki bir şeyler ortaya çıkacak ama dersten sonra onlar o düşünceyi tamamen bırakacaklar. (...) Öğrenci sıfır polinomun derecesi acaba sıfır mıydı, sonsuz muydu düşünmeyeceği için boşluk bırakmak da bazen doğru olmuyor. Çünkü kendi düşünceleri ile dolduruyor o boşluğu.*”

şeklindeki düşünceleriyle açıklamıştır. Ela ortaöğretim öğrencilerinin düşüncelerinin bir sonuca bağlanması gerektiğini öğrencilerin öğrenmesi açısından yorumlamış ve bu ders bağlamında öğrencilerin zihinlerinde sıfır polinomunun derecesinin net olmadığını belirtmiştir. Ancak Ela sıfır polinomunun derecesinin öğrencilerin düşünceleri göz önüne alınarak nasıl toparlanabileceği üzerine matematiksel açıdan herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Ela, sıfır polinomunun derecesi üzerine ikinci dersin başında T16 dan gelen

“Sıfır polinomunun derecesi her zaman sıfır olur dedik, ama hocam mesela $0 \cdot x^{15}$ olamaz mı? O da yine sıfıra eşit olur.” fikri üzerine sınıf içi tartışmada öğretmenin öğrencilere bıraktığı bazı boşlukların anlamlı olabileceğini öğretmenin öğrenciyi tanıma yeterliliği bağlamında,

“öğretmen öğrencisini iyi tanımalı eğer sınıftaki öğrenciler gerçekten matematiğe ilgili, gerçekten araştırıyor gerçekten bir şey öğrenme çabasında ise bazı boşlukları bırakıp onların zihinlerini meşgul etmek gerekiyor.”

ifadeleriyle matematiksel herhangi bir detay vermeden açıklamıştır. Ela yorumunda öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine öğretmenin öğrenciyi tanıma yeterliliğine atıfta bulunarak öğretmenin öğrencilerine göre tartışmalarda nihai bir açıklama yapıp yapmamaya karar vermesi gerektiğini vurgulamıştır. Her ne kadar öğrencinin öğrenmesini önemsiyor olsa da yorumlarından Ela'nın öğretmenin pedagojik yaklaşımına dikkat etme eğilimde olduğu çıkarımında bulunulabilir. Gizem de sıfır polinomunun derecesi üzerine gerçekleşen sınıf içi tartışma anında öğretmen pedagojisini değerlendiren bir yaklaşımla,

“Öğrenciler sıfır polinomunun derecesinin sıfır olduğunu düşünüyorlardı ve yine düzeltilmedi. Sonra bir öğrenci ‘T15: x in üzerine ne yazarsam yazayım sıfır olacak zaten o zaman derecesi belli değil’ dedi. Bunu öğretmen onaylamadan direkt devam etti. Sınıfın çoğunluğunun söylediği sanki doğru olarak kabul edilebiliyor, sınıftaki algı bu bence. Dolayısıyla öğretmenimiz tahtaya bir $0x^1$ yazsa bir de yanına $0x^{10}$ yazsa ikisi de sıfır polinom, şimdi derecelerine karar vereceğim o zaman bir karşılaştırma yapabilirdi görsel olarak o zaman daha iyi anlaşılırdı.”

şeklinde yorumlamıştır. Gizem sıfır polinomunun derecesi üzerine sıfır polinomunun derecesinin ‘0’ olması (T8) ve ‘derecesi belli değil’ (T15, T16) fikirlerine değinmiş sıfır olması fikrinin öğretmen tarafından düzeltilmediğini derecesi belli değil fikrininse onaylanmadığını belirtmiştir. Gizem doğrudan söylemese de Gizem’in yorumundan sıfır polinomunun derecesi belli değil düşüncesine sahip öğrencilerle (T15 ve T16) aynı fikirde olduğu söylenebilir. Gizem burada öğrencilerin matematiksel fikirleri üzerine herhangi bir yorum getirmemiş, bu fikirleri irdelememiş sadece sıfır polinomunun derecesini tartışırken öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine genel izlenimlerini sunarak değerlendirmiştir. Gizem ayrıca öğrencilerin sıfır polinomunun derecesinin belli olmadığını görmeleri adına

öğretmenin dereceleri farklı iki sıfır polinomu örneğini tahtaya yazmasını ve bu polinomlar üzerine karşılaştırma yapmasını önermiştir.

4.1.2.3. Sınıf Yönetimi

Bu başlık altında sınıf yönetimi ile öğrencilerin derse katılımının sağlanması, öğretim zamanının uygun kullanılması, öğrenci motivasyonunu artırmak için bir ortam oluşturulması, sınıfın fiziksel yapısını göz önüne alarak tahta kullanımı kastedilmektedir (Başar, 2004; Gültekin, 2022). Öğretmen adaylarının sınıf yönetimine dikkat ettiği birim fikirler öğretmenin sınıf yönetimi, sınıf ortamı ve zaman yönetiminin sınıf içi uygulamalara etkisi alt kategorileriyle belirlenmiştir.

I. Öğretmenin Sınıf Yönetimi

Selin video kayıt incelemesinde genel olarak öğrencilerden gelen fikirlere, düşüncelere, matematiksel durumlara veya öğretmenin pedagojik yaklaşımına odaklansa da öğretmenin sınıf içinde dolaşmamasına dikkat etmiş ve bu durumu okul deneyimi dersindeki kendi ders sunumlarına dayanarak,

“Şimdi öğretmen hep tahtada duruyor. Bence aralarda gezmesi gerekiyor ya da bir yaklaşması bir uzaklaşması gerekiyor. Ben geçen dönem ders anlatımlarımda sürekli geziniyordum. Çünkü arkada gerçekten bir kopukluk oluyor hocam. Öğretmen tahtada olduğu zaman arkadaki öğrencilerin dikkatini çekmiyor. Görüldüğü üzere arkadakiler dersle tam ilgilenmiyorlar.”

şeklinde yorumlamıştır. Selin’in yorumundan aslında dikkat ettiği durumun, öğrencilerin derse dâhil olması gerektiği düşüncesinden kaynaklı olduğu söylenebilir. Selin tüm sınıfın derse katılımının öğretmenin tahtada durma davranışı ile sağlanamayacağını belirtmiş bu bağlamda öğretmenin sınıf yönetimini değerlendirmiştir.

Kaan, dördüncü dereceden bir polinomun terim sayısının en az ve en çok kaç olabileceğinin tartışıldığı diyalogda öğretmenin bir öğrenciyi “T4 dinliyor musun?” şeklinde uyarmasına dikkat etmiştir. Kaan öğretmenin bu noktada sınıf yönetimine dair düşüncesini “Burada öğretmenin diğer öğrenciyi dinlerken iki öğrencinin arasında konuştuğunu fark edip ‘T4,

dinliyor musun?’ şeklindeki sorusuyla dinle demek istediğini söyleyebiliriz. *Dinlemediğini fark edip aslında bir öğrenciyi dinlerken bütün sınıfa da göz gezdirdiğini belki önünde olduğu için ama göz gezdirdiğinden ya da sesinden rahatsız olduğu için fark ettiğini ve dinlemeleri gerektiğini söylüyor.*” şeklinde ifade etmiştir. Kaan ayrıca öğretmenin öğrenciyi uyarmasının altındaki nedeni “Bu şekilde tartışma ortamlarında da *birbirini dinlemek önemli bu öğrencinin söylediği bir şeye uyarılan öğrenci dinlese daha farklı bir şekilde cevap verebilir. Öğretmenin düşüncesi sınıfın odağını bir yere toplayıp tartışma ortamını daha iyi yaşatmak olabilir.*” şeklinde ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır. Kaan, öğrencilerin birbirlerini dinlemeleri gerektiğini ve böylece sınıfta farklı cevapların gelebileceğini, farklı bakış açılarının gelişebileceğini ifade ederek, öğretmenin öğrencinin derse katılımını sağlamasına dikkatinin gerekçesini sunmuştur.

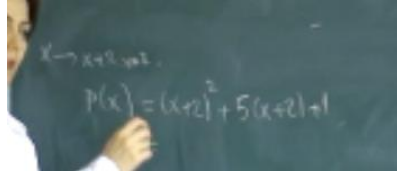
Gizem dördüncü dereceden bir polinomun terim sayısı tartışılırken öğrencilerin terim sayısının en çok “sonsuz” olacağı fikri üzerine öğrenciye “Sonsuz olduğunu düşünüyorsanız, tahtaya sonsuz terimli bir polinom yazın o zaman derdim.” şeklinde karşılık vereceğini belirttiikten sonra video-kayıttaki öğretmenin sınıf yönetimini genel olarak,

“(…) Mesela ilk soru için evet tahtada yapılacak bir şey yok ama bu soruda görsel bir şeye dayandırmalıydı öğretmen bence. Soru cevap şeklinde gitmesi bilmiyorum ne kadar etkiliyor öğrencileri. Arkada uyuyan öğrenci felan var ona da bir soru yöneltebilir adını biliyordur sonuçta diyelim Beyza, Beyza sen ne düşünüyorsun felan? şeklinde sorular yöneltebilir. Hep aynı kişiler yorum yapıyor gibi. Sınıf mevcudu çok az bizim stajdaki liseye göre. Aslında hepsine söz hakkı tanınacak ve hepsinin derste katılacağı bir sınıf.”

ifadeleriyle değerlendirmiştir. Gizem’in video-kayıtta polinomlarda terim sayısı, derece-terim sayısı arasındaki ilişkinin tartışıldığı süreçte sınıf yönetimi ile ilgili tahta kullanımına, sınıf mevcuduna, öğrencilerin derse katılımına dikkat ettiği ancak bu durumlar üzerine yorumlarının yüzeysel olduğu belirlenmiştir.

“ $P(x - 2) = x^2 + 5x + 1$ ve $P(2x) = x^2 + 5x + 1$ polinomlarının derecelerini, sabit terimini ve katsayılar toplamını bulunuz. Nasıl bulduğunuzu açıklayınız.” sorusu üzerine devam eden sınıf içi tartışmada bir öğrencinin “T2: x i elde etmek için oraya $x + 2$ yazdım.”

ifadesi üzerine öğretmen öğrenciye “*Peki yazalım. x yerine $x + 2$ yazınca $P(x)$ oldu burası.* (bkz. Şekil 9)” şeklinde karşılık vererek ifadeyi tahtaya yazmıştır.


$$x \rightarrow x+2$$
$$P(x) = (x+2)^2 + 5(x+2) + 1$$

Şekil 9. Öğretmen $P(x-2)$ polinomunun x yerine $x+2$ yazar.

Ela öğretmenin bu ifadeyi tahtaya yazmasına dikkat etmiş ve bu duruma dair düşüncesini “Mesela bu yapılan şey en baştaki tartışmalarda da yapılsa yani *tahtaya yazılsa, açıklık manasında hem göze hem kulağa hitap etse öğrencilerde daha iyi anlaşılır. Şu an mesela daha rahat anladıklarını düşünüyorum.*” şeklinde dile getirmiştir. Öğrencilerin daha kolay öğrenmeleri için tahta kullanımının gerekliliğini daha önceki yorumlarında da belirten Ela burada da tahta kullanımı üzerine genel izlenimlerini sunmuş ve öğretmenin görsel açıdan tahtayı kullanmasının gerekliliğini belirtmiştir.

Kaan video kaydın başında öğrenciler sorularla uğraşırken öğretmenin sınıf içinde dolaşmamasına dikkat etmiş ve öğretmenlerin öğrencilerin karşılaştıkları zorlukları görmeleri, öğrencilerin soruyu çözerken baş kısmını yapılandığı halde sonunu getirememiş olma olasılığı ve benzeri durumları görebilmeleri açısından öğrencilerinin süreçte neler yaptıklarını kontrol etmeleri gerektiğini düşünmüştür. Bu düşüncesini öğretmenin sınıf yönetimini değerlendiren bir yaklaşımla,

“ (...)Yani öğrenci bir şeyler yapıyor ama en son halini görmek, mesela sınav yaptı sonuca ulaşırken nerelerden geçti yani başını biliyordu sonra başka bir şeye mi odaklandı, başka bir soruya mı geçti? Bir soruda kavram yanlışına mı düştü? Öğrenci sonradan bunu düzeltebildi mi? Öğrenciye vereceği not açısından olabilir ya da başka bir şey için öğretmenin öğrencisini gözlemlemesi ve süreçte neler yapıyor buna dikkat etmesi şart.”

şeklinde açıklamıştır. Bu düşüncesine kanıt olarak lisansta aldığı alan eğitimi derslerini ve bu derslerde okudukları makaleleri “derslerde, okuduğumuz makalelerde, *öğrenciler bir şeyler yaparken öğrencilerin karşılaştıkları zorlukları görebilmek açısından sürekli onları gözlemlemek gerektiğini* anlamıştım.” ifadeleriyle sunmuştur. Kaan’ın burada süreç odaklı

değerlendirmeye odaklanmasından kaynaklı olarak öğretmenin sınıf yönetimine dikkat ettiği çıkarımında bulunulabilir.

II. Sınıf ortamı ve zaman yönetiminin sınıf içi uygulamalara etkisi

Ela başkasına ait ders video kaydı incelemesi sürecinde zamana ve sınıf ortamına (sınıf mevcudu ve sınıf düzeni/öğrenci oturma düzeni) ve bu iki olgunun sınıf içi uygulamalara etkisine doğrudan dikkat eden tek öğretmen adaydır. Diğer öğretmen adayları bazı yorumlarında zamana atıfta bulunsalar da zaman doğrudan dikkat ettikleri bir olgu değildir. Ela ders videosunda öğretmenin sınıfa dağıttığı konu tarama sorularını incelemesi üzerine düşünmeyi gerektiren bu tarz soruların tartışılmasının uzun sürdüğünü ve verilen ders saatinin tartışma için yeterli olmadığını,

“Bu tarz çalışmalarda şimdi 15 dakika veriyoruz öğrencilere. Sonra yapmaya başlıyorlar, yapıyorlar. Tartışma aşamasına geçtiğimizde zaten şimdi 40 dakika dersler, *geri kalan 25 dakika mesela bu soruların hepsini bir derste tartışmaya imkân vermiyor.* Hatta bence iki derste bile yetmiyor. *Kendi stajımda grup çalışması yaptırıyorduk öğrencilere, öğrenciler çalışıyorlar fakat çalışmalarını sonuca bağlamak için zaman kesinlikle yetmiyor.*”

söylemleriyle açıklamıştır. Ela okul deneyimi dersindeki kendi sınıf içi uygulamalarına ve gözlemlerine atıf yaparak öğrencilerin düşüncelerini sunmalarını gerektiren uygulamalarla ilgili sınıf mevcudu ve düzeni nedeniyle her öğrencinin düşünmesine yer verilemeyeceğini “*Sınıf düzeninden de kaynaklı arka tarafla hoca ilgilenemiyor bence. Hani tamam birkaç düşünce olursa alabiliyor oradan ama birebir o öğrenciyle muhabata girmek zor oluyor. Öndeki öğrencilere yetişeyim derken arka sıradakiler kalıyor. (...) Faydalı olur mu bu soruları vermek? Hani sınıf şu an çok kalabalık (27 kişi) eğer daha az olsa hepsinin hem düşüncesine yer verebiliriz. Mesela 15-20 kişilik bir sınıf mevcudu olsa daha verimli olur bunu yapmak.*” ifadesiyle dile getirmiştir. Ancak Ela burada başka bir uygulama veya öğretim yaklaşımı önermemiş sadece mevcut uygulamanın sınırlılıkları üzerine düşünmüştür. Ela’nın burada vurguladığı şeyin kalabalık sınıflarda bazı fikirlere ulaşamayacağı ve ulaşmak için uğraşılsa bile buna zamanın yetmeyeceği olduğunu söyleyebiliriz. Dolayısıyla dikkat ettiği durum için yorumu sadece sınıf ortamı üzerine değil aynı zamanda öğrenci düşünmesine ulaşmak için sınıf ortamının ve sınıf içi uygulamanın

tasarlanması üzerinedir. Ela'nın burada dikkat ettiği durumlar üzerine açıklamaları tanımlayan ve uygulamanın farklı olması gerektiği yönünde değerlendiren bir yaklaşımdır.

4.1.3. Öğretmen Adaylarının Kavramın Matematiksel Yapısına veya Kavramın Öğretim Bağlamındaki Yapısına Dair Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının kendilerine sunulan video kaydı incelemelerine dair elde edilen verilerde öğrencilerin matematiksel düşünmesi ve öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine dikkat ettikleri durumların yanı sıra adayların yorumlarında bu kategorilerin tam kapsamadığı kavramın matematiksel yapısı veya kavramın öğretim bağlamındaki yapısı üzerinde durdukları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünceleri veya öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine dikkat ettikleri bazı durumlara dair yorumlarında baskın olarak kavramın matematiksel yapısı veya kavramın öğretimi bağlamındaki yapısına odaklandıkları belirlenmiş ve bu tür bulgular bu başlık altında paylaşılmıştır.

4.1.3.1. Matematiksel Terimler Arası İlişki

Öğretmen adayları polinomlar konusunun 'sabit polinom ve sıfır polinomu açıklar' kazanımı için öğretmen pedagojisine dikkatlerini yorumlarken kavramların matematiksel yapısı ve nasıl tanıtılması gerektiği üzerine yorumlarına dair bulgular bu başlık altında sunulmuştur. Videoda sabit polinom ve sıfır polinom arasındaki ilişki üzerine öğrencilerin ve öğretmenin düşüncelerini içeren aşağıdaki diyalog kesitinde, Ela ve Kaan sabit polinom ve sıfır polinomunun matematiksel yapısına ve öğretmenin bu duruma yaklaşımına odaklanmıştır. Gizem ve Selin'in sabit polinom ile sıfır polinomu arasındaki ilişki üzerine her hangi bir duruma dikkat etmediği tespit edilmiştir. Sabit polinom ve sıfır polinomu arasındaki ilişkiye dair,

“Ö: Sabit polinom nasıl bir şey olmalı?

T11: 3 gibi.

Ö: Peki 0 polinom?

T4: O da 0 çarpı x üzeri sıfır

T10: Sıfır polinom bence sabit polinom.

Ö: Neden?

T10: Çünkü c kendisi 0 oluyor.

Ö: Şimdi sabit polinom dediğimizde buradaki c ler reel sayı olacaktı değil mi? Az önce T11'in dediği gibi burada $P(x) = 3$ olabilir 5 olabilir. Yani x yerine ne yazarsam yazayım her şey aynı sayıya gidiyor. Aynı şeyi gösteriyor. Gidiyor demeyim. Sıfır polinomunda da T10'un dediği c yi sıfır alırım sıfır polinomu çıkar. Bu da sıfır polinomu diyor. Katılıyor muyuz? Farklı düşünen?

Öğrencilerin bir çoğu katıldığını belirtmiştir.”

şeklinde gerçekleşen sınıf içi diyalogda öğretmen T10 ve T11'in fikrini tekrar ederek sınıfın bu fikirlere katılıp katılmadığını sorması ve öğrencilerin çoğunluğunun bu fikirler katıldığını söylemesi üzerine Kaan videoyu durdurmuştur. Kaan söz konusu terimlerin matematiksel yapısını,

“Burada en son sabit polinomla sıfır polinom aynı mı ayrı mı *tam bir açıklamaya getirmedi öğretmen. Bence sıfır polinomunun derecesi belirsiz. Sabit polinom derecesi sıfır olanken sıfır polinomunun derecesi belirsizdir. Çünkü bir $P(x) = 0x^7$ de olabilir aynı şekilde $P(x) = 0x^3$ de olabilir yani dereceyi belirleyemiyoruz. Ama sabit polinomda derecemiz sabittir yani sabit polinomun derecesi daima 0 dır diyebiliriz. Sabit ve sıfır polinomu aynı gibi kabul etti öğretmen. Sınıfta katıldı.*”

alıntısında ele almıştır. Kaan burada öğretmenin sıfır polinom ve sabit polinom arasındaki farkı tam olarak açıklamadığını hatta iki terimi aynı olarak kabul ettiğini tanımlayan yaklaşımla dile getirmiştir. Kaan polinomlar konusunun ‘sabit polinom ve sıfır polinomu açıklar’ kazanımı için öğretmenin nasıl açıklamalar yapması gerektiğini detaylandırmıştır. Kaan öğretmen yerinde kendisi olsa ilk olarak kavramların tanımını sınıfa sorgulatabileceğini “Ben olsam şu şekilde sorardım. *Hani bunun $P(x)$ sıfır polinomu olsun nasıl bir polinom olabilir sizce diye sorardım. Çünkü sabit polinomun derecesi sıfır bunu her sabit polinomu yazdığımızda gösterebiliriz. Her sabit sayıyı ne yazarsak yazalım bunun derecesi sıfır ama sıfır polinomunda derecesi sıfır olmak zorunda değil farklılıkları burada ortaya çıkıyor aslında.*” ifadeleriyle sunmuştur. Kaan burada kavram tanımları (sabit polinom ve sıfır polinom) verildiğinde bu kavramlar arasındaki farkın derecelerden kaynaklandığını öğrencilerin görebileceğini belirtmektedir. Kaan'ın yorumundan ders

anında kendisi olsa kavram tanımları (sabit polinom ve sıfır polinom) üzerine ‘öğrencilerin fikirlerini sorgulayarak’ derse devam edebileceği yönünde bir izlenim oluşmaktadır. Gerçekten, Kaan öğrenciler ve öğretmenin kavram tanımı eksikliğinden kaynaklı olarak sabit polinom ve sıfır polinom arasındaki farkı ortaya koyamadıklarını düşünmektedir. Kaan bu durum üzerine düşüncesini,

“Belki bu kavramların tanımındaki eksikliklerden de kaynaklanabilir bu yanlışlığa düşmesi öğrencilerin. Sabit polinom ‘terimlerin derecelerinin tamamı sıfır olan polinom’, sıfır polinom ise ‘bütün katsayıları sıfır olan polinom’ şeklinde olabilir mesela. Öyle olduğu zaman sıfır polinom ve sabit polinomun farkını açıkça görebilirler. Biri derecesinin tamamı sıfır olanlar biri katsayısının tamamı sıfır olanlar. Ama öğretmen söylemedi ve aynı olduğunu kabul etti hatta.”

şeklinde söz konusu kavramların tanımlarını da kendi söylemleriyle vererek açıklamıştır. Kaan’ın videoda öğretmenin sıfır polinom ve sabit polinom arasındaki farkı tam olarak açıklamamasına dikkati üzerinden kavramların matematiksel ve öğretimi bağlamındaki yapısına odaklandığı ve bu durumlar üzerine düşüncelerini detaylandığı görülmektedir. Kaan, karar verme bileşeni bağlamındaysa öğrencilerin kavram tanımlarına dair fikirlerini sorgulatma ve kavramlar arası ilişki için nihai bir sonuca ulaşma şeklinde derse devam edebileceğini sunmuştur.

Ela da öğretmenin sabit polinom, sıfır polinom ve sabit terim üzerine açıklamalarını kavramların matematiksel yapısı üzerinden “Burada sabit polinomu tanımlarken $a_n, a_{n-1}, \dots, a_1$ e kadar olan katsayıları sıfır değeri sıfır da olabilir başka da olabilir, tam sayı, reel sayı. Hani *sıfır polinomu sabit polinomdan ayıran $a_0 \in \mathbb{R}$ deseydik. Daha doğru bir tanım olurdu sanki. a_0 eğer 0 olursa sıfır polinom.*” söylemleriyle değerlendirmiştir. Ela burada öğretmenin kavramlar arası farkı yanlış olarak ifade ettiği üzerine düşüncelerini sunmuştur. Ayrıca, öğretmenin sıfır polinom ve sabit polinom arasındaki fark için polinomdaki a_0x^0 teriminin katsayısına odaklanarak a_0 hariç tüm katsayıların sıfır olması durumunda, a_0 sıfır dışında sabit bir sayı ise sıfır polinomu, a_0 sıfır ise sıfır polinomu şeklinde tanımlamasının daha doğru olacağı şeklinde açıklamıştır.

4.1.3.2. Polinomlarda Belirsiz Değer Atama

Ela videodaki sınıf içi tartışma sırasında öğrencilerin birinden gelen “*polinomu çözme*” ifadesine dikkat etmiş ve bu ifadenin polinom için uygun olmadığına dair düşüncesini polinomun matematiksel yapısı üzerinden açıklamaya çalışmıştır.

“(…) Polinomu çözmek diye bir tabir kullanmak aslında ne kadar doğru? Yani polinom sonuçta kendi matematiksel alt yapısında hani bir halkanın elemanı yani nasıl çözeriz? Öğrenciler tabi ki bunu bilmiyor ama bunu biz öğretmen olarak ne kadar yansıtabiliriz öğrenciye? Bunu düşünmek gerekiyor aslında polinomu anlatırken. Lisansta öğrendiğimizde polinomu çoklu terimlerden oluşan bir eleman, bir R halkası ve x belirsizi ile oluşan halkanın elemanları orada toplama işlemi tanımlı ve çarpma işlemi tanımlı hani biz bunu lisedeki öğrenciye nasıl yansıtabiliriz. Polinomun kökü olur çözümü olmaz bu düşünceyi öğretmen olarak onu irdelememiz gerekiyor.”

şeklinde yorumlamıştır. Burada Ela dikkat ettiği durum olan öğrenci söylemi üzerine polinom kavramının matematiksel yapısına odaklanmakta ve ortaöğretim öğrencilerine polinomun nasıl tanıtılması gerektiğinin tartışılması gerektiğini düşünmektedir. Ela burada öğrenci söylemini değerlendirirken bu durumu matematiksel kavram bağlamında açıklamaya çalışmaktadır. Ela polinomlarda belirsiz değer vermenin öğretim bağlamındaki yapısını,

“Bu derse bakarak yorum yapıyoruz. Geçmişte nasıl anlattığına da bakmak gerekiyor net bir karara varmak için ama öğrenci çözümünden bahsedebiliyorsa bir şey önceden vurgulanmış ki bir çözüm, çözüm var. Yani öğrenirken ilk defa lisede görüyorlar polinomları. Hani normal bakkal bölmesi yaparak polinomlara bölmede sonuçta bir değer veriyoruz. Hatta öğretmenin sorduğu sorularda da var mesela 6. sorunun b şikkında $P(1)$, 0 a eşittir. Bunları yapıyoruz ama burada bir çözüm mü buluyoruz denklemlerdeki gibi yoksa hani oradaki x nedir kavratmak çok önemli. Halka kavramını öğrencilere nasıl indirgeyebiliriz bu önemli. Ben de bu videoyu izlerken düşündüm önceden hiç düşünmemiştim ama bunu izlediğimde gerçekten düşünmek gerekiyor. Öğrencilere nasıl verileceğini düşünmek gerekiyor.”

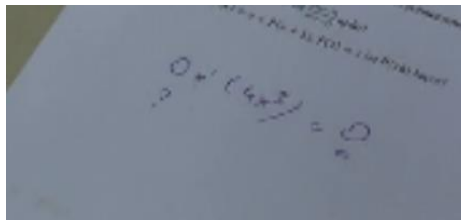
söylemleriyle açıklamıştır. Ela, Gizem ve Selin gibi polinomlara değer atandığını ve burada öğrencinin polinomlarda çözüm söyleminin öğretmenin daha önceki dersi sunuş biçiminden kaynaklanıyor olabileceğini belirtmiştir. Ela, öğrencilere polinom tanıtılırken x in (polinomlardaki belirsizin) ne olduğunun kavratılması gerektiğini söylemekte ancak videoyu

izlemeden önce polinomun nasıl tanıtılması gerektiğini düşünmemiş olması gerekçesiyle kendisi de bir açıklama ya da öneri de bulunamamıştır. Ela yorumunda öğrencilere dağıtılan bir soruya atıfta bulunarak $P(1)$ in sıfıra eşit olmasının yani “*polinomda belirsiz bir değer atama*”nın ne anlama geldiğinin öğrencilere nasıl sunulması gerektiği üzerine düşünmüş ancak bir açıklamada bulunamamıştır. Ela’nın burada açıklamada bulunmama sebebi değer homomorfizması, değer homomorfizması yardımıyla tanımlanan bir polinomun kökü olması üzerine alan bilgisi eksikliğinden kaynaklanıyor olabilir. Ela’nın video-kaydı izlerken polinomun nasıl tanıtılması gerektiği üzerine düşüncesi öğretmen adaylarına incelenen video-kayıtların söz konusu konuya ait önemli noktaları bulundurması gerektirdiğine dair bir örnek niteliğindedir.

4.1.3.3. Sıfır Polinomunun Derecesi

Selin sıfır polinomunun derecesi ile ilgili kendisi de tam bir karara varamadığı için videoyu izlerken sıfır polinomunun derecesi ile ilgili zihninde var olan soruları çözmek adına sesli düşünmüştür. Selin burada sıfır polinomunun derecesi üzerine dikkat ettiği durumları videodan gelen uyarılar dışında aşağıdaki alıntısında sunmuştur.

“İki terimi çarptığımızda çarpım teriminin derecesi nedir dediğimizde iki çarpan terimin dereceleri toplamı yapıyorduk. Ama sıfır polinomu ile herhangi birini çarptığımızda (mesela $4x^3$) normalde bunun derecesi 3, bunun derecesi ne? (bkz. Şekil 10) Mesela $0x^1$ aldım o zaman yeni çıkanın derecesinin dört olması gerekiyor. Bu benim kafama takıldı.”



“(…)S: Mesela sıfır polinomunun derecesi (çarpan halindeki) 5 dediğimizde o zaman bu (çarpım polinomunun derecesi) sekiz olmuş oluyor. O zaman sıfır polinomunun derecesi yoktur. Şu anda olasılıklar böyle.

A: Sonuç farklı çıkınca yok mu deriz?

S: Şu an da sıfır polinomunun derecesi sonsuz diyebilirim. Çünkü her şeyi koyabilirim. Sıfır çarpı x^n .

A: Her şeyi koymak sonsuzu gösterir mi?

S: Şimdi x^n koyabiliyorum. x^{n+1} de koyabiliyorum. Şimdi tümevarıma gideceğim de nasıl gideceğimi bilemiyorum. n yi bütün sayılar diye düşündüğüm zaman $n + 1$ de koyduğuma göre sonsuza gidiyor. (...)”

Selin sıfır polinomunun derecesine daha önce farklı açılardan dikkat ederek yorumlarken burada doğrudan sıfır polinomunun derecesinin ne olduğunu sorgulamıştır. Selin sıfır polinomunun derecesini sorgularken iki polinom çarpımı sonucu olan polinomun derecesi çarpılan polinomların dereceleri toplamına eşit ve sıfır polinomu ile hangi polinomu çarparsak çarpalım sonucun sıfır olması nedeniyle ulaştığı ‘ $a + 3 = a$ ’ çelişkisini yorumlamaya çalışmaktadır. Bu durumda ilk olarak sıfır polinomunun derecesini yok olarak değerlendirmiş daha sonra her şey olabilir düşüncesi ile sıfır polinomunun derecesinin sonsuz olabileceğini dile getirmiştir. Selin dikkat ettiği durum olan kavramın matematiksel yapısı üzerine düşüncesini ayrıntılı olarak sunmuş ancak net bir cevaba ulaşamamıştır. Burada öğretmen adaylarının zihinlerindeki soru işaretlerinin algılarını dolayısıyla dikkatlerini etkilediği söylenebilir. Selin polinomlarda toplama işlemini üzerinden sıfır polinomunun derecesini “ $0 + 5x^2 = 5x^2$ o zaman bunun derecesi (0 ın derecesi) 2 veya 2 den küçük olmalı. Böyle bir yorum çıkıyor ortaya. Bu aklımda ve öğretmen olsam ben bunu sorgulatırım kesinlikle. Bence sıfırın derecesi çok büyük bir problem oluyor.” ifadeleriyle sorgulamıştır. Selin’in sıfır polinomunun derecesini polinomlarda işlemler açısından sorgulaması ve öğretimde bunun sorgulanması gerektiğini belirtmesi Selin’in öğretimde kavramın matematiksel yapısına önem verdiğini ve dikkat ettiğini göstermektedir. Selin sıfır polinomunun derecesinin ne olduğuna karar vermek için bu durumu farklı açılardan düşünmektedir. Selin öğrencilerin düşünmesi için bu durumu öğretimine de yansıtacağını dile getirmektedir. Aslında Selin’in polinomlarda hem toplama hem çarpma bakış açısı ile sıfır polinomunun derecesini irdelemesi sıfır polinomunun derecesinin “ $-\infty$ ” tanımına

(Argün, vd., 2014) ulaşılması için önemli bir yoldur. Gerçekten, Selin sıfır polinomunun derecesi için polinomlarda toplama işlemi aracılığıyla sıfır polinomunun derecesine a denilirse $a \leq 2$ olması gerektiği sonucuna ve polinomlarda çarpma işlemi aracılığıyla da $a + n = a, n \in \mathbb{N}$ genellemelerine ulaşmış ancak $-\infty$ kabulüne ulaşamamıştır. Selin böyle bir durumu daha önce sorgulamadığını belirterek “Benim *problemlerim videoyu izledikçe ortaya çıkıyor hocam. Gerçekten çok iyi oldu böyle video.*” şeklindeki ifadesi ile öğrencilerin düşüncelerini ortaya koyabildiği video-kaydı incelemenin öğretmen adaylarının kavramı irdelemeleri için bir fırsat sağladığını ortaya koymaktadır.

1. Sıfır polinomunun derecesi bilinmez (belirsiz) fikri

Video kayıta öğretmenin sınıfta öğrencilere sıfır polinomunun derecesini ve tanımını sorgulaması üzerine sınıfta bir öğrenciden “T8: O da 0 çarpı x üzeri 0 (sabit polinoma benzetir.)” ve bir öğrenciden “T15: 0 çarpı x üzeri ne olursa olsun sonuçta 0, x in üzerini bilemeyiz. Çünkü sıfırla çarpılınca her şey sıfırdır.” cevabı gelmiştir. Sıfır polinomunun derecesi, sıfır polinomu ve sabit polinom tanımı üzerine sınıf içi tartışma devam ederken arka sırada oturan bir öğrenciyi (T16’yı) öğretmen duymamıştır. Diğer soruyu tartışmaya geçmeden önce bir öğrenci “T16: Sıfır polinomunun derecesi her zaman sıfır olur dedik, ama hocam mesela $0 \cdot x^{15}$ olamaz mı? O da yine sıfıra eşit olur.” şeklinde düşüncesini belirtmiştir. Selin bu tartışma sürecinde T15’in sıfır polinomu derecesi fikrinden esinlenerek “Evet, *ne olursa olsun dedi. Sıfır polinomu ile ilgili derecesi 0 diyenler 1 diyenler vardı. O zaman sıfırın üssüne ne yazarsak yazalım sıfır olmasından sıfır polinomunun derecesinin sonsuz olduğu sonucuna varılabilirdi.*” şeklinde ‘sıfır polinomunun derecesinin sonsuz olduğunu’ ifade etmiştir. Selin burada öğrencinin ‘0 çarpı x üzeri ne olursa olsun sonuçta 0 olacak’ fikrini sonsuz olarak yorumlamıştır. Bu durumun Selin’in bazı matematikçiler arasında sıfır polinomun derecesinin ‘ $-\infty$ ’ kabulünü hatırlamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Selin burada n ’nin $-\infty$ dan büyük olmasını göz ardı ederek ∞ olduğunu belirtmiş olabilir. Selin T16’ dan gelen fikri sadece mimikleriyle onaylamıştır.

Kaan T15'den gelen fikri “*Güzel bir cümle kurdu.*” şeklinde yargı içeren bir ifade ile değerlendirmiş, T16' dan gelen fikri ise Kaan da Selin gibi sadece mimikleriyle onaylamıştır. Kaan'ın sıfır polinomunun derecesi için “*(...) sıfır polinomunun derecesi belirsizdir. Çünkü bir $P(x) = 0x^7$ de olabilir aynı şekilde $P(x) = 0x^3$ de olabilir yani dereceyi belirleyemiyoruz.*” şeklindeki ifadelerinden T15 ve T16 ile aynı fikirde olduğu söylenebilir. Kaan ve Selin'in yorumlarından kavramın matematiksel yapısını açıklayan ifadelerle sundukları tespit edilmiştir. Gizem de Kaan ve Selin gibi sıfır polinomunun derecesi için öğrencilerden gelen fikirlere dikkat etmiş ancak kavramın matematiksel yapısından ziyade öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerinden dikkat ettiği durumu yorumlamıştır. Selin ve Kaan'ın öğrencilerden gelen fikirler üzerine yorumlarından sıfır polinomunun derecesinin belli olmadığına dair düşünceleri ortaya çıkmaktadır. Selin bu durumu sıfır polinomunun derecesi sonsuz, Kaan ise belirsiz şeklinde isimlendirmiştir. Dolayısıyla Gizem'in sıfır polinomunun derecesi için T15, T16 dan gelen fikirler üzerine dikkati öğretmen pedagojisi başlığı altında ele alınmıştır.

4.1.3.4. “Polinomun Kökü” Kavramı

Video kayıta dersin sonuna doğru polinomlarda “Bir polinomun kökü kavramını açıklar.” kazanımı için öğretmenin sınıfa yönelttiği “n. dereceden bir polinomun (n + 2) tane kökü olabilir mi?, Mesela polinom 3. Dereceden 5 tane kökü olabilir mi?” sorusuna Selin dikkat etmiş ve “*Güzel bir soruymuş. Çok yorum yapamam herhalde buna. Hani o ortamda değilim yani düşünebilirdim belki ama hiç düşünmemiştim ben bunu. Şimdiye kadar hiç düşünmemişim.*” şeklindeki ifadeleriyle doğrudan soruyu değerlendirdiği ancak sorunun cevabı üzerine daha önce hiç düşünmediğini belirttiği görülmektedir. Bunun nedeni öğretmen adaylarının polinom kavramı üzerine alan bilgilerini incelemek amacıyla sorulan sorularda böyle bir problem durumu bulunmamasından kaynaklanıyor olabilir. Selin'in daha önceki matematiksel durumlara doğrudan yorum getirme çabası daha önceden o durumları düşünmüş olmasından kaynaklı olabilir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının farklı bir ortam ve bağlam olsa da önceden bir problem durumu üzerine düşünmelerinin video incelemede

aynı problem durumu üzerine farkındalıklarını destekleyebileceği söylenebilir. Diğer öğretmen adayları “n. dereceden bir polinomun $(n + 2)$ tane kökü olabilir mi?,” problem durumu üzerinde herhangi bir birim fikre dikkat etmemiştir. Videoda öğretmen öğrencilerin tümevarımla akıl yürütmeleri ve düşüncelerini ortaya koymaları için öğrencilere “İkinci dereceden bir polinomun en fazla kaç kökü olur?” sorusunu yönelterek bu problem durumu üzerine sınıf içi tartışmayı başlatmıştır. Selin öğrencilerden gelen 2 cevabına odaklanarak kendi bilgisini de sorgular nitelikte polinomun kökü matematiksel kavramına ve bu kavramın öğretimi üzerine dikkatini,

“Aynen bunu biliyoruz ama. Hani, 2. dereceden ise iki tane kökü vardır. 2. dereceden mesela $(x - 1)^2 = 0$ için $x = 1$ yani bir tane çözümü var ne diyoruz buna çift kat kök diyoruz. O zaman iki tane kökü var ama farklı kökleri farklı iki tane kökü var diyebiliriz. Bu ikinci dereceden ama bir tane kökü var. Yani, daha az çıkabildi. Ama hani buradaki $x = 1$ çizersek hatta $x -$ eksenine şey bunları çizerek anlatabilirdik aynen $x = 1$ için 0 olması lazım bu şöyle bir parabol. Baktığımız zaman $(x - 1)^2 = 0$ da kök ne demek $x -$ eksenini kestiği yer demek bir tane var derdim. Buradan 2. dereceden polinomun bir tane kökü olabilir geldim. Ben biraz geriye sardım gibi peki daha fazla kökün olma ihtimalini düşünmedim. Daha fazla kökü olmaz bir kere ama bunu öğrenciye nasıl anlatırım bilmiyorum.”

şeklinde ortaya koymuştur. Selin ikinci dereceden polinomun en fazla kaç sıfırı olabilir problemini sorguladığında ikinci dereceden polinomun parabol belirttiğini ifade ederek parabolün grafiğinin çizilmesi aracılığıyla öğrencilere polinomun kökünün yani $P(x) = 0$ ın kökünün “ x eksenini kestiği yer” olduğunu vurgulayarak kök sayısının bulunabileceğini belirtmiştir. Selin burada polinom grafiklerinden yararlanılarak çözüme ulaşılması şeklinde öneri sunmuştur. Bu önerisi yalnızca ikinci dereceden polinomlar yani paraboller içindir. Selin ikinci dereceden bir polinomun iki ya da ikiden daha az kökü olduğunu ve n . dereceden bir polinomun n ya da n den daha az kökü olduğunu fark etmiş olmasına rağmen daha yüksek dereceden polinomlar için yorum yapamayacağını belirtmiştir. Selin ikinci dereceden polinomlar için kök kavramı ile bu polinomların (parabol) grafiği arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmış ancak 2 den büyük dereceli polinom için öğrenciye nasıl açıklayabileceği üzerine yorum getirememiştir. Aynı soru üzerine devam eden sınıf içi tartışmada Selin öğretmenin “Şu mantıktan işte n tane kökü varsa polinomun $p(x) =$

$(x - x_1)(x - x_2) \dots (x - x_n)$ olması lazım bir tane daha kökü olsa polinom n . dereceden olmaz. Dolayısıyla n . dereceden bir polinomun $n + 2$ tane kökü olmaz.” şeklindeki açıklamasına dikkat etmiş ve öğretmenin soru üzerine matematiksel açıklamasını uygun bulduğunu,

“Yani evet bu şekilde açarak yapılabilirdi. Üçüncü dereceden bir polinomun en fazla üç farklı kökü dedi ona dikkat ettim. Öğretmenin en fazla üç farklı demesi doğru. Benim de o şekilde kullanmam lazım. Çünkü $(x - 1) \cdot (x - 1)$ de ikinci dereceden fakat bir tane farklı kökü var. $(x - 1) \cdot (x - 2)$ den de ikinci dereceden iki farklı kök gelir. Bunun dört tane kökünün olabilmesi için dört tane çarpanının yazılması lazım. Eee böyle yazarsak da otomatik olarak dördüncüyü dereceye çıkmış oluyor polinom şeklinde anlatırdım.”

şeklindeki alıntısında belirtmiştir. Selin’in öğretmenin polinomun sıfırlarını belirlerken kullandığı açıklamayı olumlu olarak değerlendirdiği görülmektedir. Selin’in açıklamalarından derse bu şekilde devam edebileceği izlenimi oluşturmaktadır. Selin öğretmenin açıklamalarından yararlanarak öğrencilere kavram öğretimini nasıl gerçekleştirebileceği üzerine düşüncelerini sunmuştur.

Öğretmen adaylarının incelediği video kayıta “Bir $p(x)$ polinomunun $q(x)$ polinomuna bölümünden kalanı bulur” kazanımının çıktılarını belirlemek için öğretmenin sınıfa yönelttiği “Üçüncü dereceden bir polinom $P(x)$ ile temsil edilsin. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5) = 8$ ya da $P(5), 0$ haricinde herhangi bir sayı olabilir. ifadelerinin doğruluğunu tartışınız.” sorusu üzerine sınıf içi tartışmada öğrenciler genel olarak bu soruya yorum getirmekte, $P(x)$ herhangi bir polinom olmak üzere $P(a) = 0$ için a nın polinomun bir kökü ve $(x - a)$ nın $P(x)$ ’in bir çarpanı olacağını düşünmekte zorlanmışlardır. Burada öğrencilerden beklenen polinomun kökünü göz önünde bulundurarak $P(x) = (x - 1)(x - 3)(x - 4)B(x)$ ifadesini elde etmeleri ve

i. $P(5) = 8$ ya da

ii. $P(5), 0$ haricinde herhangi bir sayı olabilir.

önergeleri üzerine yorum yapmalarıdır. Ancak video-kayıttaki öğrenciler iki önermenin doğruluğu üzerine başlangıçta hiçbir açıklama içermeyen “bu doğrudur, bu yanlıştır, saçma, ikisi de olmaz niye olsun” ifadelerini kullanmıştır. Öğretmen öğrencilerden gelen

matematiksel olmayan cevaplar üzerine “Ö: Bir kere önce üçüncü dereceden oluşturalım demiş ya bir ona yoğunlaşın bakalım. Üçüncü dereceden bir polinom oluşturun.” dönütünü vermiş ve bunun üzerine öğrencilerden,

“T20: $P(x) = x^3$ dedim. Hiç sabit sayı falan eklemedim. (...)”

“T20: İşte ben de hocam x^3 dedim ya bunun sabit sayısını ben sıfır yapmak için x yerine 1 koyduğumda 1 olur -1 derim ben de ama hepsinde farklı oluyor x yerine farklı bir şey koyduğumda mesela x yerine 3 koyduğumda o zaman -27 demem gerekiyor sıfırlaması için. Bir -1 oluyor bir -27 oluyor hepsinde değişiyor aynı polinom üzerinde çalışmıyoruz o yüzden iki şık da olmaz dedim.”

“T5: Çünkü hocam x^3 veya x^3 e $2x$ ekleyince falan tamam da her seferinde değiştiği için onun sürekli sıfırı sağlayacağını düşünmüyorum.”

şeklinde farklı cevaplar gelmiş ancak öğretmenin “Üçüncü dereceden bir polinom oluşturun.” şeklindeki dönütü de öğrencileri çözüm yoluna ulaştırmamıştır. Selin bu soru üzerine sınıf içi tartışmada T20’nin “ $P(x) = x^3$ ” cevabına dikkat etmiş ve öğrencinin cevabını “ $P(x) = x^3$ mü demiş? Direkt üçüncü dereceden bir polinomu almış. Üçüncü dereceden polinomlar deyince aklına sadece x^3 mü geliyor? Mesela hani farklı bir örnek vereyim $(x - 1)^3$ mesela bu niye gelmiyor aklına.” ifadeleriyle bu cevabı öğrencinin kısıtlı algılaması olarak değerlendirmiştir. Böyle düşünen bir öğrenciye Selin “Daha genel düşünemez misin? Zaten üç tane kök verilmiş. Üç tane x e karşılık bir değer bulunmuş, o zaman üçüncü dereceden polinomumuzu en genel şekilde nasıl yazabiliriz?” diye sorardım.” şeklinde öğrencinin yanlısını görmesini ve bunun üzerine düşünmesini sağlayacak şekilde karşılık verebileceğini belirtmiştir. Selin’in öğrenci algısı üzerine buradaki yorumunda analitik olarak tanımlayan yaklaşımı benimsediği görülmektedir. Selin öğrencinin üçüncü dereceden bir polinom için neden kısıtlı düşünmüş olabileceğini sorgulamamış, öğrencilerin üçüncü dereceden denklemi en genel şekilde yazmaları gerektiği üzerine düşüncelerini sağlayacak bir karşılık verebileceğini sunmuş ancak bu karşılık sonucunda öğrencilerin üçüncü dereceden polinomun nasıl yazılacağını düşünüp düşünmeyeceğini irdelememiştir. Selin sınıf içinde aynı soru üzerine devam eden diyaloglarda T20 ve T5’den gelen cevaplar üzerine öğrencilerin çözüm yolunun deneme yanılma yöntemi olduğunu “Öğrenciler şu ana kadar deneme yanılma yöntemini kullandılar ama yazdıkları polinomun birini sağlayıp

diğerini sağlamadığını fark ettiler. Bu olmaz bu olmaz dediler ama genel bir denklem yazamadılar.” ifadeleriyle belirtmiş ve kavramın öğretimi bağlamındaki yapısına dair düşüncesini öğrencilerin kullandığı deneme-yanılma yönteminin bu soruda polinomun genel ifadesini yazmalarına yardımcı olmadığını düşünmektedir. Selin öğrencilerin üç sıfırı verilen üçüncü dereceden polinomu elde etmekte zorlanmalarının sebebini,

“Verilen üç şartın aynı anda sağlanabileceği bir polinom oluşturmak da çok zorlanıyorlar. Üçüncü dereceden olduğu için bence biraz zorlandılar. Birinci dereceden olsaydı zaten rahatlıkla bulurlardı. Acaba denklemlerde mi sıkıntıları var ya da denklem çözümlerinde falan sıkıntıları vardır belki. Hani şey diyorduk ya polinomun kökü 1 ise o zaman bir çarpanı $(x - 1)$ dir. Ya da farklı bir kökü 2 ise çarpı $(x - 2)$ dir şeklinde genel bir şey yazıyorduk. Acaba denklemlerde mi eksikleri var onu düşünemediler. $P(1) = 0$ ne demek, şimdi yazdığımız cebirsel ifade $x = 1$ için sağlanıyorsa bir nevi denklemin çözümü gibi düşünebilirlerdi. Denklem formatında düşünürsek $(x - 1)$ çarpanının o cebirsel ifade de mutlaka bulunması gerektiğini daha algılayamadılar galiba.”

cümleleriyle açıklamaya çalışmıştır. Selin’in burada dikkat ettiği durum açık olarak öğrencilerin kökü belli olan üçüncü dereceden polinomu yazmada zorlanmaları olmakla birlikte, yukarıda verilen alıntısında öğrencilerin zorlanmalarının sebeplerini kavramın matematiksel yapısı bağlamında sorgulamıştır. Selin öğrencilerde denklem, denklemin çözümü, polinomun kökü ve kökleri belli olan cebirsel ifadeyi belirleme üzerine matematiksel kavramların eksikliğinden kaynaklı olarak bu soruya yorum getiremediklerini düşünmektedir. Ayrıca Selin öğrencilerin $P(a) = 0$ ’ın anlamını bilmemelerinden, bu eşitliği algılayamamalarından kaynaklı olarak soruyu çözememiş olabileceklerini kanıt sunarak ortaya koymuştur. Selin burada öğrencilere nasıl karşılık verilmesi gerektiği üzerine düşünmemiş, öğretmenin öğrencilerden (T5, T20 ve bu öğrencilere benzer cevaplar veren öğrenciler) gelen cevaplar üzerine nasıl devam ettiğini görmek istemiştir. Selin öğretmen dönütünü dinlemeden önce soruyu “Mesela ben bunu şey olarak yazardım. $a(x - 1)(x - 3)(x - 4)$ şeklinde yazardım. İşte a ya göre değişir bu. Benim $P(x)$ polinomum bu şekilde değil mi? Evet $P(x) = a(x - 1)(x - 3)(x - 4)$, 1 için 3 için 4 için sağladı. P , 5 koyduğumuz zaman $P(5) = 8a$ oldu.” şeklinde çözeceğini belirtmiştir. Selin doğrudan dile getirmese de soru çözümüne dair açıklamasına dayanarak öğrencilerin kendisinin belirttiği

çözümünden yola çıkmaları gerektiğini düşündüğünü söylenebilir. Selin alan tarama sorularında da bu soruyu yukarıdaki alıntısına benzer şekilde ele almıştır. Bu sorunun öğretmen adaylarının alan bilgilerini incelemek için sorulan sorulardan biri olması nedeniyle Gizem ilk olarak kendi çözümünü ve öğrencilerin bu soru için ne düşündüğünü merak ettiğini “Hocam bu soruyu bize sorduğunuzda ben lineer cebirde öğrendiğimiz katsayılar matrisinin elementer satır işlemler yaparak buldum. Ama çok merak ediyorum lisedeki öğrenciler ne düşünüyor ve nasıl yapacaklar?” ifadeleriyle sunmuştur. Gizem merakı nedeniyle bu soru üzerine sınıf içindeki tartışmayı daha dikkatli dinlemiş ancak video inceleme sürecindeki yaklaşımıyla dikkat ettiği noktalarda videoyu durdurmadan ziyade dikkat ettiği durumlar üzerine genel olarak yorum yapmıştır. Gizem öğrencilerin üçüncü dereceden bir polinom için verilen şartlarda $P(a) = 0$ için a nın polinomun kökü olduğunu anlamamış olmalarından kaynaklı olarak $P(x)$ polinomunu elde edemediklerine dair düşüncesini öğrenci cevaplarını kanıt göstererek,

“Öğrenciler genelde küçük örnekler üzerinden gittiler. Mesela $P(x)$ i x^3 alabiliriz dediler. Ya da direk $P(x) = x^3 - 1$ alsam hani 1 verdiğimde bu sefer sıfır yapıyorsa 3 verdiğimde nasıl sıfır yapacak? Çünkü şeyi düşündüler 1 verdiğimde sıfır yapacak şeyin aslında sabit sayı sabit terimden kaynaklandığını ama 3 veririm sabit terimi değiştirmem gerekiyor. Nasıl aynı polinom oluyor gibi bir kargaşa yaşadılar. Aslında kök kavramı desek hani akıllarına gelebilirdi polinomun yazımı için bu bir ipucu olabilirdi.”

cümleleriyle sunmuştur. Gizem öğrencilerin cevapları üzerine cümleleri tanımlayan yaklaşımlardır. Gizem’in yukarıdaki alıntısında öğrencilere kök kavramı sorgulattığında polinomun kökünü algılayabileceklerini düşündüğü izlenimi oluşmaktadır. Gizem’in öğrencileri sorunun cevabına yönlendirecek ipuçları verilmesi şeklinde karşılık verilmesi gerektiğini düşündüğü söylenilebilir.

4.2. Öğretmen Adaylarına Sunulan Sınıf İçi Öğretime Ait Senaryo İncelemelerine Dair Öğretmen Adaylarının Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının öğrenci düşünceleri ve öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair farkındalıklarını ortaya çıkarmada ve bu farkındalıkları incelemede diğer bir araç olarak sınıf

içi öğretime ait yazılı senaryolar kullanılmıştır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarına polinom kavramına ait duruma özgü yazılı iki senaryo durumu sunulmuştur. Bunlardan ilk yazılı senaryo durumu sıfır polinomunun derecesi üzerine olup, ikinci yazılı senaryo durumu ise “ $xy + 2$ ” ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği bilişsel çatışması üzerine yazılı sınıf içi diyalog kesitlerini içermektedir. Öğretmen adayları kendilerine sunulan senaryoları ilk olarak bireysel incelemiş ve daha sonra araştırmacının moderatörlüğünde grupça senaryo üzerine dikkatlerini çeken durumları belirterek bu durumları yorumlamış ve öğretmenin yerinde olsalar söz konusu durumda nasıl kararlar alacakları üzerine fikirlerini sunmuştur. Öğretmen adaylarının senaryo incelemeleri üzerine yazılı dokümanlarından ve senaryo üzerine grup tartışmalarından elde edilen bulgular; öğrencilerin matematiksel düşünmelerine, öğretmenin pedagojik yaklaşımı ve son olarak da kavramın matematiksel yapısına ve kavramın öğretim bağlamındaki yapısına dair farkındalıkları olmak üzere üç ana başlık altında verilmiştir. Her bir ana başlık altında sıfır polinomunun derecesi ve “ $xy + 2$ ” ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği bilişsel çatışması üzerine yazılı senaryolar bağlamında alt başlıklar sunulmuştur.

4.2.1. Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünmelerine Dair Farkındalıkları

Öğretmen adaylarına sunulan sınıf içi öğretime ait senaryoları incelemeleri sürecinde adayların öğrencilerin matematiksel düşünmesine dair farkındalıkları adaylara sunulan iki ayrı senaryo durumu üzerine alt başlıklarıyla verilmiştir.

4.2.1.1. Sıfır Polinomunun Derecesi Üzerine

Öğretmen adaylarının sıfır polinomunun derecesi üzerine senaryo incelemelerinde öğrencilerin matematiksel düşünmelerine dair dikkat ettikleri durumlar matematiksel süreç becerilerinden ziyade öğrenci kavrayışları olarak tespit edilmiştir.

I. Öğrencilerin sıfır polinomunun derecesi üzerine kavrayışı

Selin senaryoda bir öğrenciden gelen sıfır polinomunun derecesi için “tüm sayılar olabilir.” şeklindeki fikre dikkatini dile getirmiş ve öğrencinin tüm sayılar ile kastettiği şeyin ne olduğunu sorgulamıştır. Bunun üzerine öğretmen adayları bu şekilde düşünen öğrenciye öğretmenin verdiği dönüt üzerinden öğrencinin ne düşündüğünü,

“S: Burada bir öğrenci (Öğrenci 6) sıfır polinomunun *derecesi için tüm sayılar olabilir demiş. Tüm sayılardan kastı reel sayılar mı? Ama biz polinomu tanımlarken belirsizin üssü sadece doğal sayı olabilir dedik. Öğrenci belki de tüm sayılar derken ilk başta reel sayıları düşündü.*

E: Öğretmen *soruyor öğrencinin tüm sayılar ile ne kastettiğini.*

S, K: Sonradan aklına *geliyor öğrencinin polinomun derecesinin doğal sayılar olduğu.*

K: Öğretmen *tüm sayılar diyen öğrencinin tüm sayılardan ziyade doğal sayıları kastetmesi gerektiğini vurgulayarak soruyor tüm sayılar mı diye. Bu sefer öğrenci düşünüyor, hoca sorduğuna göre burada bir şey var deyip düşünüyor. Sonra derecesinin doğal sayı olması gerektiğini görüyor.*

A: Burada öğrencinin düşünmesi veya öğretmenin dönütü üzerine ekleyeceğiniz, *detaylandıracağınız bir şey var mı?*

G: *Tüm sayıların tüm doğal sayılar olduğunun farkında öğrenci bence yanlışlıkla öyle söyledi. Öğrenciler tüm sayılar fikrinden sonsuz değer alır fikrine ulaşıyorlar bence.”*

diyalogunda açıklamıştır. Selin öğrenciden gelen tüm sayılar olabilir şeklindeki fikre dikkat etmiş ve öğrencinin bunu reel sayılar olarak düşünmüş olmasından kaynaklı olarak söylemiş olabileceğini ifade etmiştir. Ela burada öğretmenin öğrenciden gelen fikri “*Tüm sayılar mı?*” sorusu ile irdelediğini belirtmiştir. Kaan ise Selin ve Ela’nın senaryo durumu üzerine betimlemelerini toparlayarak öğrencinin tüm sayılar düşüncesini öğretmenin “*tüm sayılar mı?*” diye vurgular tarzda sorması üzerine öğrencinin düşünüp doğal sayılar olması gerektiğini belirttiğini söylemiştir. Burada Selin’in öğrenci düşünmesine dikkatini tanımlayan yaklaşımla sunması üzerine Ela söz konusu öğrenciye öğretmenin verdiği karşılığı tanımlayan yaklaşımla sunmuş Kaan ise iki öğretmen adayının dikkat ettikleri durumları toparlamıştır. Gizem araştırmacının tetikleyici sorusu aracılığıyla öğrencinin tüm sayılar demesi ile aslında tüm doğal sayıları kastettiği ve buradan sıfır polinomunun derecesini sonsuz değer alır şeklinde yorumladığını yani sonsuz değer alır fikri altında aslında tüm doğal sayılar olması olduğunu açıklamıştır.

Kaan sıfır polinomunun derecesi üzerine senaryo inceleme sürecinde öğretmenin belirsiz fikrine değinmesi gerektiğine dair düşüncesini “*Hani öğretmen belirsiz hiç değinmemiş öğrenci sonsuz değeri vardır dedikten sonra öğretmenin bunu belirsiz bağlaması gerektiğini düşünüyorum.*” şeklinde açıklamıştır. Selin öğretmenin de öğrenciler gibi sıfır polinomunun derecesini sonsuz olarak algılıyor olabileceğini belirtmiştir. Ela öğretmenin sıfır polinomunun derecesini “tüm doğal sayı değerleri sıfır polinomun derecesi olabilir” şeklinde sonuca bağladığını belirtmesi üzerine adayların öğrencilerin sıfır polinomunun derecesini nasıl algıladığı üzerine tartışmaları,

G: Bir belirsizlikten bahsedilmemiş bir sonuç mu bu?

K: Hani sonsuz değeri vardır.

S: Evet belirtmediği için acaba öğretmen kendisi de sonsuzdur mu diye düşünüyor. (...) Sonsuz değeri vardır ama derecesi nedir? Kaçtır? Sonsuzdur öğrencinin düşüncesine göre

G: O zaman sonsuz diyecek öğrenci.

E: Hayır sonsuz demeyecek.

A: Neden sonsuz demeyecek?

K: Ama orada sonsuz demiyor ki. Öğretmen demiş ki sonsuz değeri var.

S: Hangi öğrenci o değeri anlamıştır acaba?(...) Öğrencilerin çoğunun aklında sonsuz cevabı kalmıştır. Sonsuz değeri vardır kalmamıştır.

K: Ama şunu söylemiş “tüm doğal sayı değerleri sıfır polinomunun derecesi olabilir.” bu ifadeyi kurmuş zaten.

E: İlla belirsiz kelimesini kullanmak çok mu doğru? Çünkü belirsizlik kavramını öğrenci bilmiyor olabilir. Buradaki amaç sıfır polinomunun derecesine atayabileceğim bir değer yok her değeri alabilir bunu kavratmak öğrenciye. İllaki benim o kelimeyi belirsiz kelimesini kullanmama gerek yok.

K: Bizim belirsizden kastımız ne, bütün doğal sayı değerlerini alabilir, değil mi?

S: Bizim şu andaki düşüncemiz o evet. Öğrenciler açısından düşünelim.

K: Öğretmen de demiş ki evet tüm doğal sayı değerleri sıfır polinomunun derecesi olabilir. (...)Bu zaten bizim için belirsiz demek. Bizim belirsiz dediğimiz şey buna geliyor.

S: Evet işte bizim için belirsiz.

G: Selin’in demek istediği şey bizim için belirsiz öğrenci için belirsiz olduğunu nereden biliyoruz? Mesela tanımsızdır diye bir cümle de çıkmış en başta ve öğretmen onu kaçırmış. En sonda o zaman evet tüm doğal sayı değerleri sıfır polinomunun

derecesi olabilir. O zaman dereceye biz tanımsız mı deriz? Belirsiz mi deriz? Ne deriz de diyebilirdi öğretmen.

S: Onu demesek bile bu cümleden sonra diyorum ki ben *öğrencilerde sıfır polinomunun derecesi sonsuzdur algısı oluşmuştur diyorum.*”

şeklinde gerçekleşmiştir. Öğretmen adaylarının bu tartışmasında Selin ve Gizem öğrencilerin sıfır polinomun derecesini sonsuz olarak algıladıklarını düşünmekte bu nedenle öğrencilerin sıfır polinomun derecesinin sonsuz olmadığına vurgulanması gerektiğini açıklamıştır. Kaan ve Ela ise senaryoda öğrencilerin sıfır polinomunun derecesini sonsuz değer alabilir şeklinde algıladıklarına dair düşüncelerini ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının öğrencilerin sıfır polinomu sonsuz, sonsuz değer alır şeklindeki yorumları tanımlayan yaklaşımlardır. Öğretimi devam ettirme ve sıfır polinomunun derecesini açıklama noktasında ikiye ayrılmaktadırlar. Ancak grup tartışmalarının sonunda adaylar sıfır polinomunun derecesine dair öğrencilere karşılık verme noktasında sonsuz değer alabileceğini ancak bu değer belli bir doğal sayı olamadığı ve belirsiz olduğunun açıklanması kararına varmıştır.

II. Öğrenciye Özel Kavrayış Durumları (Öğretmenin verdiği karşılık üzerine öğrenci tepkisi) Öğretmen adayları sıfır polinomunun derecesi üzerine senaryo incelemelerinde öğretmenin öğrencilere verdiği karşılık üzerine öğrencilerin kavrayışlarını etkilediği bir duruma dair dikkatlerini ortaya koymuştur. Ela bireysel olarak senaryo incelemesinde üzerinde durduğu öğretmenin öğrenciye sorduğu “öyle mi ?” sorusunu toplu görüşmelerinde öğrencinin bu soru üzerine tepkisi bağlamında konu odağı dışında,

“Burada şey var yine öğretmen ‘(...) polinomun derecesini n olarak düşünürsek, n sonsuz değer alır diyorsun. Öyle mi?’ diyor. Öğrenci 7, ‘Siz öyle mi diye sorunca, karar veremedim hocam.’ diyor. *Öğrenci emin aslında biliyor ama öğretmen öyle mi diye sorunca bir çelişkiye düşüyor.*”

ifadeleriyle değerlendirmiştir. Bu durum üzerine Selin “Hoca öyle sorunca *öğrenci bir kuşkuya düşüyor.*” şeklinde düşüncesini dile getirmiştir. Öğretmen adayları öğretmenin “öyle mi?” sorusu üzerine öğrencinin tepkisini kendine güvenmemesinden kaynaklı olarak

yorumlamıştır. Ela ise bu duruma dair öğretmenlik uygulaması dersinden bir örnek vererek öğretmenin “öyle mi?” şeklinde verdiği karşılığı öğrenci algısı bağlamında,

“Öğrencinin kendine güvenmemesinden kaynaklanıyor. Bunu hatta Gizem’in ders anlatımı sırasında gözlemledim. Arkada yanında oturduğum bir öğrenci soruyu çözdü. $40.(x - 1)(x - 3) = 240$ şeklinde bir denklem elde ediliyor. Denklemi $(x - 1)(x - 3) = 60$ haliyle çözmeye devam edecekti. Gizem başka bir öğrenciyi tahtaya kaldırdı çözüyor o öğrenci de ilk denklemdeki işlemleri yapıp sonra sadeleştirmeye karar verdi. Arkadaki öğrencide tahtadaki öğrenci öyle yapınca ‘Ben yanlış yaptım galiba’ falan aralarında konuşuyorlar. Ben de yaptığın doğru emin olsana dedim. Sadeleştirmeyi önce yapmışsın sen, tahtadaki arkadaşında sadeleştirmeyi sonra yapacak dedim. Emin olsa devam edecek.”

şeklinde detaylandırmıştır. Ela burada öğretmenlik uygulaması dersi ve senaryodan gelen durumu ilişkilendirerek öğrencilerin yaptıklarından emin olması gerektiğini belirtmiştir. Gizem ise Ela’nın açıklaması üzerine öğrencilerin yaptığından emin olamamalarının sebebini öğretmen yaklaşımından kaynaklı olabileceğini belirterek bu durumu “Öğretmenlerimiz tek bir yolla yaptığı için öğrenci de öyle düşünüyor bence. Öğrencilerin düşünceleri doğru mu değil mi? diye kontrol etme alışkanlıkları yok. Değiştirebiliriz diye düşünüyorum.” ifadeleriyle açıklamıştır.

4.2.1.2. ‘ $xy + 2$ ’ İfadesinin Bir Polinom Belirtip Belirtmediği Bilişsel Çatışması Üzerine

Öğretmen adaylarının ‘ $xy + 2$ ’ ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği bilişsel çatışması üzerine senaryo incelemelerinde öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dair dikkat ettikleri durumlar matematiksel ilişkilendirme ve matematiksel dil kullanımı olarak tespit edilmiştir.

I. Matematiksel İlişkilendirme

a. Polinom bir fonksiyondur ilişkilendirmesi

Selin, senaryoda öğretmenin “*polinom sadece bir gösterim midir?*” dönütünden sonra öğrenciden gelen “*hayır sadece bir gösterim değil aynı zamanda bir fonksiyondur*” cevabına

dikkat etmiştir. Selin öğrencinin düşüncesine dikkatini doğrudan karşılık verme bileşeni bağlamında, “O zaman ‘ $xy + 2$ ’ aynı zamanda bir fonksiyon değil midir?” derdim. Çünkü bunu polinom olarak görmüyorsa ve polinomu aynı zamanda bir fonksiyon olarak görüyorsa “ $xy + 2$ ” nin de bir fonksiyon olmadığını düşünür. Daha sonrasında fonksiyon olma şartı neydi hatırlıyor musun? diye sorardım.” şeklindeki yorumu ile öğrencide var olan düşünce üzerine öğrencinin düşüncesini sorgulayan sorular sorma şeklindeki kararını sunmuştur. Selin’in öğrenciye fonksiyon tanımını sorgulatmayı düşünmesi altındaki nedenin “ $xy + 2$ ” ifadesinin fonksiyon olup olmadığını öğrencinin incelemesi olduğu,

“Tanım ve değer kümelerini hatırlattığımda ve burada da bir tanım ve değer kümesinden bahsedemediğimden ifadeye fonksiyon gözüyle bakılmaması gerektiğini vurgulardım. ‘Bence polinom olmayan fonksiyon yoktur’ dediğinde her fonksiyon polinom mu olduğunu söylemek istiyorsun derdim. Büyük ihtimalle “evet” derdi. O zaman aksine bir örnek verip her fonksiyonun bir polinom olmadığını gösterirdim.”

alıntısından anlaşılmaktadır. Selin’in buradaki yorumunda iki duruma değindiği görülmektedir. İlki “ $xy + 2$ ” ifadesinin fonksiyon olması için tanım ve değer kümesinin olması gerektiğini öğrencilerin dikkat etmesi için vurgulanması gerektiği fikridir. Öğrenciden gelen “ $xy + 2$ ifadesinin fonksiyon” olma fikri Selin’in bu duruma dikkatini tetiklemiştir. Selin burada öğrencide var olan düşünce üzerine fonksiyon kavramının tanımını sorgulatma ve öğrencinin düşüncesindeki hatayı görmesini sağlamak şeklindeki kararını sunmuştur. İkinci dikkat ettiği durum ise öğrenciden gelen “*polinom olmayan fonksiyon yoktur*” fikridir. Selin dikkat ettiği bu durum üzerine öğrencinin kurduğu matematiksel ilişki üzerine tahmin yürüterek öğrencinin fikrindeki hatayı görmesi adına aksi bir örnek sunabileceğini belirtmiştir. Öğretmen adayları Selin’in senaryoda öğrencilerin “ $xy + 2$ ” ifadesini polinom ve fonksiyon ilişki bağlamında incelemesi üzerine diğer öğretmen adayları da bu durum üzerine,

“E: Mesela ben şurada her polinom bir fonksiyondur ifadesinde şey düşündüm biz x ler üzerinden konuşuyoruz ya hep x lerin tanımını öğrenciye vermek ne kadar doğru? Polinomdaki x belirsiz fonksiyondaki x değişken. Fonksiyon da bir eşleme hani bir tanım kümesi söz konusu polinomda bunlar var mı? Bunları ifade etmek lise seviyesindeki bir öğrenciye ne kadar doğru mesela? Hani x belirsizliği açıklayabilmek, değişkeni açıklayabilmek? Hadi değişkeni açıklarız diyelim ki. x belirsiz vurgusu yapmak fonksiyondan ayırmak için ne kadar doğru? olabilir.

S: Fonksiyondan ayırmak için x belirsizliğini dile getirmeye gerek yok ki. Tanım kümesi, değer kümesinden yapılabilir ayırım.

K: Polinomda tanım kümesi, değer kümesinden bahsedilmez ama fonksiyon için bir tanım kümesi ve tanım kümesinden değer kümesine bir eşleme yapılır.

S: Fonksiyon olma şartı var. Hani tanım kümesindeki her elemanın yalnız bir görüntüsünün olması lazım diyoruz. Onun dışında hani polinom tanımını verdiğimiz zaman hani x^n ler için n ne diyoruz pozitif tamsayıları diyoruz. Ama fonksiyonlarda böyle bir kısıtlama yok zaten.

E: Ama işte özel hali olabilir fonksiyonun. Onu vurgularsak özel hali bu.

S: Burada her fonksiyonun bir polinom olmadığını göstermek amacıyla.

K: Gösterim olarak benziyor aslında tanım olarak değil.

S: İsim olarak sadece öyle.

E: Evet isim olarak söyleyebiliriz ama direk polinomu fonksiyon diye tanıtamayız.

G: O zaman müfredatta sıkıntı yok mu? Fonksiyonların altında polinomları niye veriyoruz?

E: Ayrı konular. Ama şöyle fonksiyonu anlattım. Sadece x lerin üzeri doğal sayı olacak $a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x^1 + a_0 x^0$ şeklinde tanımlı fonksiyonlara polinom fonksiyon denir. Şeklinde fonksiyonlar başlığı altında verilebilir.

S: Hayır polinom fonksiyon diyemeyiz çünkü o zaman sen o gösterimi de fonksiyon olarak almış oluyorsun.

E: Hayır tanım kümesi var mesela Reel sayılardan Reel sayılara tanımladım. Sonra dedim ki $f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x^1 + a_0 x^0$ şeklinde tanımlı fonksiyonlara polinom fonksiyon deriz.

K: Fonksiyonu anlattın. $f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x^1 + a_0 x^0$ şeklinde tanımlı fonksiyonlara polinom fonksiyon denir. Fonksiyon çeşidi gibi.”

diyalogundaki yorumları yapmıştır. Öğretmen adaylarının iki belirsizli polinom üzerine senaryoyu tartışmalarında polinom ve fonksiyon arasındaki ilişkiyi tanımlayan yaklaşımla sundukları belirlenmiştir. Selin dışındaki öğretmen adaylarının öğrencilerin kurduğu $xy + 2$ nin fonksiyon olması düşüncesi ile bu ifadeyi polinom olarak değerlendirmelerini irdelemedikleri doğrudan öğrencilerin “ $xy + 2$ ” ifadesi için polinom fonksiyon tabiri üzerine yorum getirdikleri görülmektedir.

II. Matematiksel Dil Kullanımı

Gizem ' $xy + 2$ ' ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği üzerine sınıf içi tartışmayı içeren senaryoda öğretmenin tartışmayı yürütme amacı bağlamında sorduğu soruda sembol kullanımını,

“İlk başta hocam bir kere sorduğu şey yani $xy + 2$ bir polinom mudur diye en başta soruda hata var bence. $P(x, y) = xy + 2$ şeklinde sorsa daha doğru olurdu ki. Zaten ulaşmak istediği şey ' $xy + 2$ ' nin polinom olduğu benim anladığım o. Öğretmenin amacı polinomların sadece tek değişkenden oluşmadığını yani o gösterimden oluşmadığını göstermek ama $P(x, y)$ şeklinde yazmalıydı.”

şeklindeki ifadeleriyle değerlendirmiştir. Gizem'in bu değerlendirmesi üzerine Selin bu ifadenin polinom olmadığına dair düşüncesini “Hocam ben polinom olmayarak yorum yaptım.” ifadesiyle ortaya koymuştur. Ela'nın bu durumun dikkatini çekmemiş Kaan ve Gizem matematiksel dil bağlamında,

“G: Evet $P(x, y) = xy + 2$ yazarsak polinom. İki belirsizli polinom.

K: Yani $P(x, y)$ yazmazsak polinom değil mi? Yani tek başına $xy + 2$ polinom değil midir diyorsun şu an. Yani $ax^2 + bx + c$ mesela bir polinom değil mi şu an?

G: $P(x)$ eşittir bunu dersem polinom bence. Gösterim de bir hata var şu an yazdığında. Bu ne havada bir şey o zaman a da bir polinom. a polinom mu? Ama $P(x) = a$ dersem bir sabit polinom.

K: Bunun illaki bir şeye eşit mi olması lazım?

G: Bir sayıya demiyorum. Yani gösterim olarak, ifade olarak $P(x)$ şeklinde gösterilmesi gerekiyor bence. Eşit olması derken sıfıra eşit olması gerekir demiyorum. Ben diyorum ki bunu direk sorması havada bir ifade yani tam oturtamamış temellendirememiş. $P(x, y) = xy + 2$ şeklinde yazması gerekirdi diyorum. Ama Kaan arkadaşımız da diyor ki $xy + 2$ yazsa polinom olmuyor mu? şimdi. Benim demek istediğim şey bunu da düşünebilir öğrenci. Ama $(xy + 2)$ yi gösterir bu polinom değil ama $(P(x, y) = xy + 2)$ bu polinom. Öğretmenin istediği de büyük ihtimal hani genel gösterimden $(P(x)=)$ farklı olarak bunun da polinom olduğuna ulaşmak. Ama başlangıçta bu hatayı yaptığını düşünüyorum.

K: Ben polinomu bir gösterim düşünüyorum. Fonksiyonun böyle bir şeye ihtiyacı var. Bir $f(x)$ ya da $f(x, y)$ fonksiyonunun böyle bir şeye ihtiyacı var. Çünkü fonksiyonun girdileri var ve bir çıktısı yani eşlendiği bir küme var. O yüzden aslında $f(x, y)$ dediğimiz şey buradaki x ve y değerlerine göre bunun bir sonucu yani bir değişkenlerin bir değere ihtiyacı var. Polinom için herhangi bir tanım kümesi ve görüntü kümesinden bahsetmiyoruz. Sadece $xy + 2$ olur.”

tartışmasını yapmışlardır. Kaan ve Gizem'in iki belirsizli polinomun gösterimini tartışma sürecinde Kaan polinomun bir gösterim olmasından dolayı öğretmenin öğrencilere yönelttiği ifadenin polinom olduğuna dair düşüncelerini ortaya koymuştur. Kaan fonksiyon için bir tanım ve değer kümesi olması nedeniyle " $xy + 2$ " ifadesinin fonksiyon olması durumunda $f(x, y)$ sembolüne ihtiyacı olduğunu aksi taktirde polinomun kendisinin gösterim olması nedeniyle herhangi bir eşitliğe gerek olmadığını açıklamıştır. Gizem ve Kaan'ın matematiksel dil üzerine farkındalıkları açıklayan yaklaşımlardır. Karşılık verme bileşenine dair veri elde edilmemiştir. Ancak öğretmen adaylarının burada ders sunumlarında öğrencilere iki belirsizli polinomu tanıtırken nelere dikkat edeceklerini detaylandırdıkları görülmektedir.

4.2.2. Öğretmen Adaylarının Öğretmenin Pedagojik Yaklaşımına Dair Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının kendilerine sunulan sınıf içi öğretime ait senaryoları inceleme sürecinde öğretmen pedagojisine dair genel olarak öğretmenin öğrencilerin düşünmelerine verdiği karşılıklara (tepki ve dönütlere) ve öğretmenin öğrenciyi tanıma yeterliliğine dikkat ettikleri tespit edilmiştir.

4.2.2.1. Sıfır Polinomunun Derecesi Üzerine

Gizem kendilerine sıfır polinomunun derecesi üzerine sunulan sınıf içi öğretime ait yazılı senaryoda öğretmenin böyle bir tartışma ortamı oluşturmasının nedenini öğretmenin öğrencilerin ön bilgisini bilmesine ve öğrencilerini tanıma bilgisi bağlamında,

“Değineceğim üç nokta var. Öğretmen başta derece kavramını öğrendiğinize göre demiş. Derece kavramını vermiş. *Bence öğretmen tecrübeli çünkü öğrencilerin sıfır polinomunun derecesine dair kavram karmaşası olduğunun farkında ve bunun için derece kavramını verdikten sonra sıfır polinomunun derecesine değiniyor ama bunu direk söylemek yerine bir tartışma ortamı oluşturuyor.*”

ifadeleriyle sunmuştur. Gizem öğretmenin mesleki deneyimi nedeniyle öğrencilerin sıfır polinomunun derecesini karıştırdığını bildiğini bu nedenle tartışma ortamı oluşturarak öğrencilere sıfır polinomunun derecesini sorgulatmak istediğini belirtmiştir.

I. Öğretmen Dönütü

Kaan sıfır polinomunun derecesi üzerine senaryoda öğretmenin “*Sıfır olduğunu söyleyenler neden sıfır olarak düşündü?*” şeklinde verdiği dönütü,

“Öğrencilerin kendi aralarında bir tartışma var ve *sıfır diye düşüneneler var*. Öğretmen bu noktada ‘*Tamam sıfır diyorsunuz ama neden?*’ diye sormuştur. Bu dönüt aslında bizim hep yapmayı düşündüğümüz, öğretmenler de eksik olarak gördüğümüz öğretmen cevapları arasındadır. Bir öğrenci bir şey söylediği zaman doğru veya yanlış olması önemli değil onu neden öyle söylediğidir. Sıfır polinomunun derecesi neden sıfır oldu?”

söylemiyle değerlendirmiştir. Kaan’ın burada dikkat ettiği durum öğretmenin öğrenciye verdiği karşılık olup Kaan bu durumun öğretmenden beklenen bir yeterlik olduğunu ve kendisinin de öğrencinin cevabının doğru ya da yanlış şeklinde bir dönütten ziyade neden öyle düşündüğünün sorgulama şeklinde karşılık vermeyi düşündüğünü belirtmiştir. Kaan’ın burada dikkat ettiği durum aynı zamanda karşılık verme bileşeninin de içerdiği öğrencinin fikirlere nasıl ulaştığını sorgulanmasıdır. Kaan’ın burada öğretmen pedagojisine dikkat etmesinin nedeni öğrenci düşünmesinden ve kavramdan ziyade sınıfı nasıl yönlendireceğini düşünmesinden kaynaklanıyor olabilir. Kaan’ın öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine yorumundan hareketle Ela sıfır polinomunun derecesi için öğrencilerden gelen sıfır cevabına dikkati üzerine öğretmenin bu düşüncüyü sorgulaması gerektiğini belirtmiştir. Ancak Ela yorumunda öğrencilerin düşüncelerinin nasıl sorgulanması gerektiği üzerine herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Araştırmacının Ela’dan bu durumu açıklamasını istemesi üzerine Ela öğrencilerin sıfır polinomunun derecesinin sıfır olmadığını görebilecekleri bir örnekle karşılık verebileceğini,

“E: Öğretmenin buradaki öğrenci düşünmesini sorgulaması gerekiyor.

A: Nasıl sorgulayabilir? Sen nasıl sorgulardın mesela Ela?

E: *Sıfırın yanındaki x belirsizinin derecesi ne olursa sıfır polinomu olacağı sorgulanmalı. Böylece sıfır çarpı x^5 de olsa sıfır polinomu elde edileceğini dolayısıyla sıfır polinomunun derecesinin sıfır olmadığını görecekler. (...)*

cümleleriyle açıklamıştır. Ela burada öğretmenin öğrencinin sıfır cevabının doğru olmadığını görebileceği bir örnekle karşılık vermesini önermiştir. Öğretmen adayları arasında öğrencinin sıfır polinomu için neden sıfır cevabını verdiği ve cevabın ne olabileceğini sorgulamaları üzerinden öğretmenin pedagojik yaklaşımı odağında grup içi tartışmaları

“G: Aynen neyi düşünerek, hangi yoldan sıfır olduğuna karar verdi öğrenci?

E: *İşte sıfır polinomun sabit polinom olmadığını fark edemedi öğrenci. Aslında öğrenciler 1 dir, 0 dir, tanımsızdır da demişler. Yani en başta ama onun üzerine gidilmemiş.*

G: *Uğultular falan var ya büyük ihtimal öğretmen duymamış olabilir.*

A: Bu sınıf ortamını ve durumları, fikirleri göz önünde bulundurarak düşünürseniz, sizler bu sınıfta öğretmen olsanız sizler nasıl devam ederdiniz derse?

S: *Kesinlikle herkesin düşüncesini öğrenerek ama 30 kişilik bir sınıfta herkese ulaşmak çok zor hocam. Bence bir sınıfın ideali 20 kişi falan olmalıdır.(...) Öğrenciden gelen tanımsız cevabı bence çok farklı onun da üstüne gidebilirdi. Neden tanımsız diye düşündün?*

K: Herkese ulaşılmaya bile öğretmenin kendi hazırbulunuşluğuna dayanarak ‘tanımsız ne demek?’ sorusunu yöneltmesi gerekiyordu.

A: Neden öyle düşündün Kaan?

K: *Eğer öğretmen anlattığı konuya hâkim olursa ve öğrencilerin en çok nerelerde yanlışla, kargaşaya düştüğünü bilirse öğrenciler sorduğu zaman bu dikkatini çeker. Tanımsızlıkta problemleri oluyordu evet burada da oldu deyip devam etmeliydi. Eğer öğrenciler söylemese bile tanımsız fikrine kendim dikkat çekmeliyim diyerek sunabilir.*

S: *Mesela en son sonsuzluğa mı ulaştılar? Ben sonsuzlukla tanımsızlık arasında bir gittim geldim. Tanımsızlık ne demek sonsuzluk ne demek bir birine yakın gibi. Sıfır polinom şudur diyemiyorlar. Diyemiyorlarsa tanımsızdır gibi.*

G: Belirsiz gibi.

S: Tanımsızlık, belirsizlik aynı gibi olmuyor mu?”

şeklinde devam etmiştir. Öğretmen adayları arasında gerçekleşen diyalog kesitinde Ela öğrencilerin sıfır polinomu ile sabit polinomu karıştırmasından kaynaklı olarak sıfır cevabını

verdikleri yönündeki düşüncesini tekrarlamıştır. Ela ayrıca diğer öğrencilerin 1 ve tanımsız şeklinde verdikleri cevaplara da dikkat etmiş ancak bu cevapları yorumlamamış, sadece tanımsız cevabının sorgulanması gerektiğini belirtmiştir. Ela'nın dikkat ettiği durum üzerinden öğretmen adaylarının yukarıdaki diyalogda odak noktası sıfır polinomunun derecesi için öğrencilerden gelen tanımsız fikri olduğu söylenebilir. Ancak öğretmen adayları bu fikir üzerine yorum getirmekten ziyade öğretmenin bu cevabı sorgulaması gerektiği üzerinde durmuştur. Özellikle Kaan öğretmenin öğrenciden gelen fikri duymamış olsa bile öğretmenin derse hazırbulunuşluğu ve alan bilgisi nedeniyle öğretmenin sıfır polinomun derecesi için tanımsız fikrinin sorgulaması gerektiği şeklindeki düşüncesini dile getirmiştir. Selin sıfır polinomunun derecesi için tek bir cevap bulamayan öğrencilerin tanımsız fikrine yakın olduğunu düşünmüş ancak kendisi de sonsuzluk, tanımsız ve belirsiz fikirlerinden hangisi olduğuna karar verememiştir. Gerçekten, Selin de öğretmenin öğrencilerin hepsine ulaşamasa bile tanımsız fikrini sınıfta sorgulaması gerektiği üzerine düşüncesini yukarıdaki diyalogda tekrar ortaya koymuştur.

Gizem tanımsız fikri odağındaki grup tartışmalarının sonunda açıklama içermeyen bir yaklaşımla sadece cevabın belirsiz olduğunu belirtmiş bunun üzerine belirsiz fikri üzerinden adayların sıfır polinomunun derecesi cevabını sorgulaması,

“(...)K: Yani derecesi belirsiz.

S: Ama bütün doğal sayıları da alabildiği için ve doğal sayılar da sonsuzdur dediğimiz için sonsuz diyorlar.

A: Yani öğrencinin sıfır polinomunun derecesi sonsuzdur demesini nasıl yorumlarsınız? Ne düşünüyorsunuz?

K: Bence sonsuza da götürmek biraz yanlış yani sonsuz değil. Sıfır polinomunun derecesi sonsuz sayıda değer alabilir. Bu yüzden belirsizdir derecesi aslında.

G: Ben de öyle düşünüyorum.

E: Ben de öyle.

K: Sonsuzdur deyip orada bırakınca biraz olmamış.

S: Hımm yani bir şey tayin edemiyorsun nedir?

G: Öğretmen düşünceleriniz doğru demiş ki öğretmen burada haklı öğrenciler düşüncelerinde derecesi sonsuzdur dememiş ki sonsuz değeri var demiş. Bu yanlış bir şey değil doğru. Ama en son sıfır polinomunun derecesi belirsizdir diyebilirdi.

S: Sonsuz değeri var. O zaman sıfır polinomunun derecesi ne?demeliydi öğretmen.

K: *Sonsuz sayıda değer alabilir o yüzden sıfır polinomunun derecesi belirsizdir. Diye en son toplamayı yapabilirdi. En son belirsizdir ifadesini ekleyebilirdi öğretmen.*

şeklinde devam etmiştir. Selin hariç diğer öğretmen adayları polinomun derecesine bir değer tayin edememe durumunu belirsiz olarak isimlendirmiştir. Ela herhangi bir açıklamada bulunmasa da belirsiz fikrini kabul etmiştir. Selin sıfır polinomunun derecesine belirli ve sonlu bir değer tayin etmenin mümkün olmadığının farkındadır ancak bu duruma bir isim atayamamaktadır. Selin'in sonsuzluk, tanımsızlık terimlerinden hangisi olduğuna karar verememesi üzerine Kaan sıfır polinomun derecesini *“Sonsuz sayıda değer alabilir. Bu yüzden belirsizdir derecesi aslında”* ifadeleriyle açıklamıştır. Kaan bir öğrencinin *“Öğrenci 7: Sıfır polinomunun derecesi sonsuzdur.”* matematiksel ifadesini yanlış olarak değerlendirmiş ve sıfır polinomunun derecesinin sonsuz sayıda değer alabilmesi nedeniyle belirsiz olduğunu belirtmiştir. Kaan ayrıca öğretmenin pedagojik yaklaşımını değerlendiren yaklaşımla öğretmenin öğrencilerden gelen sonsuz fikrinin aslında polinomun derecesinin sonsuz değer alması olduğunu ve nihai olarak öğrencilere polinomun derecesinin belirsiz olduğunu açıklaması gerektiğini dile getirmiştir. Gizem ise Kaan'ın düşüncesinin aksine öğrencilerin sonsuz değeri olduğunu bildiklerini dolayısıyla öğretmenin de *“(…) n sonsuz değer alır diyorsun.”* şeklindeki dönütünün uygun olduğunu buna ek olarak öğretmenin ders sonunda belirsiz olma durumunu ortaya koyması gerektiğini ifade etmiştir. Gizem ve Kaan'ın yorumlarından öğretmenin öğretimsel açıklamasını değerlendirdiği ve bu açıklamanın nasıl olması gerektiği üzerine öneri sunduğu belirlenmiştir.

Ela öğretmenin öğrencilere verdiği *“Farklı düşünen var mı?”* şeklindeki karşılığı,

“Bence öğretmen sabit polinomun derecesi sıfırdır fikrinden yola çıkarak öğrencileri ‘Farklı düşünen var mı?’ şeklinde sorgulatması iyi kendisi direk açıklamaya geçmemiş senin düşüncen yanlış senin düşüncen doğru diye. Sınıftaki diğer farklı düşünceleri ortaya çıkarmış. Öğretmenin yaklaşımı öğrenci düşünmesi için uygun bence.”

ifadeleriyle değerlendiren bir yaklaşımla sunmuştur. Ela öğrencilere doğrudan doğru ya da yanlış şeklinde dönütte bulunmaktan ziyade öğretim anında öğrencilerin düşünmelerini ortaya çıkarmanın uygun olduğunu belirtmiştir. Gizem ise öğretmenin verdiği dönütün nedenini öğretmenin öğrencilerin sıfır polinomunun derecesine ulaşmalarını sağlama amacıyla olmasıyla açıklamıştır. Senaryo incelemeleri ve başkasına ait video-kayıt inceleme

sürecinde öğretmenin öğrenci fikirlerini açmak ve farklı düşünceleri ortaya çıkarmak amacıyla verdiği karşılıklar öğretmen adaylarının genel olarak dikkat ettikleri durumdur. Gerçekten, Selin video kayıta öğretmenin verdiği “farklı düşünen var mı?” şeklindeki karşılığı ayrıntılı olarak yorumlamıştır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek ve desteklemek amacıyla sunulan deneyim fırsatları aracılığıyla öğretmen adaylarının öğretimde izleyeceği yolları, öğrencilere verecekleri karşılıkları düşünme fırsatı buldukları söylenebilir.

Gizem senaryodaki sınıf içi diyalog kesitinde öğrencilerin sıfır polinomunun derecesinin sonsuz olması fikri üzerine öğretmenin öğrencilere verdiği dönütte kullandığı “*Anlamayan var mı?*” ifadesine dikkat etmiştir. Öğretmen adaylarının sıfır polinomunun derecesine dair senaryo durumu üzerine tartışma sürecinde Gizem’in dikkat ettiği bu durum üzerine diğer öğretmen adayları da yorum getirmiştir. Burada öğretmen adayları matematik odağı dışında ancak öğrencilerin düşüncelerini destekleyecek dönütlerin neler olabileceği üzerine fikirlerini alan eğitimi derslerinden de kanıtlar sunarak aralarında,

G: (...) Ben bir şeye takıldım. Ben *öğretmen olsam evet öğrencilerime düşünmelerine fırsat veririm*. Ama *anlamayan var mı* diye sormam. Bence bu *çok yanlış*. Anlatıyorsunuz, tartışıyorsunuz. *Anlamayan var mı?* diye soruyorsunuz. Ben anlamadım diye çıkmam. *Bilmiyorum bunu ben derste yapmamaya çalışıyorum*. *Dikkat ediyorum*. Hani bir sorusu olan var mı? şeklinde soruyorum.

S: Ben *anlatamadığım bir yer var mı?* diye soruyorum.

G: Evet. Eğer anlamadıysa ben anlatamamışımdır. *Ya da öğrencinin anlayabileceği dilde konuşmamışım, onun anlayabileceği yöntemi kullanmamışımdır*.

S: Onların anlayabileceği yöntem ve teknikleri kullanmak gerekiyor.

A: Kaan, Ela siz ne düşünüyorsunuz?

E: Bunu *biz bazı derslerde de konuşmuştuk, özellikle alan eğitimi derslerinde*.

K: Özel öğretim yöntemleri dersinde söylemiştik. *Anlamayan var mı? Yapamadınız ifadelerinin yanlış olduğu kararına varmıştık*. Onun yerine ne kullanalım demiştik?

S: Anlatamadığım var mı? şeklinde kullanalım demiştik.

G: *Anlaşılmayan bir yer var mı?* sorusu öğrencinin düşünmesi için daha doğru sanırım.

E: *Derslerde konuştuğumuz için dikkatimi çekti ama derslerde konuşmasak ben çok üzerinde durmazdım*.

S: Ders esnasında fark edemeyebiliriz.

E: Hatta ben kendimi frenlediğimi düşünmüyorum bu konuda. Bazen anlamayan var mı? diye soruyorum ama bu iletişimle alakalı. *Bence soru çok yanlış değil ben öyle düşünüyorum. Sınıftaki samimiyete, güvene bağlı. Öğrenci- öğretmen arasında bir güven varsa bazı kelimeler çok yanlış olmuyor. Tabi şu an stajda öğrencilerle iletişimimize dikkat etmeliyiz. Şu an öğrenciler bizi tanımıyor biz öğrencileri tam tanımıyoruz o nedenle bence dikkat etmeliyiz.*

K: Bence söyleme şekline de bağlı sonuçta niyetini ortaya koyar orada öğretmen. *Öğretmen neyini anlamadın tavrını verirse öğrenci sormaz ama diğer türlü soracaktır anlamadığı bir yer olursa.”*

diyalogu gerçekleşmiştir. Gizem’in dikkat ettiği durum olan öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığı matematik odağı dışında değerlendiren öğretmen adayları öğrencilerin duyuşsal ve bilişsel açıdan düşünmelerine engel oluşturmayacak şekilde öğrenciye nasıl yöneltebileceklerini sorgulamıştır. Kaan Özel Öğretim Yöntemleri (I-II) derslerinde üzerinde durdukları sınıf içinde öğrencilere “Anlamayan var mı? Yapamayan var mı?” tarzı sorularının yönlendirilmemesi gerektiğini dile getirmiş ancak bu sorular yerine ne tarz sorulabileceği üzerine bir açıklamada bulunamamıştır. Selin ve Gizem neler sorulabileceği üzerine örnek sorular sunmuştur. Ela ise öğretmenin sınıfa yönelttiği “*anlamayan var mı?*” sorusunun çok yanlış olmadığını, öğrencilerle ilgili iletişime bağlı olarak sorulabilecek bir soru olduğu şeklindeki düşüncesini ortaya koymuştur.

4.2.2.2. ‘ $xy + 2$ ’ İfadesinin Bir Ppolinom Belirtip Belirtmediği Bilişsel Çatışması Üzerine

Öğretmen adayları kendilerine sunulan senaryoyu bireysel incelemelerinden sonra senaryo üzerine düşüncelerini paylaşmaya başladıklarında Gizem verilen senaryoda öğretmenin böyle bir soru sormadaki amacının ne olabileceğini sunmuş ve öğretmenin amacının “ $xy + 2$ ifadesinin polinom olduğuna ulaşmak” olabileceğini belirtmiştir. Sonrasında öğretmen adayları arasındaki tartışma “ $xy + 2$ ifadesinin bir polinom belirtip belirtmemesi” üzerine devam etmiştir. Selin “ $xy + 2$ ifadesinin bir polinom belirtip belirtmemesi” üzerine öğretmen adaylarının yaptıkları grup tartışmasında kendisinin bu ifadenin polinom olmadığı ile ilgili ne düşündüğünü,

“G: İlk başta hocam bir kere sorduğu şey yani $xy + 2$ bir polinom mudur diye en başta soruda hata var bence. $P(x,y) = xy + 2$ şeklinde sorsa daha doğru olurdu ki. Zaten ulaşmak istediği şey $xy + 2$ nin polinom olduğu benim anladığım o. [...] Öğretmenin amacının o olduğunu düşünüyorum. Aslında amacı güzel polinomların sadece tek değişkenden oluşmadığını yani o gösterimden oluşmadığını göstermek ama $P(x,y)$ şeklinde yazmalıydı.

S: Polinom mu?

G: Evet $P(x,y) = xy + 2$ yazarsak polinom. İki belirsizli polinom. (...)

S: Hocam ben polinom olmayarak yorum yaptım. (...)

S: Genel polinom gösterimine aykırı değil mi bu?

G: Sen polinomda zaten öğrencilere şey yapıyorsun. Tek belirsizli polinomu gösteriyorsun o yüzden genel yargı oluyor öyle olmamış gibi.

$$P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x^1 + a_0 x^0$$

Polinom bu gibi geliyor hep o yüzden başka bir şey olamaz gibi geliyor. (...)

G: Net açıklamamız gerekiyor aksi taktirde her polinom dediğimizde bunu yazıyorlar.

S: Ben polinomların bu şekilde olduğunu dahi bilmiyordum. (...) Biz her zaman $P(x)$ i ifade ettiğimiz için iki belirsizli polinomu unutmuşum.

G: Bu da bizim öğrenmediğimizi gösterir.”

diyalogundaki biçimiyle belirtmiştir. Selin ve Gizem arasında geçen diyalog kesitinde Gizem öğretmen pedagojisi üzerine dikkatini açıklayan bir yaklaşımla sunmuştur. Selin’in burada odaklandığı durumun ortaya atılan matematiksel durum üzerine kendi alan bilgisi olduğu söylenebilir. Selin verilen matematiksel ifadenin polinom olup olmadığını savunabilecek bir bilgiye sahip olmadığı için toplu görüşmede 2 belirsizli polinomların varlığını hatırlayana kadar kendi düşüncelerini sesli ifade etmiş ancak sadece kendisinde var olan durumu betimlemiştir. Selin senaryoda bazı öğrencilerin “ $xy + 2$ ” polinomunun tek belirsizli polinom gösterimine uygun olmadığını belirtmesini destekler nitelikte düşüncelerini ifade etmiştir. Ancak daha sonra Gizem’in açıklamalarına karşılık “polinomların bu şekilde ifade edilebildiğini” bilmediğini belirtmiştir. Selin’in çalışmanın başında öğretmen adaylarının alan bilgilerini incelemek için sorulan “ $P(x,y) = xy^6 - 5$ ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediğine” dair cevabı iki belirsiz olduğu için bu ifadenin bir polinom belirtmediğidir. Selin’in alan bilgisinden kaynaklı olarak toplu görüşmede “ $xy + 2$ ifadesinin bir polinom belirtip belirtmemesi” durumu üzerine bir yorum getirmemiş olduğu söylenebilir. Gizem de çalışmanın başında “ $P(x,y) = xy^6 - 5$ ifadesinin bir

polinom belirtip belirtmediğine” dair cevabı iki belirsiz olduğu için bu ifadenin bir polinom belirtmediğidir. Ancak Gizem daha sonra araştırdığı için iki belirsizli polinom olduğunu belirtmiştir. Buradan öğretmen adaylarına uygulanan alan tarama sorularının adaylara bir müdahale biçimi olmamakla birlikte adayların her bir uyarının adayların farkındalığı için önemli olduğu görülmektedir.

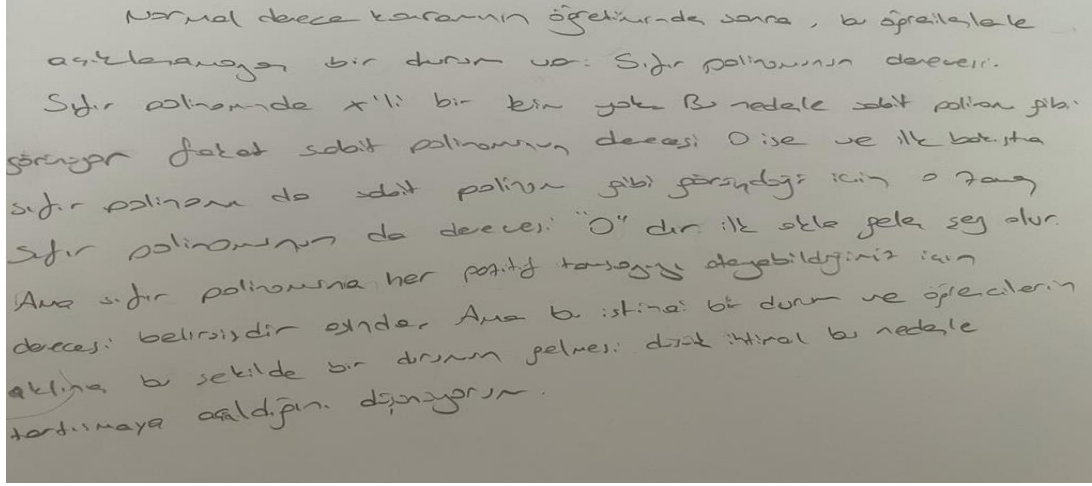
4.2.3. Öğretmen Adaylarının Kavramın Matematiksel Yapısına Veya Kavramın Öğretim Bağlamındaki Yapısına Dair Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının senaryolardan gelen öğrencilerin matematiksel düşünmesi ve öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair uyarılar dışında öğretmen adaylarının “sıfır polinomunun derecesini” ve “ $xy + 2$ ifadesinin bir polinom belirtip belirtmemesi” üzerine bu durumları doğrudan matematiksel yapı ve öğretimi bağlamındaki yapısına dair tartışmaları bu başlık altında verilmiştir.

4.2.3.1. Sıfır Polinomunun Derecesi Üzerine

Öğretmen adayları senaryoyu bireysel inceledikten sonra öğretmen adaylarının grup tartışması öğretmenin böyle bir sınıf tartışmasını gerçekleştirmesindeki amaç sorgulanarak başlamıştır. Öğretmen adayları senaryoyu bireysel olarak incelediklerinde öğretmenin bu tartışmayı başlatma nedenini,

Selin, öğrencilerin sıfır polinomunun derecesi ile sabit polinomunun derecesini karıştırmaları nedeniyle sıfır polinomunun derecesinin tartışmaya açık bir durum olmasına (bkz. Şekil 11),



Şekil 11. Selin'in senaryodaki tartışmanın gerçekleşmesinin nedeni üzerine bireysel cevabı.

Gizem, öğretmenin öğrencilere *derece kavramını ezbere öğretmek istememesi* ve öğrencilerde genel olarak *sıfır polinomunun derecesi üzerine bir kavram karmaşası* olduğunu düşünmesine,

Kaan, öğretmenin *öğrencilerin sıfır polinomu ve polinomda derece kavramını anlayıp anlamadıklarını tespit etmek* ve *öğrencilerin kendi tartışırken sıfır polinomunun derecesini bulmalarını istemesine* ve

Ela ise *öğretmenin sıfır polinomunun derecesi üzerine öğrencilerdeki farklı düşünceleri ortaya çıkarmak istemesine*,

bağlamıştır. Öğretmen adaylarının öğretmenin böyle bir diyalog gerçekleştirmesi üzerine bireysel cevaplarından her birinin sıfır polinomunun derecesinin tartışmaya açık bir durum olduğunun farkında olduğu söylenebilir. Gerçekten, öğretmen adayları sıfır polinomunun tartışmaya açık bir durum olduğunu video incelemeleri sürecinde de belirtmiştir. Öğretmen adaylarının video-kaydı incelemeleri sürecinde bazı öğrencilerin sıfır polinomunu sabit polinom olarak ele aldıklarını ve sıfır polinomun derecesinin bütün doğal sayılar olabileceği üzerine öğrencilerden gelen farklı fikirleri fark ettikleri ve yorumladıkları tespit edilmiştir. Senaryoyu bireysel incelediklerinde öğretmenin sıfır polinomu üzerine böyle bir tartışma gerçekleştirmesinin nedenini kavramın matematiksel yapısına dikkatleri nedeniyle sıfır polinomunun derecesinin tartışmaya açık olmasına ve sıfır polinomunun derecesi üzerine

öğrencilerden gelebilecek sıfır polinomunun derecesine dair fikirlere dayandırdıkları söylenebilir. Öğretmen adayları öğretmenin tecrübeli olması nedeniyle öğretmenin öğrencilerin sıfır polinomunun derecesini belirlemede zorlanabileceklerini ve sıfır polinomu ile sabit polinomun derecesini karıştırabileceklerini bildiğini,

“G: Derece kavramı öğrencilerin ön bilgilerinde var. Bence, öğretmenimiz tecrübeli çünkü sıfır polinomunun derecesi hakkında öğrencilerin bir kavram karmaşası olduğunun farkında ve bunun için derece kavramını verdikten sonra 0 polinomun derecesine değiniyor. Ama bunu direk söylemek yerine bir tartışma ortamı oluşturuyor.

E: Sabit polinomun derecesini de biliyorlar bence çünkü öğrenciler orada karıştırıyor. Sabit polinomun derecesi sıfırdır. Sıfır polinom da sabit bir polinom olduğuna göre derecesi sıfırdır.

S: Aynen ben de öyle düşünüyorum. Öğrenciler sabit polinom ile sıfır polinomun derecesini karıştırıyorlar. Öğretmen bunu biliyor bence o nedenle böyle bir tartışma ortamı oluştu.

diyalogunda tartışmıştır. Gizem’in bireysel olarak da toplu tartışmada da öğrencilerin sıfır polinomunun derecesini karıştırdığını vurguladığı ve öğretmenin bu nedenle sınıfta tartışma ortamı oluşturduğunu düşündüğü görülmektedir. Gizem’in öğrencilerin polinomun derecesine dair bir karmaşa yaşadığının farkında olduğu ve bunun yanı sıra öğretmenin mesleki deneyimini vurgulayarak öğretmenin pedagojik yaklaşımını tanımlayan yaklaşımla sunduğu tespit edilmiştir. Gizem’in öğrencilerin derece kavramını bilmesini vurgulaması üzerine Ela öğrencilerin sabit polinom ve sıfır polinomu karıştırmaları nedeniyle sıfır polinomun derecesini sıfır olarak yorumladıklarını belirtmiştir. Selin bireysel olarak söz konusu senaryo üzerine yazılı verilerinin yanı sıra grup tartışmasında da öğretmenin öğrencilerin sıfır polinomunun derecesini sabit polinomun derecesi ile karıştırdığını bilmesi nedeniyle böyle bir tartışma ortamı oluşturduğunu dile getirmiştir. Kaan grup tartışmasında öğretmenin sınıf içi tartışma ortamı oluşturma nedeni üzerine herhangi bir yorum getirmezken, bireysel olarak cevabında öğretmenin öğrencilerin sıfır polinomu ve polinomlarda dereceyi ilişkilendirmeyi tespit etme amaçlı olarak böyle bir tartışma ortamı oluşturduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının senaryoda öğretmenin sıfır polinomunun derecesi üzerine sınıf içi tartışma ortamı oluşturmalarının nedenini sıfır

polinomunun derecesi için öğrencilerden gelen farklı fikirler ve öğretmenin deneyimi nedeniyle bu fikirleri biliyor olmasını vurgulayarak yorumladıkları söylenebilir. Öğretmen adayları yazılı senaryoda öğretmenin sıfır polinomunun derecesi üzerine tartışma ortamı oluşturmaya dair dikkat ettikleri durumları betimlemiş ve bu durumlar üzerine düşüncelerini dile getirmiştir. Dolayısıyla burada sıfır polinomunun derecesine dair sınıftaki tartışma ortamına yani kavramın yapısına dair farkındalıklarının tanımlayan yaklaşımla olduğu görülmektedir.

I. Öğretim Programı Odağında Kavramın Öğretimsel Olarak Açıklanması

Selin video incelemesinde sıfır polinomunu incelemesi sürecinde sıfır polinomun derecesi üzerine sorgulamalarını senaryo tartışması sürecinde diğer öğretmen adaylarıyla,

“Burada mesela öğrencilere şey derdim. İki polinomun toplamında derecesi kaçtır dediğimiz zaman büyük olan dereceyi alıyoruz ya da iki polinomun çarpımında yine üstlerini dereceleri topluyoruz. *Sıfır polinomu için mesela $0 \cdot x^{20} + 5 \cdot x^{10} = 5 \cdot x^{10}$ toplamının derecesi 20 olması gerekirken 10 bu bir çelişkidir.* Sürekli dereceleri değiştirdik yanlış çıkıyor, buradan da belirsizliğe gidebilir miyiz?”

cümleleriyle paylaşmıştır. Selin buradaki yorumunda sıfır polinomunun derecesinin belirsiz olması fikrinin polinomlarda toplamada sıfır polinomunun çelişkili bir durum olması ile öğrenciye açıklanıp açıklanamayacağını sorgulamıştır. Ela, Selin’in bu sorgulaması üzerine polinomlarda toplamının derece kavramının polinomlarda işlemlerden önce olmasını öğretim programını vurgulayarak öğrencilerin polinomlarda toplama için büyük dereceli terimin derecesinin toplamın derecesi olduğunu bilmiyor olabileceklerini “*Burada polinomlarda toplamayı bilmiyor olabilirler. Yani toplama için büyük olanın derecesi oluyor şeklinde bir genellemeye ulaşamamış olabilirler. Çünkü polinomlarda işlemler sonra müfredatta.*” ifadeleriyle açıklamıştır. Ela’nın öğretim programına dair açıklamada bulunmasının ardından Selin’in öğrencilerin polinomlarda toplamayı bilmeleri gerektiğini söylemesi üzerine öğretmen adayları arasında,

“G: Yok yok derece önce veriliyor.

K: Derece veriliyor, işlemler sonra.

G: Ama sana katılıyorum, Selin. O zaman öğretmenlerimiz ne yapmalı şimdi sıfır polinomunun derecesine karar verdiler, sonra işlemlere geçtiler toplama, çıkarma sonucunu bulmayı öğrendiler. O zaman da sıfır polinomunu görmüştük hani derecesinin belirsiz olduğuna ya da sonsuz değer alabildiğine karar vermiştik. O zaman böyle bir şeyleri topladığımızda nasıl oluyor? Demek ki bir istisnamız var. Yani sıfır polinomunu göz ardı etmeyeceksiniz.”

diyalogu gerçekleşmiştir. Gizem ve Kaan'ın derecenin işlemlerden önce verildiğini belirtmesi üzerine Gizem sıfır polinomunun toplamada öğretmenin sıfır polinomunun farklı olduğunu belirtmesi gerektiğini ifade etmiştir. Burada öğretmen adaylarının birbirlerinin düşüncelerini sorgulamaları üzerine öğretim programını dikkate alarak sıfır polinomunu işlemlere nasıl dâhil edeceklerini sorguladıkları görülmektedir. Öğretmen adayları Selin'in dikkat ettiği kavramın matematiksel yapısı olan sıfır polinomunun işlemlerdeki yeri üzerine sorgulamalarını,

“E: Polinomlarda toplamının tanımı genel olmayacak o zaman.

S: Aynen, bu da farklı bir yol gibi. Polinomlarda toplamayı öğrendikten sonra “ $0 + 9x^6 = 9x^6$ ” o zaman bunun derecesi (0'ın derecesi) 6 veya 6'den küçük olmalı. Böyle bir yorum çıkıyor ortaya. Bu aklımda ve öğretmen olsam ben bunu sorgulatırım kesinlikle.

K: $P(x)$ ve $Q(x)$ sıfır polinomundan farklı olmak üzere dememiz gerekiyor.

G: Zaten bir şey diyeceğim işlemlerde zaten polinomlar sıfırdan farklı diye başlamıyor muyuz?

S: Bölmede $\frac{P(x)}{Q(x)}$, $Q(x)$ sıfırdan farklı diyoruz.

K: Cebirde diyoruz işlemlerde $P(x)$ ve $Q(x)$ sıfırdan farklı diye. Ama lisede yoktu?

A: Cebir dersinde polinomlarda toplamayı tanımlarken sıfırdan farklı mı alıyoruz polinomları?

G: İşte öyle hatırlıyorum. Lisede de verilebilir.

S: Aynı tartışmayı çarpmada da yapabiliriz. Öğrenci böylece biraz daha düşünebilir. Ama polinomlarda işlemlerin derecenin öncesinde verilmesi sıfır polinomunun derecesini bulmak için daha iyi bir adım gibi geliyor bana.

E: Bence bu karmaşa oluşturabiliyor. En güzeli $0 \cdot x^1$ de $0 \cdot x^{15}$ de sıfır polinom. Sıfır polinomunun derecesinin sonsuz tane değer alabileceğini düşünmeleri bana en iyi en açık geliyor. Bunu sorgulatmak en iyi yol geliyor.

A: Neden en iyi yol bu?

E: Burada $0x^{20}$ olduğu için 0'ı doğrudan toplamada derecesine dikkat etmez ki.

S: Değiştiririm $0 \cdot x^{20}$, $0 \cdot x^{10}$ falan derim.

K, E: *Sıfıra eşit ama onlar.*

(...)

G: Selin'in dediği şu, atlanılan konu şu toplamada *her zaman büyük dereceli terimin derecesini alamam böyle bir şey de var.*

S: Aynen toplama da sıfır polinomu istisna gibi. *Ben burada bir bilişsel çatışma yaşasınlar istedim açıkçası sıfır polinomunun derecesi ile ilgili.*

K: Ben de şey düşünmüştüm. *Sıfır polinomun derecesini tartıştıktan sonra toplama geçilince bu soru sorulabilir cidden. Çünkü öğrenciyle sıfır polinomunun derecesini de tartıştık. Ne olduğunun kararına da bağladık. Eee toplamının tanımında da böyle verdik. Ama sıfır polinomundan farklı diye söylersek zaten $P(x)$ ve $Q(x)$ sıfırdan farklı aldığımız için bu tartışmaya giremeyiz. Peki bunları neden sıfırdan farklı aldığımızı göstermek için buna girebiliriz.*

S: İstisnai bir durum yaratıyor.

K: [...] Hıı hıı. *Bu sıkıntıya düşebilir şeklinde olabilir. Birleştirme kısmında bunu bu şekilde sormayacağımız için çünkü $P(x)$ ve $Q(x)$ sıfırdan farklı dediğimizde, sadece neden sıfırdan farklı aldığımızı tartışabiliriz.*

G: Sıfır olsa ne olur?"

şeklinde devam ettirmiştir. Öğretmen adaylarının yukarıda verilen toplu tartışmalarına dair alıntıdan polinomlarda işlemlerde sıfır polinomunun ayrı olarak ele alınması gerektiğini düşündükleri çıkarımında bulunulabilir. Selin öğrencilerin bilişsel çatışma yaşaması adına öncelikle polinomlarda işlemlerin verilmesi daha sonra istisnai bir durum olan sıfır polinomun derecesinin sorgulanması gerektiğini belirtmiştir. Burada Selin öğrencilerin anlaması açısından sıfır polinomun derecesinin belirsiz olduğu fikrine ulaşmanın işlemlerle daha kolay olduğunu vurgulamıştır. Ela ve Kaan ise sıfır polinomunun derecesini bilen öğrenciler için polinomlarda işlemlerde sıfır polinomunun sorgulanması gerektiğini açıklamıştır. Öğretmen adayları sıfır polinomunun derecesini öğretime nasıl aktaracaklarını sorgulamıştır. Selin'in dikkat ettiği durum öğretmen adaylarının de dikkatini çekmiş dolayısıyla her biri bu durum üzerine nasıl bir yol izlenebileceğine dair düşüncelerini ortaya koymuştur. Gizem genel olarak matematiksel durum üzerine yorumlarını tanımlayan bir yaklaşımla sunmuş diğer öğretmen adayları düşüncelerini açıklayan yaklaşımla sunmuştur.

4.2.3.2. 'xy + 2' İfadesinin Bir Polinom Belirtip Belirtmediği Bilişsel Çatışması Üzerine

Öğretmen adayları iki belirsizli polinomların genel ifadesinin ne olacağı üzerine toplu görüşmeyi sürdürmüşlerdir. Ela ve Gizem iki belirsizli polinomların genel ifadesini tartışırken $x^0y^0 + x^1y^1 + x^2y^2 + \dots$ şeklinde iki belirsizin de üslerin eşit olup olmayacağına dair fikir yürütmüştür. Ayrıca Ela iki belirsizli polinomların derecesinin ne olacağını sorgular nitelikte “*Hocam şimdi böyle yazıyoruz ya, burada xy üstleri 1. Eğer ben bunu 3. dereceden yazmak isteseydim x^3y^3 mesela bu şekilde mi yazmam gerekirdi?*” şeklinde bir soru yöneltmiştir. Selin bu soru üzerine 2 belirsizli polinomları hatırlamış ve bu polinomların derecesinin ne oluşu üzerine “Yooo eşit olması gerekmez. *Şimdi hatırladım 2 belirsizli polinomda dereceleri üsleri toplayarak buluyorduk.*” şeklinde hatırladığı durumu ortaya koymuştur. Selin’in bu ifadesine ikna olmayan Ela derecenin nasıl bulunduğunu sorgulamış Selin bunun nedenini bilmediğini belirtmiştir. Aşağıda verilen öğretmen adaylarının grup tartışmasından bir kesitte Selin’in sadece iki belirsizli polinomlarda dereceyi bulmak için bir yol sunmuş ancak sunduğu bu yolun nedenini,

“E: Polinomların derecesini tartışmamız lazım. Bu polinomsa (xy + 2 ifadesini gösterir) hani polinom. Bir derecesi olması lazım. O zaman derecesi ise,

G: Eşit olması gerekir mi? xy toplamı da dereceyi veremez mi? En büyük xy toplamı? (...)

S: İşte onu diyorum ben de üstleri topluyoruz polinomun derecesi üstlerin toplamının en büyük olduğu sayı. Benim sadece sorularda çözdüğümüzde aklımda kalmış. Ama nedenini bilmiyorum.”

diyalogundaki biçimiyle açıklamıştır. Selin burada iki belirsizli polinomdaki iki belirsizin üslerinin aynı olmak zorunda olmadığını ve iki belirsizli polinomların derecesinin belirsizlerin üsleri toplamı olduğunu belirtmiş ancak bunların nedenini sorgulamamıştır. Selin’in iki belirsizli polinomların genel ifadesini düşünmekten ve derecesini sorgulamaktan ziyade lise öğreniminde duyduğu ve tartışırken hatırladığı zihninde olan kalıp düşüncelyi sunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarından burada iki belirsizli polinomların genel ifadesini binom açılımından ya da $(\sum_{i=1}^n a_i x^i)(\sum_{j=1}^m y^j)$ çarpımından elde edilebileceğini ve

bu genel ifadelerden de derecenin üstlerin toplanarak bulunabileceğini sorgulamaları beklenmiştir. Bu durumu sorgulamaları üzerine sınıf içi tartışma şeklinde sunulan senaryo üzerine yorumları daha geniş bakış açısı ile olabilecekken bu durumu sorgulamamaları nedeniyle sundukları yorumların daha kısıtlı ve ezbere açıklamalar içerdiği görülmektedir. Dolayısıyla Selin'in kavramın matematiksel yapısı üzerine yorumlarından sadece geçmişten basmakalıp bilgisini sunduğu, dikkat ettiği durumu öğrencilere nasıl sunulabileceği ve iki belirsizli polinomlarda derecenin nasıl bulunmuş olabileceği üzerine düşünmediği söylenebilir. Selin'in burada arkadaşlarından gelen sorgulamalarla iki belirsizli polinomların genel ifadesine ve derecesine odaklanmış ancak bu durumlar üzerine yorum getirmemiştir. Selin'in senaryoda dikkat ettiği matematiksel durum üzerine farkındalığının düşük olmasının nedeni iki belirsizli polinomlar üzerine sınırlı deneyimlerinden kaynaklı olabilir.

I. İki belirsizli polinomda kalan bulma

Selin, iki belirsizli polinomların varlığını hatırladıktan sonra iki belirsizli polinomlarda *kalan bulma* fikrini dile getirmiş ve burada sadece zihninde olan soru işaretlerini ortaya koymuştur. Bunun üzerine öğretmen adayları bölme algoritmasından faydalanan iki belirsizli bir polinomun $Q(x, y) = (x - a)(y - b)$ polinomuna bölümünden kalanın nasıl bulunabileceğini sorgulamıştır. Aşağıda öğretmen adaylarının bu durum üzerine tartışmalarına yönelik bir kesit

(...)S: O zaman $P(x)$ diye bu şekilde tanımlanırken neden $P(x, y)$ diye neden bir şey tanımlanmıyor. Sonra mesela polinomlarda x yerine sıfır koyduğumuz zaman amacımız kalanı bulmak değil mi? Burada *nasıl kalanı* bulacağız?

G: Sıfıra sıfır (0,0).

S: Sıfıra sıfır mı koyacağız? O zaman hani çarpım durumunda yazmak istesek $(x - 2)$.

G: Birine sıfır versem burayı sıfırlar ki. İkisine de sıfır vermeye gerek yok. Çarpım durumundalar çünkü.

K: Acaba öyle mi? Yoksa iki değişkenli polinomda şey de mi var? Sadece $x^i + y^j$ lerde mi var? [...]

S: Mesela $P(2) = 0$ için bizim ilk düşündüğümüz ne? $(x - 2)$ nin $P(x)$ in bir çarpanı olduğu. Ama bunun için $(x - 2) \cdot (y - 2)$ tarzı bir şey yazmamız gerekiyor. (...)

mesela x için 2 koyduğumuz zaman otomatik olarak $(x - 2) \cdot (y - 2)$ ifadesi sıfırlanıyor o zaman y için $(y - 2)$ dememize gerek yok ki. [...]

S: Ben şunu demek istiyorum ben buraya 2 koyduğum zaman amacım sıfır bu şekilde kalanı bulmak ya amacım. Ben burada $(y - 2)$ demesem bile ben *buraya* $(y - 10)$ diyeyim mesela x yerine 2 koyduğum an bu otomatik olarak sıfırlanır ki $(y - 2)$ nin garantisi yok yani. Anlatabildim mi?

şeklinde gerçekleşmiştir. Öğretmen adayları Selin'in odaklandığı iki belirsizli polinomlarda kalan bulmanın nasıl olacağı durumu üzerine tartışmalarında iki belirsizli polinomun genel ifadesini ortaya koyamamaları nedeniyle bölünen polinom ve bölen polinom arasında ilişki kuramamışlar dolayısıyla bir karmaşa yaşamışlardır. Selin düşüncesini bir $P(x)$ polinomu verildiğinde $P(2) = 0$ olması durumunda $(x - 2)$ nin $P(x)$ in bir çarpanı olduğu çıkarımında bulunabildiklerini ancak iki belirsizli bir polinomda bölümün $(x - 2) \cdot (y - 2)$ olması durumunda x yerine 2 koyulması durumunda $(x - 2) \cdot (y - 2)$ ifadesinin sıfırlanacağını dolayısıyla $(y - 2)$ nin kalan bulma için bir önemi olmadığı şeklinde belirtmiştir. Selin burada iki belirsizli polinomlarda kalanın nasıl bulunacağını sorgulamış ve iki belirsizli bir polinomu $(x - 2) \cdot (y - 2)$ veya $(x - 2) \cdot (y - 10)$ polinomlarına bölerken kalanı bulma arasında bir fark olmadığını belirtmiştir. Selin burada dikkat ettiği matematiksel durum üzerine fark ettiği durumu betimleyen bir yaklaşımla sunmuş ancak bu durum üzerine kesin karar veremediği için kendi düşüncelerini sorgulayan açıklamalarda bulunmuştur. Diğer öğretmen adayları da iki belirsizli polinomlarda temel işlemlere geçmenin iki belirsizli polinomların genel ifadesinin ne olduğunun belirlenmesi ile çözülebileceğini düşünmüş ve bunun üzerine tartışmayı sürdürmüştür. Öğretmen adaylarının kavramın matematiksel yapısı üzerine yorumlarının tanımlayan yaklaşımlardır.

4. 3. Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Uygulaması Dersi Sürecinde Polinom

Kavramı Bağlamındaki Deneyimlerine Dair Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının öğretimlerinde öğrenci düşünmelerini işe koşmalarını ve kendi öğrenme- öğretme süreçleri üzerine düşünmelerini sağlayacak önemli deneyim fırsatlarından birinin “öğretmenlik uygulaması” dersi olduğu belirtilmektedir (Grossman,

vd., 2009). Bu çalışma kapsamında “öğretmenlik uygulaması” dersi sürecinde öğretmen adaylarının polinom kavramı bağlamında farkındalıkları; (a) bireysel hazırladıkları ders planları üzerine adayların grupça tartışması, (b) ders planında yer alan etkinliklerin, sorulacak soruların hazırlanması esnasında ve uygulanması sonrasında adayların yaptığı tartışmalar, (c) planın uygulandığı kayda alınmış derslerin bireysel video incelemeleri aracılığıyla araştırılmıştır. Öğretmen adaylarının “öğretmenlik uygulaması” dersi sürecinde dikkatlerini çeken uyaranlar ders planı hazırlama sürecindeki tartışmalarından, kendi sınıf içi uygulamalarından, sınıf içi uygulamalar üzerine tartışmalardan kaynaklanmıştır. Öğretmen adaylarının üzerinde durdukları uyaranlar öğretmen adaylarının ders planları üzerine tartışmalardan diyalog kesitleri, sınıf içi uygulamalarından öğrenci/ öğretmen adayı söylemleri veya uygulamaları sürecinde sınıf içi tartışmalardan diyalog kesitleri aracılığıyla altı çizili olarak paylaşılmıştır. Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması sürecine dair farkındalıklarından elde edilen veriler (i) öğrencilerin matematiksel düşünmelerine, (ii) öğrenme ve öğretme süreçlerine ve (iii) kavramın matematiksel yapısına ve öğretimi bağlamındaki yapısına dair farkındalıkları olmak üzere üç ana başlıkta sunulmuştur.

4.3.1. Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünmelerine Dair Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının “öğretmenlik uygulaması” dersi sürecinde öğrencilerin matematiksel düşünmeleri üzerine dikkat ettikleri veya doğrudan karşılık verdikleri ya da karşılık verme biçimlerine dair kararlarını sorguladıkları birim fikirler matematiksel ilişkilendirme, matematiksel akıl yürütme, matematiksel iletişim, öğrencilerin polinomlara dair kavrayışları alt başlıklarında sunulmuştur.

4. 3. 1. 1. Matematiksel İlişkilendirme

Öğretmen adaylarının “öğretmenlik uygulaması” dersi sürecinde matematiksel ilişkilendirmeye dair dikkat ettikleri birim fikirler, kavramlar arası ilişkilendirme ve farklı temsiller arasında ilişkilendirme olarak tespit edilmiştir.

I. Kavramlar arası ilişkilendirme

Öğretmen adaylarının genel olarak polinom ve fonksiyon kavramları arası ilişkiye; özdeşlik, polinom ve denklem arasındaki ilişkiye ve polinomun öncül matematiksel kavramlarla (üssü ifadeler, dört işlem, binom açılımı) ilişkisine odaklandıkları belirlenmiştir. Bu durumlar üzerine yorumlarında adayların kavramın matematiksel yapısı ve öğrenme ve öğretme süreci üzerinde de durdukları belirlenmiştir.

- *Fonksiyonlarda değişkene polinomlarda belirsiz değer atama*

Dört öğretmen adayı da ders planı hazırlama sürecinde polinomlarda belirsiz değer atama durumu üzerinde durmuştur. Öğretmen adayları fonksiyonda değişken yerine değer atama ile reel sayılar halkasından reel sayılara tanımlanabilecek polinom tipli fonksiyonlar aracılığıyla polinomlarda belirsiz değer atanabileceği sonucuna ulaşmıştır. Öğretmen adayları polinomlarda sabit terimi belirlerken polinomdaki belirsiz sıfır atanması ve katsayılar toplamını hesaplarken de belirsiz 1 sayısının atanması gerektiği fikrinin öğrencilerde oluşmasını sağlayacak şekilde bir ders planı hazırlamıştır. Ela grupça tartışarak hazırladıkları bu ders planı bağlamında polinomlarda sabit terim ve katsayılar toplamını bulma üzerine sınıf içi öğretimde sorduğu “ $P(x + 1) = x^{10} - 4x + 1$ polinomu veriliyor o zaman $P(x)$ polinomunun sabit terimini bulunuz.” sorusu üzerine,

“E: Arkadaşınız (Ö1_B¹¹) kavramlar arası benzerlikten yola çıktı akıl yürüttü sonucu da buldu değil mi? Şimdi arkadaşlar, arkadaşınız burada niye içeriye –1 vererek sıfıra eşitledi?

Ö2_B: Ama bu polinom niye fonksiyon olsun? (Ela duymaz)

Ö3_B: Sabit terimi bulmak için.

E: Amacım sabit terimi bulmak ama hangi sabit terimi?

BT: P(x) in sabit terimi. (10-B sınıfı/ 7.04.2017/ 08:12)”

şeklinde gerçekleşen sınıf içi diyalogda bir öğrencinin $P(x + 1)$ polinomunda x belirsizi yerine “ $x - 1$ ” koymasını polinomu fonksiyon kavramına benzetmesi olarak yorumlamıştır. Ela sınıf içi sunumunda Ö1’in polinomlarda belirsiz değer atamayı fonksiyonlarla ilişkilendirerek yaptığını belirtmiştir. Ela’nın burada karşılık verme bileşeni bağlamında Ö1_B’in düşünmesini “burada niye içeriye –1 vererek sıfıra eşitledi?” ifadesiyle öğrencinin fikrini açmaya çalıştığı görülmektedir. Ancak Ela ilerleyen süreçte kendi zihninde $P(0)$ ı elde etme düşüncesi olduğu için, öğrencileri $P(0)$ ı belirlemeye yönlendirmiştir. Ela ders anında Ö1_B’nin kavramlar arası benzerlik olarak yorumladığı durumu söz konusu derse ait video-inceleme sürecinde araştırmacının “buraya kadar değinmek istediğin, dikkat ettiğin bir durum var mı?” soruları üzerine “Ö1_B burada polinomu fonksiyonla ilişkilendirip oradaki sabit terimde sıfır yazdığımızı varsaydı oradan çıkararak yaptı. Ben burada öğrencinin bir kavramdan bir kavrama geçiş yapmak istediğini düşündüm derste. Fonksiyon kavramı bilgisiyle sorduğum soruyu çözdüğünü düşünüyorum.” şeklinde tekrar dile getirmiştir. Ela’nın burada dikkat ettiği durum öğrencinin kavramlar arasında belirsiz ve değişkene değer atama benzetmesi şeklinde bir ilişki kurmasıdır. Ela öğrencinin soru çözümünün kavramlar arası ilişkiden kaynaklandığını tanımlayan bir yaklaşımla ifade etmiştir. Ela başka herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Araştırmacının “Ö1_B’nin kavramlar arası ilişkiyi nasıl kurdu, sence?” sorusu üzerine Ela “Öğrenci fonksiyonlarda bileşke fonksiyonun mantığını bildiği için elde ettiği polinomda x yerine 1 koyarak çözüyor.” şeklindeki

¹¹ Öğretmen adayları Ankara’da bir Anadolu lisesinin 10-B ve 10-D eşit ağırlıklı sınıflarında “öğretmenlik uygulaması” derslerini yürütmüştür. 10-B sınıfındaki öğrenciler Ö1_B, Ö2_B,.. şeklinde, 10-D sınıfındaki öğrenciler ise Ö1_D, Ö2_D,... şeklinde kodlanmıştır.

açıklaması ile öğrencinin fonksiyonlardaki bileşke fonksiyon mantığı ile x yerine ' $x - 1$ ' koyduğunu düşündüğü tespit edilmiştir.

Bir öğrenci "ama bu polinom niye fonksiyon olsun" şeklinde tepki vermiş ancak Ela bu durumu öğretim anında duymamıştır. Ela kendi öğretimini incelemesi sürecinde bu öğrencinin (Ö2_B'nin) düşünmesini yorumlamaktan ziyade bunun bir polinom olduğunu belirten öğrenciye nasıl karşılık vereceğini,

"Burada öğrencinin *öylesine söyleyip söylemediğini anlayamıyorum*. Eğer dalgasına söylediye ki *bence öyle öğrenci çok ilgili değil derslere* normalde. Ama cidden söylediye düzeltilmesi gerekiyor olabilir. *Bu iki kavramın ayrı kavramlar olduğu vurgulanmalı, bu polinomun tanımı bu fonksiyonun tanımı bu şekilde verilmeli*. Aslında ayrı kavramları inceliyoruz *sadece kavramlar arası benzerlikten yararlanarak akıl yürütebiliriz* derdim herhalde. Burada zaten *polinomun sabit terimini sorduğunu vurgulardım*."

cümleleriyle paylaşmıştır. Ders anında öğrencinin "bu polinom neden fonksiyon olsun?" cümlesini duymayan Ela video-inceleme sürecinde bu öğrenciye nasıl karşılık vereceği üzerinde durmuştur. Ela'nın yorumundan öğretimine öğrencinin düşünmesini tekrar etme şeklinde devam edebileceği söylenebilir. Ela burada herhangi bir matematiksel açıklamada bulunmamış, sadece öğrencilere polinom ve fonksiyonun farklı kavramlar olduğunun vurgulanması gerektiğini belirtmiştir. Ela'nın buradaki açıklamalarının tanımlayan yaklaşımla olduğu görülmektedir.

II. Farklı gösterimler (temsiller) arası ilişkilendirme

Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında tartışmaları süreçlerinde ve sınıf içi uygulamalarında sözel ifade ve sembolik gösterim (temsiller) arasında ilişki kurmaya dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Örneğin, polinomun kökü kavramını sunarken Gizem ve Kaan polinomun kökünün öğretimi gereği sıfırdan farklı bir $P(x)$ polinomunun bir kökü a ise $P(a) = 0$ gösterimi ile " $x - a$ " $P(x)$ polinomunun bir çarpanıdır söyleminin aynı matematiksel ifadelerin farklı gösterimlerini temsil ettiğini vurgulamıştır. Bu durumu, Kaan öğrencilerin anlamlı öğrenmesi için matematiksel dil kullanımına dikkat edilmesi ve farklı gösterimlerin de anlamının öğrencilere verilmesi gerektiği şeklindeki düşüncesini,

“Öğrencilerin anlamlı öğrenmesi için polinomlarda polinomun kökünü bulunurken aslında buradaki matematiksel ifade bir denklem olursa *denklemin çözümü*, polinom olursa *polinomun kökü* olduğu vurgulanmalı. Ayrıca verilen bir $P(x)$ polinomunda $P(3) = 0$ ise 3 *ün polinomun bir kökü olmasıyla* $(x - 3)$ *ün polinomun bir çarpanı olmasının birbirine denk gösterimler* olduğu öğrenciye vurgulanmalı.”

cümleleriyle açıklamıştır. Kaan’ın alıntısındaki ifadelerinden denklem gösterimi ile çarpan olma ifadelerinin ilişkilendirilmesi gerektiği üzerinde durduğu görülmektedir. Kaan buradaki açıklamasında öğrencilerin anlamlı öğrenmesi için farklı gösterimlerin sözel ve sembolik ifadelerin farkında olmaları gerektiğini vurgulamıştır. Gerçekten, Kaan’ın diğer deneyim fırsatları sürecinde de “öğretmenlik uygulaması” deneyimi sürecinde de genel olarak matematiksel dile ve sembolik gösterime dikkat eden bir öğretmen adayı olduğu söylenebilir. Gizem “sabit polinom” üzerine ders planı hazırlarken diğer öğretmen adayları gibi sabit polinomun öğrencilere “ x belirsizine bağlı olmayan, derecesi sıfır olan polinom” şeklinde tanıtılması gerektiğini vurgulamıştır. Gizem kendi sınıf içi uygulamasının video-kaydını incelemesi esnasında öğrencilerden gelen “sabit polinomda x li terim yoktur” söylemlerine dikkat etmiştir. Öğrencilerin böyle bir kavram imajıyla sabit polinomu zihinlerinde kodladıkları söylenebilir. Gizem bu duruma dikkatini “Kendi zihinlerinde *sabit polinomu x in olmadığı diye kodlamaları zihinlerinde canlandırmaları için olabilir* gibi geliyor bana. x^0 olduğunu bilmemeleri sabit polinomun tanımına dair bir yanlışlı oluşturmayabilir gibi geliyor ama sıfır polinomunu algılamaları sabit polinomdan ayırmaları için *sabit polinomun nasıl ifade edildiğini bilmeleri gerekiyor. Sıfır polinomunun özel bir sabit ama derecesinin belirsiz olduğunu bilmeleri gerekir. Sabit polinom için de x yoktur şeklinde kodlarsa sabit polinomun derecesi yoktur diye kodlayabilirler.*” şeklinde dile getirmiştir. Gizem’in yorumundan öğrencilerin sabit polinomunun zihinlerinde x li terim yoktur sözel ifade olarak $P(x) = ax^0$ şeklinde sembolik olarak da bilmeleri gerektiğini düşündüğü söylenebilir. Burada Gizem’in sabit polinomu öğrencilerin sözel ifade etmelerinin yanı sıra sembolik olarak da ifade etmeyi ilişkilendirmeye dikkat ettiği görülmektedir. Bunun nedenini ise öğrencilerin sabit polinom ve sıfır polinomu karıştırmamaları olarak ifade etmiştir. Karşılık verme bağlamında ise Gizem’in öğrencilerin düşüncelerini düzeltereği yönünde bir izlenim oluşmaktadır.

4. 3. 1. 2. Matematiksel Akıl Yürütme

Matematiksel akıl yürütme, eldeki mevcut bilgilerden hareketle matematiğin tanım, sembol gibi kendine özgü araçlarını, tümdengelim ve tümevarım, analogi, sebep sonuç arasında bağ kurma, ayırıştırma (analiz), çıkarım yapma, formüle etmek gibi düşünme tekniklerini kullanarak yeni bilgiler elde etme süreci olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2015). Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması derslerindeki uygulamalarında öğrencileri tanımaya başlamaları ve polinomlar konusuna daha fazla dâhil olmaları nedeniyle matematiksel akıl yürütmeye dikkat ettikleri söylenebilir.

I. Formüle etme (algoritma oluşturma)

Ela'nın sabit terim ve katsayılar toplamını bulma dersinde " $P(x - 2) = x^3 - 5x^2 + 4x + 8$ polinomu veriliyor $P(x + 3)$ ün sabit terimini bulunuz." sorusu üzerine,

“Ö2_B: İçeriği sıfır yapsam?

E: İçeriği sıfır yapmak farklı orada $P(x)$ in sabit terimini bulurken içeriği sıfır yapıyoruz. Burada $P(x + 3)$ soruluyor.

Ö4_B: Küp açılımını nasıl yapıyoruz?

E: Açmama gerek var mı? $P(x - 3)$ ün sabit terimini bulurken ne yapıyorum var ya tahtada.”

şeklinde gerçekleşen sınıf içi diyalogunda Ela öğrencilerin $P(x + 3)$ polinomunu belirlemeden ya da $P(x - 2)$ polinomunda x yerine " $x + 5$ " yazmadan çözüme nasıl ulaşacaklarını sorgulamıştır. Ancak birkaç öğrenci dışında öğrenciler $P(x + 3)$ ü elde etmeye çalışmıştır. Ela burada dikkatini çeken bir öğrencinin çözüme pratik bir yol üretememesi durumunu " $P(x - 2) = x^3 - 5x^2 + 4x + 8$ polinomu veriliyor. $P(x + 3)$ ün sabit terimi soruluyor. Öğrenci de x yerine " $x + 5$ " yazma fikri var $P(x + 3)$ ü belirleyecek. Bir de ' $P(x + 3)$ ü bulmadan doğrudan geçiş yapabilir miyim sabit terime?' şeklinde soruyor bir öğrenci. Ben de tahtadaki örneği göstererek cevaplıyorum. $P(x + 1)$ in sabit terimini sorunca x yerine 0 yazıp $P(1)$ i bulmam gerekiyor. Ama öğrenci ısrarla içeriği sıfır yapmayı planlıyor.” şeklinde ifade etmiştir. Ela tahtada duran bir örnek üzerinden öğrenciyi yönlendirmesine rağmen öğrenci ısrarla $P(0)$ ın bulunması gerektiğini belirtmiştir. Birkaç öğrenci de $P(x + 3)$ ü elde etme eğilimindedir. Burada Ela dikkat ettiği durumu tanımlayan

yaklaşımına ortaya koymuştur. Ela öğrenciye karşılık verme bağlamında öğrenciyi doğru cevaba ulaşması, pratik bir çözüm yolu bulması şeklinde yönlendirmiştir. Ancak Ela'nın beklediği pratik cevaba ulaşamayınca öğrencilerin akıl yürütmelerine dair farkındalığını,

“E: Öğrenciler illa $P(x + 3)$ ü görmek istiyorlar. Biz $P(x + 3)$ ü yazınca öğrenciler net görmüş olacak sabit terimi buymuş diyecek.

A: Ö1_B fonksiyonla ilişki kurup çözdü dedin. Bunu diğer öğrenciler yapamaz mıydı?

E: Bence öğrenirken bir şeye odaklanıyoruz, *tek bir noktaya diğer bağıntı kurabileceğimiz şeyleri düşünmüyoruz*. O konuyu öğreniyorsak o konu başka yok burada polinom, buna *denklem çözme*ydi, *fonksiyon*du, *ne bileyim farklı bakamıyorum*. *Ya da akıl yürütemiyorum ne yapmam gerekiyor diye*. Mesela ilköğretimde problem çözmede verilenler istenenler yazıp çözüyordum. Bunu denklem çözerken de yapabilirim verilenler var istenen ne böyle çözebilirim aslında. *Buradaki soruya bakınca öğrenci ne verildiğini görmüyor ilk başta ne istenildiğini oradaki problem çözme stratejisiyle ilişkilendirse belki daha rahat ilerleyecek. O ilişkilendirmekten, polinomla ilişkilendirmekten kaçıyor. Sanırım matematiğe bütüncül bakmak gerekiyor. Yani geniş bakış açısıyla düşünmüyor*.

A: Sen o anda böyle bir karar verip öğrenciyi bu şekilde yönlendirsen nasıl olurdu?

E: Ben düşünemedim hocam. Tahtada çözmelerine izin vermeyebilirdim belki. *Bir de pratik çözüme ulaşmalarında biraz daha zorlamam akıl yürütmelerini sağlamam gerekiyordu. Yani öğrencileri biraz daha zorlayıp pratik yoldan $P(x + 3)$ ün sabit terimini bulmaları için $P(3)$ ü bulmaları gerektiğini bulmalarına yönlendirmem gerekiyordu. Çünkü açıp görmeleri sınıfça zaman kaybına uğramamıza sebep oldu.*”

diyalogundaki şekliyle sunmuştur. Ela burada öğrencilerin ilköğretim yaşantısındaki problem çözme deneyimlerine dayanarak verileni ve istenileni belirlemeleri yoluyla akıl yürütebilecekleri üzerinde durmuştur. Ela kendi öğretimine ait video-kayıt inceleme sürecinde öğretim anında öğrencileri derse pratik yoldan çözüme ulaşmaları için onları yönlendirebileceğini belirtmiştir. Ela'nın buradaki ifadelerinin matematiksel detay içermekten ziyade daha çok betimleyen bir yaklaşım sergilediği belirlenmiştir. Ela sınıf içi uygulamasının ilerleyen sürede öğrencilerin soru çözümünde zorlanmaları üzerine tekrar öğrencilerin pratik bir yol arama şeklinde akıl yürütmeleri gerektiğine dair düşüncesini,

“E: Bütün öğrenciler inatlaşıyordu ya *açalım açalım diye ama işlemlerde zorlanıyorlar. İşlemler karışık ve uzun diye şikayet ediyorlar* şimdi.

A: Sen zaten açmasınlar diye böyle sormuştun diye hatırlıyorum.

E: Evet amacıma yönlendirmekti. Burada $(x + 5)$ in küpünü açacaklar sonra karesini alacaklar ben yapmazlar diye pratik yol ararlar diye düşünüyordum. Ben de ısrarla diyorum ki gerek yok zaten sıfır koyunca orada hani sıfır koyup bulabiliriz diyorum. $P(3)$ ü bulacağız diyorum. Daha sonra onlarda fark etti bu yolun uzun diğerinin daha kolay olduğunu tabi.

A: Sıfır koyunca derken neyi kastediyorsun?

E: $P(x - 2) = x^3 - 5x^2 + 4x + 8$ de öğrenciler x yerine $x + 5$ koyup $P(x+3)$ ü buluyorlar ya burada açmadan $P(x + 3) = (x + 5)^3 - 5(x + 5)^2 + 4(x + 5) + 8$, x yerine sıfır koymalarını kastediyorum.”

şeklinde tekrar ifade etmiştir. Ela burada öğrencilerin soru çözümünde zorlanınca pratik bir yol arama eğilimiyle akıl yürüttüklerini belirtmiştir. Ela öğrencilerin ikna olmaları için iki yolu da denemeleri gerektiğini düşünse de öğrencilerin soru çözümünde zorlanmaları nedeniyle pratik bir yol arama eğilimlerinde olduklarını vurgulamıştır.

II. Genelleme Yapabilme (Kural Elde Etme)

Öğretmen adayları ders planı hazırlama süreçlerinde sabit terimi, katsayılar toplamını, çift veya tek dereceli terimlerin toplamını hesaplamaları için öğrencilerin bir kural elde edip bunu tüm polinomlara genellemesini beklediklerini belirtmiştir. Adaylar grup tartışmalarında sabit terim ve katsayılar toplamı için öğrencilerin belli örnekler üzerinden soyutlama yaparak, üstelik polinomlarda çift dereceli veya tek dereceli terimlerin toplamını bulurken öğrencilerin ispat yapma becerileri üzerine dikkatlerini sunmuştur. Öğretmen adayları verilen bir polinomun sabit terimini ve katsayılar toplamını bulma üzerine ders planı hazırlama sürecinde farklı polinomlar aracılığıyla öğrencilerin kendilerinin kural bulabileceği üzerine tartışmıştır. Gizem ve Selin doğrudan sabit terimi nedir yerine “*Sabit terim hakkında ne söyleyebiliriz? Neden?*” şeklinde sorularla öğrencilerin sabit terimin x belirsizinden bağımsız olduğu şeklinde genellemeye ulaşmaları gerektiğini vurgulamaları üzerine öğretmen adayları ders planlarında,

“1) $P(x) = 4x^3 - 3x^2 + 7x + 2$ polinomunun sabit terimi hakkında ne söyleyebiliriz?

$P(x) = (x + 2)^2$ polinomunun sabit terimi hakkında ne söyleyebiliriz?

2) $P(x) = (4x^3 - 3x^2 + 7x + 2)^7$ polinomunun sabit terimi hakkında ne söyleyebiliriz?

3) $P(x + 1) = x^{10} - 4x + 1$ olmak üzere $P(x)$ polinomunun sabit terimi kaçtır?

1.yol

2.yol

4) $P(x - 2) = x^3 - 5x^2 + 4x + 8$ olmak üzere $P(x + 3)$ 'ün ve $P(x - 3)$ 'in sabit terimini bulunuz.”

şeklinde sorulara yer vermiştir. Öğretmen adayları öğrencilerin bu sorular aracılığıyla $P(x)$ in sabit terimi sorulduğunda $P(0)$ ı bulmaları gerektiği $P(x + a)$ nın sabit terimi sorulduğunda $P(a)$ nın bulunması gerektiği şeklinde genellemeye ulaşabileceklerini belirtmiştir. Ela bu konu üzerine sınıf içi öğretiminden yansımalar sunarak istedikleri genellemeye ulaşamayan öğrenciler olduğunu açıklamış bunun üzerine alternatif hangi yollar kullanılabileceğine dair düşüncelerini

“E: Burada öğrencilerin çoğunun x i değilde $x + 3$ ü sıfıra eşitlemeyi düşündüğünü gördüm. Çoğunluk o şekilde yönlendiği için oradaki çoğunluğun düşüncesini önceden giderip ortadan kaldırmayı planlıyorum orada. Çünkü öğrenciler $P(x + 3)$ ün sabit terimi sorulduğu halde x yerine -3 yazmayı düşünüyordu. Bunu öğrencilerde düzeltmem gerektiğini düşündüm.

A: Öğretim anında mı düşündün?

E: Dersi planlarken oldukça üzerinde durmuştuk. Zaten üzerine tartıştığımız için böyle bir zorluğun çıkacağını biliyordum. Buradaki geçişlerde öğrencilerin zorlanacağını biliyordum. Buradaki kargaşa giderilmemişti sınavlarına bu yansıması. Ya anlatımından kaynaklı bir sıkıntı oluştu ya da öğrenciler çalışmadı tam bilemiyorum. Yani bir karıştırma olmuş öğrencilerde. $P(x + 3)$ ün sabit terimi sorulduğunda x yerine sıfır yazıp $P(3)$ ü mü bulacak ya da x yerine -3 yazıp $P(0)$ ı mı bulacak öğrenci karıştırmış. Halbuki verdiğimiz örneklerle öğrencilerin $P(x)$ in sabit terimi sorulduğunda $P(0)$ ın $P(x + 3)$ ün sabit terimi sorulduğunda $P(3)$ ün bulunması gerektiğini genellemelerini düşünüyorduk.

A: Daha farklı ne yapabilirdin buradaki öğretime dair, yani öğrencilerin bir genellemeye ulaşmasını vurguluyorsun bunu nasıl başarabilirsin?

E: Siz bize kalan bulmada yaptırdığınız bir etkinlik örneğini sunarken iki önerme vermiştiniz biri doğru biri yanlış şeklinde karşılaştırmalı öyle bir şey hazırlayabilirdik. Yanlış bu doğrusu bu aslında o fikirler üzerine düşünüp aslında kendi düşebilecekleri hataları aslında önlerine sunup fark etmelerini sağlamak iyi bir yöntem olur. Aynı anda hem doğru hem yanlış önermeyi sunup iki fikir üzerine de düşünmelerini sağlamak daha doğru diye düşünüyorum. Burada tartışmıştık aslında $P(x + 3)$ ün sabit terimini bulmak için x yerine sıfır koymamız gerektiğini ne zaman x yerine -3 koymamız gerekiyor bunları hep ama öğrencilere ulaşmamış. (...)

Üniversiteye geldiğimde $P(x - 3)$ ün sabit terimini sorunca acaba içini mi sıfır yapacaktım yoksa x yerine mi sıfır koyacaktım bunu sorgulamıyordum lisede doğrudan x yerine sıfır yaz şeklinde öğretilmişti. Aslında dersi anlatmadan önce de kafamızda karmaşa vardı ama oturup siz ve dördümüz tartışma ortamında kendi kafamızda oturttuk öğrencilerin de böyle bir ortama ihtiyacı var.”

alıntısında sunmuştur. Ela burada öğrencilerinden bazılarının sabit terimin bulunması için x yerine sıfır yazılması genellemesine ulaşamadığını belirtmiştir. Bunun nedeninin öğrencilerin hep ezber yapmalarından kaynaklanıyor olabileceği şeklinde açıklamıştır. Ayrıca Ela'nın yukarıdaki açıklamalarına dayanarak kendi geçmiş deneyimlerinde de sabit polinom demek x belirsizi yerine sıfır yazmak demek şeklinde ezberlediği söylenebilir. Ela sabit terimin sınıf içi uygulaması için başka bir yöntem olarak da bir doğru bir yanlış önerme verilebileceğini böylece öğrencilerin kendi hatalarını fark edebilmelerinin sağlanacağı şeklinde öneride bulunmuştur.

Gizem sınıf içi uygulamasında sorduğu “ $P(x) = (x + 2)^2$ polinomunun sabit terimi hakkında ne söyleyebiliriz?” sorusuna 4 cevabını veren bir öğrenciyi kaldırmasının sebebini ilk olarak öğrencinin doğru cevap vermesi şeklinde belirtmiş daha sonra öğrencilerin ne düşündüğü üzerinden bu durumu araştırmacıyla arasında geçen,

“A: Senin istediğin bir akıl yürütme, bir fikir vardı ona mı ulaşmaya çalışıyorsun?

G: Evet Ö2_D ben açtım dedi direk. Başkası da Ö1_D de direk açmaya gerek de yok dedi sabit gelebilecek tek şey bunun 2 nin kuvvetiydi dedi. İkisinin de yaklaşımı doğruydı. Ama x yerine sıfır koymaya ulaşmadık henüz.

A: Peki nasıl ulaşmayı planlamıştın?

G: Ben burada sorduğumuz birkaç sorudan sonra farkına varabileceklerini düşünmüştüm. Hep şey diyorlar zaten x li olmayan terim diyorlar. Eee o zaman x i yok etme gibi düşündüler. O zaman x yerine sıfır yazarak x li terim olmayacağı sonucuna ulaştık. Sözel ifadeleri açık olmasa da bu fikre ulaştılar.

G: (Kendisi dikkat eder.) Burada da bir şeyi karıştırdılar. Ona çok pişman olmuştuk. İkinci soruda açılım yapmasın diye polinomu değiştirdim ama Ö3_D falan üstteki polinomdan alttaki polinomu elde ettiğimi sandı. Tabi ben vurguladım aynı polinom değil bunlar diye.

A: Öğretim anında mı o soruyu sormaya karar vermiştin?

G: Yok. Elayla planın çıktısını aldıktan sonra öğrencilerin direk $P(x) = (x + 2)^2$ şeklindeki polinomu açarak sabit terimini bulurlar direk görürler diye düşünüp daha

farklı soruları diye düşünmüştük. Ekstra böyle bir şey düşünüp yazmıştık. Zaten öngörümüzün de doğru olduğunu gördük bu sınıfta da 10-B sınıfında da gördü öğrenciler direk sabit terimi bir kural bulmalarına gerek kalmadı.

G: Burada hatta Ö1_D çok güzel akıl yürüttü diye hatırlıyorum burada ikinin karesiyle burada da ikinin yedinci kuvveti şeklinde içerdeki polinomun sabit terimini işe koştı. Açmama gerek yok dedi.

A: Ö1_D'nin akıl yürütmesini nasıl yorumlarsın?

G: Aslında ben x yerine sıfır yazıp sabit terimi bulabileceklerine yönlendirmeye çalışırken Ö1_D birazcık daha kendi fikriyle o zaman dedi polinomların sabit terimlerinden yararlanırım binomdan dedi. Ö2_D yedinci kuvvet için de açacağını düşündü. Ö1_D'nin fikri aslında bizi x yerine sıfır yazmaya götüren fikir zaten. Ben yönlendirdim.”

şeklindeki diyalogda açıklamıştır. Gizem burada ders planında sordukları sorulardan yararlanarak sınıf içi uygulamasında öğrencilerin $P(x)$ in sabit terimi bulmak için x yerine sıfır koyabilecekleri genellemesine ulaşabileceğini belirtmiştir. Gizem yukarıdaki diyalogda sınıf içi öğretiminde öğrencilerden gelen fikirleri detaylandırmıştır. Gizem Ö1_D nin $P(x) = (x + 2)^2$ ve $P(x) = (4x^3 - 3x^2 + 7x + 2)^7$ polinomunda da sabit terimin sadece 2 den gelebileceğini dolayısıyla bu polinomların sabit terimlerinin sırasıyla 2^2 ve 2^7 olacağına dair akıl yürütmesine dikkat etmiştir. Gizem Ö1_D'nin akıl yürütmesini değerlendiren yaklaşımla ele almış ve bu akıl yürütme aracılığıyla aslında $P(x)$ polinomunda x yerine sıfır konulduğunda polinomun sabit terimini elde edecekleri genellemesine ulaşacaklarını belirtmiştir. Ayrıca Gizem öğrencilerin sözel ifadeleri açık olmasa da aslında soru çözümleri sonucunda öğrencilerin “ x li olmayan terim” ifadesi aracılığıyla x yerine sıfır yazarak x li terim olmayacağı sonucuna ulaştıklarını belirtmiştir.

4. 3. 1. 3. Matematiksel İletişim

Ela kendi sınıf içi uygulamasının video-kayıt incelemesi sürecinde öğrencilerin ikna olmaları üzerinde durmuştur. Ela'nın kendisine polinom kavramı bağlamında sunulan video-kayıt incelemesinde de öğrencilerin matematiksel iletişim için ikna olmaları gerektiğini vurgulaması yönündeki bulgularla tutarlı olarak kendi video-kaydı inceleme sürecinde de

ikna etmeye dikkat ettiği tespit edilmiştir. Ela yaptığı derste zaman kaybı olmasına rağmen öğrencilerin tahtada sabit terimi hesaplarken iki yolu da görmelerini,

“Şimdi olsa defterine bakıp yapan bir öğrenciyi kaldırırdım sonuçta dört işlem. Ya da sonra çözersiniz diyebilirdim. Ama öğrenciyi derste *ikna etme açısından ikisini de görmeleri için bakın tahtada açıp yaptık*. $P(x+3) = (x+5)^3 - 5(x+5)^2 + 4(x+5) + 8$ (Ela kendi çözer kağıtta soruyu) burada $P(x+3) = x^3 - 21x + 28$ olup *sabit terimi 28 dir*. Benzer şekilde kısa yoldan da $P(x+3) = (x+5)^3 - 5(x+5)^2 + 4(x+5) + 8$ polinomunun sabit terimi sorulduğu için x yerine sıfır koyduğumuzda $P(x+3)$ ün sabit terimini elde ederiz. *O da 28 çıktı. Böylece öğrenciler ikna olmuş oldular.*”

alıntısındaki şekliyle öğrencilere ikna etmesiyle açıklamıştır. Ela’nın burada öğrencinin ikna olmasına dair düşüncesini öğrencilerin sonucu net görmesi ve öğrencilerde matematiksel ve mantıksal boşluk kalmaması şeklinde yorumladığı söylenebilir.

Kaan’ın farklı gösterimler arası ilişkilendirmeye dair açıklamasında aslında “*denklemin çözümü, polinomun kökü*” şeklindeki vurgusu ile matematiksel dil kullanımına dikkat ettiği de söylenebilir. Kaan polinom kavramını açıklarken de matematiksel terminolojiyi kullandığını,

“Bulacağımız şeyin cebirsel bir ifade olacağını vurguluyorum burada. *Polinom belirli özelliklere sahip cebirsel ifade mesela burada alanı bir belirsiz ve belli katsayıların toplamıyla ifade ediyoruz. Bulacağımız şeyin matematiksel bir ifade olmasına dikkat çekerek öğrencilere söyledim. Biz hep dedik ya polinom çok terimli cebirsel bir ifade. Varmak istediğim yer polinomun bir gösterim biçimi olduğu bu esnada. (10-D/03.04.2017 dersine atıfta bulunur)*”

şeklindeki cümlelerinde vurgulamıştır. Burada Kaan’ın polinom kavramını açıklarken x in belirsiz, polinomun çok terimli cebirsel bir ifade olduğunu vurgulayarak polinomun aslında bir gösterim olduğunu açıkladığı görülmektedir. Kaan’ın matematiksel dil kullanımına dair farkındalığının genel olarak daha ileri seviyede olduğu ifade edilebilir. Ayrıca, Kaan’ın polinom kavramı bağlamında önceki deneyim fırsatları sürecinde matematiksel dil, sembol, matematiksel terminolojiye olan dikkati, öğretmenlik uygulaması dersindeki matematiksel dil kullanımında ve matematiksel terminolojide olan dikkatiyle tutarlı olduğu söylenebilir.

4.3.1.4. Öğrencilerin Polinomlara Dair Kavrayışları

Öğretmen adaylarının öğrencilerin polinom kavramına dair algıları, sorulara verdikleri doğru/ yanlış cevaplar ve kavram yanlışlarına dair dikkat ettikleri, yorum getirdikleri, karşılık vermeye karar verdikleri durumlar bu başlık altında incelenmiştir.

Gizem sınıf içi uygulamasında bir öğrencinin $P(x - 3)$ polinomunun sabit terimini bulmak için x yerine 3 koyduğu “Ö8_D: Ben de $x - 3$ ü sıfıra eşitledim x , 3 geliyor ya $P(x - 2) = x^3 - 5x^2 + 4x + 8$ polinomunda her yere 3 koyunca 2 çıktı.” şeklindeki cevabına karşılık “Sabit terimi bulmak için x yerine 3 koyarsam $P(0)$ ı bulursam $P(x)$ polinomunun sabit terimi olur, $P(x - 3)$ polinomunun değil.” dönütünü vermiştir. Gizem bu durumu öğrencinin bir yanlışlığı olarak yorumlamıştır. Gizem kendi sınıf içi uygulamasına ait video-inceleme sürecinde de dikkat ettiği bu durumu “*Bu yanlış $P(x)$ polinomunu verip hani derecesini bulmak için x yerine 0 yazın işte o zaman bulursunuzdan kaynaklanıyor bence. Çünkü o zaman parantez içinde x var zaten. Burada $(x - 3)$ olduğu için burayı (parantez içini gösterir) 0 yapmak değil amacımız aslında.*” ifadeleriyle açıklayan bir yaklaşımla değerlendirmiştir. Ayrıca Gizem öğrencinin bu cevabına dikkati üzerine bu fikirde var olduğunu düşündüğü kavram yanlışlığının nedenini,

“ $P(0)$ bizi aslında her zaman sabit terime götürmez. Bu polinomdan polinoma değişir. Polinom bize nasıl tanımlandıysa mesela bu $P(x)$ olarak tanımlansaydı evet bu doğru. Ama bu şekilde tanımlandığında $P(0)$ ı bulmak değil amacım, benim amacım sabit terim. x yerine sıfır yazmamın mantığı da hani sabit terim x li terimin olmadığı terim.”

şeklilde tekrar ifade etmiştir. Öğrencilerin sürekli olarak karıştırdığı sabit terim sorulursa $P(0)$ bulunur düşüncesine karşılık Gizem’in yorumlarından doğrudan öğrenci fikrini düzeltme şeklinde karşılık verebileceği söylenebilir. Aynı soru üzerine Gizem’in sınıf içi uygulaması video-kaydında sınıf içi tartışma devam ederken bir öğrenci “Ö7_D: Hocam parantezin içini sıfırlamıyoruz değil mi?” şeklinde bir soru yöneltmiştir. Video kayıt inceleme sürecinde bu soruya dikkat eden Gizem “Bir öğrenci evet içini sıfırlamıyoruz dedi. x yerine sıfır yazıyoruz dedi ama işte bunu görmeleri için bu tartışmanın yapılması gerekiyordu bence. Hani bir tane polinom genel yazılması gerekiyor, birkaç tane polinomla bu fikre yönlendirebiliyoruz öğrenciyi. Ben de mesela sizin sorularınıza bakarken önce bir polinomun genel gösterimini

yazıp oradan yorumlamaya çalışmışım.” şeklindeki açıklamasında polinomun genel gösteriminden yola çıkarak soru çözümünün tartışılması gerektiğini belirtmiştir. Gizem gerçekten, sabit terim üzerine ders planı hazırlama sürecinde de diğer üç öğretmen adayını tartışmayı çözüme kavuşturmasını ve yazılacak soruların dersin nasıl bir gidişat izleyebileceğinin farkına varmalarını sağlamıştır. Söz konusu soru için sınıf içi uygulamasında öğrencilerden gelen farklı cevapları göz önünde bulundurarak Gizem bu cevaplara dair öğrenci kavrayışlarını aşağıdaki alıntısında yorumlamıştır.

“G: Kitaplarda $P(x - 3)$ polinomu veriliyor ama sorarken $P(x)$ polinomunun katsayılar toplamı soruluyor. Onu yapması için de öğrencinin $x - 3$ de x gördüğü yere $x + 3$ yazarsa aslında $P(x)$ polinomuna ulaşması bekleniyor. Öğrenciler de hep sanıyorlar $P(x)$ ’i soruyor. Büyük ihtimal soruya da dikkat etmiyorlar. Ne isteniyor sorgulamıyorlar. Böyle bir soru gördüklerinde ilerde hemen zaten biraz da pratiklik kazanıyorlar. Düşünmeden direk onu yapmaya çalışıyorlar. Biz de arkadaşlarla böyle bir karışıklık yaşayabileceğimizi tartışmıştık. Öyle de oldu zaten sınıfta öğrenciler üçe ayrıldılar. Bir kısım verilen $P(x - 2)$ polinomunda x yerine 3 yazmayı yani $P(x - 3)$ ün sabit terimini bulmak için $P(0)$ ı bulmayı düşündü, bir kısım $P(x - 2)$ de x yerine $x + 3$ yazmayı düşündü, bir kısımda $P(x)$ i değil direk bu polinomların derecesini ve sabit terimini soruyor diye doğru düşündü.. Bence, bu tartışmayı iyi sürdürdüm. $(x - 2)$ yerine x bulmam mı gerekiyor yoksa bu polinom mu diye sormuştum en başında da Ö1_D belki ben uyardığım için düşündü belki ama baya güzel düşünüyor.”

A: Güzel düşünüyor ile kast ettiğin nedir?

G: Yani doğru düşünüyor direk $P(x - 2)$ nin bir polinom olduğunu fark ediyor.”

Gizem’in yukarıda verilen diyalogda sorulan soru üzerine öğrencilerin farklı düşüncelerine dikkat ettiği bu durumu da ayrıntılı olarak açıkladığı görülmektedir. Gizem, öğrencilerin $P(x-2)$ yerine $P(x - 3)$ polinomunu hesaplamalarını doğru bulduğunu $P(x)$ polinomunu belirlemeye çalışan öğrencilerin ise bu durumu aşırı genellediklerini düşündüğü söylenebilir. Gizem burada öğrencilerin farklı fikirlerine dair kanıt göstermeye çalışmaktadır. Ayrıca Gizem Ö1_D nin akıl yürütmesine dikkat ettiği durumu yargı içeren bir ifadeyle öğrencinin $P(x - 3)$ polinomunun sabit terimini sorgulamasını değerlendirmiştir.

Gizem sınıf içi uygulaması üzerine video-kayıt incelemesinde bir öğrencinin başka bir öğrencinin doğru olan fikrini kabul etmemesine dikkat etmiş ve bu durumu,

“Ö4_D, Ö1_D’nin fikrinin doğru olmadığını düşünüyordu orada. Sabit terimleri alamam, diğer taraflardan da sabit terim gelir diye düşündü. Ö4_D o nedenle Ö1_D’nin fikrinin doğru olmadığını ifade etti. Ö4_D binomu tam olarak kavrayamamasından kaynaklı olarak böyle düşünüyor bence çok karıştırdı. Ö1_D’nin söylediği gibi yapabiliriz ama bizim her zaman daha kolay görebileceğimiz bir yol arayışındayım. Benim soruda ulaşmak istediğim sıfır yazmak ya fikirleri kabul ediyorum ama ulaşmak istediğimiz başka bir şey var diyorum.”

şeklinde açıklamıştır. Gizem burada öğrencinin (Ö4_D’nin) ön bilgisinden kaynaklı olarak binom açılımını karıştırmaktan kaynaklı olarak Ö1_D’nin düşünmesini anlamlandıramadığı şeklinde yorumlamıştır. Gizem’in öğretim esnasında da öğrenciye verdiği *“Ö1_D’nin söylediği gibi yapabiliriz ama bizim her zaman daha kolay görebileceğimiz bir yol arayışındayım.”* şeklindeki dönütü dikkate alındığında Ö1_D’nin de buradaki akıl yürütmesine dayanarak sınıfça $P(x)$ in sabit terimini bulmak için x yerine sıfır atanması gerektiğine ulaşılması düşüncesinde olduğu söylenebilir. Gizem ayrıca öğrencilerin de gidilecek yolun ne olduğunu sonuca ulaşmak için merak ettiklerini *“öğrencilerin sorularından sonucun onlar için önemli olduğunu anlıyorum. Yani x yerine sıfır mı koyacağız? onlar için önemli olan sonuç.”* ifadeleriyle sunmuştur.

- *Öğrenciye özgü kavrayış durumları*

Öğretmen adaylarının kendilerinin sınıf içi uygulamalarına ait video-kayıt incelemeleri süreçlerinde derse ilgili olmayan ya da dersi dinliyormuş gibi görünüp aslında derse zihinsel olarak katılmayan bazı öğrencilere dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adayları dikkat ettikleri öğrenciler için söz konusu öğrenci davranışlarıyla ilgili genel izlenimlerini sunmuştur. Öğretmen adayları kendilerinin sınıf içi uygulamalarını inceleme sürecinde araştırmacının yönlendirmesi olmaksızın öğrenciye özgü kavrayış durumlarına (öğretim anında dinliyormuş/ anlıyormuş gibi yapan öğrencilere) dikkat etmiştir. Bu durumun nedeninin öğretmen adaylarının öğrencileri tanıma yeterliliğinin gelişmesinden kaynaklı olduğu söylenebilir. Ela kendi sınıf (10-B) içi uygulamasında polinomlara dair yaptığı ilk dersini incelemesi sürecinde bir öğrenciye işaret ederek konudan bağımsız olacak şekilde öğrencinin sınıf içinde yaklaşımını,

“E: Bu çocuk anlıyormuş gibi durup anlamayanlardandı.

A: Nasıl tespit ettin?

E: Defterine yazıyor ama öyle yazıyor anlamadan, *anlamsız bakıyor gibi geldi*. Birkaç kere tahtaya kaldırdım. *Ama tahtada çok fazla işlem hatası olmaya başlayınca dediğim gibi kendim ele aldım ama çözemedi iki kez kaldırdığımda da sonradan da kaldırmadım*. Yanına gittim, *hep ilgilenmeye çalıştım anladın mı nasıl gidiyor diye?* Hocam biraz ilgiyle de alakalı gibi geliyor bana. *Biraz ilgilenince istek de kazanıyorlar sanki*. Tabi matematikle tamamen alakasız öğrenciler de var ama o öğretmenin sevgisini kazanmak için daha çok çalışabiliyor.”

diyalogunda dile getirmiştir. Yukarıdaki alıntısında Ela öğrencilerden birinin derse yaklaşımına odaklanmıştır. Ela’nın öğrencinin derse ilgili gibi görünse de anlamadığına dikkat etmesinden kaynaklı bu öğrenci durumunu ortaya koyduğu söylenebilir. Ela ayrıca derslerde öğrencilerin duyuşsal olarak da kendileriyle ilgilenilse derse ilgilerini artabileceğini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması dersi süreçlerinde öğrenciyle birebir etkileşim halinde olmalarından kaynaklı olarak bazı öğrencilerin davranışlarına, bazılarının algılarına, bazılarının soru çözümlerine odaklandıkları görülmektedir. Öğrenciyi tanıma yeterliliğini işe koşmaya başlayan öğretmen adaylarının yorumlarının da bu yönde değiştiği gözlemlenmiştir.

Gizem de öğrenciye özel kavrayış durumları için bir öğrencinin derste bilişsel bir problemi, bir öğrencinin ise duyuşsal olarak kendisine yaklaşımı üzerine dikkatini sunmuştur. Gizem’in bir öğrencinin polinomlar için öncül bir konu olan üssü ifadelerine dair ön bilgisi eksikliğine dikkatini,

“Ö5_D’nin üssü ifadelerde bir problemi var. Üssü sayılarda üsleri çıkarmanın bölmede olduğunu söyledim ama oturup orada üssü ifadeleri anlatamam. O zaman dersimin işleyişi kayar. Ö5_D’nin yanlış anlaması düzeltilmesi gereken ama sınıf ortamının ve ders işleyişimizin buna izin vermediği bir durum. Üssü sayılarda bir eksiklikleri var genel olarak gözlemlediğim aslında Astronomi dersinin birinde böyle bir çalışma yapılabilir. (...) Bu şekilde tartışma ortamı olmasa göremeyiz tabi. Kendimiz tahtada çözssek nereden bileceğiz öğrencilerin böyle yanlışları olduğunu. Ben cevapları duymasam anlaşılmaz. Aslında bu durum önemli.”

şeklindeki alıntısında dile getirmiştir. Gizem, sınıf içi uygulamasında tartışma ortamı oluşturduğu için öğrencinin ön bilgi eksikliğini fark edebildiğini belirtmiştir. Öğretmen

adaylarının sınıf içi uygulamalarında öğrencilere söz hakkı vermeleri, tartışma ortamına dâhil etmeleri hem öğrenci düşünmelerini irdelemelerine hem de öğrenci eksikliklerini tespit etmelerine yardımcı olduğu söylenebilir. Gizem buradaki yorumunda 10-D sınıfındaki öğrencilerin genelinde üssü ifadelerle ilgili bazı yanlış anlamaların olduğunu ama bunu polinom kavramını sunarken düzeltemeyeceğini belirtmiştir. Üslü ifadelerle ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarının başka bir derste telafi edilmesi şeklinde bir öneride bulunmuştur. Gizem derslerinde genel olarak yanına uğradığı bir öğrencinin kendisiyle iletişiminin kavramdan bağımsız olduğunu “Buradaki öğrenci bana daha bireysel sorular soruyor. *Nasılsınız gibi falan? şeklinde sorular.* Dersle ilgili değil de. Onla daha farklı iletişimimiz. Diğer öğrenciler burada ne oldu hocam, ben neyi yanlış yapmışım gibi sorular soruyor genelde.” ifadeleriyle sunmuştur. Gizem’in fark ettiği bu durumun yani öğrenciyle arasındaki iletişimin aslında öğretmenlerin de duyuşsal olarak sınıf içinde desteklenme ihtiyaçlarını ortaya koyduğu söylenebilir.



Şekil 12. Gizem dikkat ettiği öğrenciyi işaret eder.

Gizem kendi sınıf içi uygulamalarında genelde öndeki öğrencilerle etkileşime girdiğini açıklamış ama bazı öğrencilere ulaşamasa da dikkat ettiğini aşağıdaki alıntısında ortaya koymuştur.

“Bazı öğrenciler tartışma ortamını kendi aralarında öylesine konuşmaya dönüştürüyorlar. Bazı öğrencilerde kendisi çözüyor söylemiyor. *En arkada Ö11_D var mesela ama kalkmıyor sonradan keşfettim. Çözüyor ama sessiz sakın kalıyor kendi kendine.* Enerjiyle alakalı ön taraf uğraşılıyor kıpır kıpır ben de sanırım o nedenle dikkatimi onlara veriyorum. Sonraki ders diğer taraflara da yönlendim ama cevap gelmeyince çok yönlendiremiyorsunuz derse.”

Gizem sınıfın arkasında oturan, ancak soruları çözen bir öğrenciye dikkatini verdiğini hissettiren yaklaşımla sunmuştur (Şekil 12 de işaret eder). Ayrıca (sol) ön taraftaki öğrencilerin daha çok kendisiyle etkileşime girmesi dersle daha ilgili olmaları nedeniyle onlara daha çok dikkat ettiğini diğer taraflarla etkileşime girmek istese de öğrencilerden cevap gelmeyince onları derse dâhil edemediğini belirtmiştir.

Kaan da kendi sınıf içi (10-D) uygulamasına ait video-kayıt inceleme seansının başında iki öğrenciye karşı dikkatini öğrencilerin derse dâhil olmaları üzerinden,

“Bu arkadaş hakkında genel düşüncem aslında anlıyormuş gibi çok nadir anlamadığını düşünüyorum. Genel olarak anlayan bir öğrenci ama bazen dersi kaynatmak, dersin gidişatını yavaşlatmak için sorular sorduğunu düşünüyordum. Ders işlerken onun sorduğu sorulara kimi yerde kasıtlı olarak cevap vermemiş olabilirim. Ben ders anlatırken konuşma şekli olsun veya tavırları biraz alaycı gibiydi. O nedenle bazı durumlarda bilinçli olarak dönütte bulunmadım. (...) Şu uzun saçlı arkadaş çok gayretliydi. İlk iki haftadan sonraki ilgisi fazlaydı. Cevap vermek için hep düşünüyordu, çabalıyordu.”



Şekil 13. Kaan sınıf içinde derse katılım sağlayan öğrencileri gösterir.

şeklinde sunmuştur. Kaan burada öğrenciler üzerine genel izlenimlerinden bahsetmiş, derse dâhil olanlara ve olmayanlara genel olarak dikkat ettiğini belirtmiştir (Şekil 13 de dikkat ettiği öğrencileri gösterir). Kaan'ın açıklamalarından öğrencilerin ilgisine göre öğrencilere dönütte bulunduğu söylenebilir.

Selin polinom kavramının öğretiminde diğer öğretmen adaylarıyla birlikte öğrenci düşüncelerine odaklandıklarına dair düşüncesini,

“Bizim kavramın öğretimi bağlamında öğrenci düşüncesini gerçekten ortaya çıkaracak ve anlayıp anlamadığını belirleyebileceğimiz sorular sorduğumuzu düşünüyorum. Mesela istediğiniz polinomu seçin beşinci dereceden bir polinom seçin bir polinoma bağlı kalmayın diye farklı sorular sorduk. Mesela ara sınavlar yaptık ya bu öğrencileri mesela ben gördüm neler yapıyor yapamıyor. Kendi mesleki hayatımda üç haftada bir dersin başında sınav yaparak bu sonuçları analiz edebilirim ki öğrenciler nasıl öğreniyor düşünceleri neler ortaya çıkarabilirim. Hem müfredatı yetiştirebilirim hem de öğrencilerin ne düşündüğünü görebilirim. Eve göndermeyi düşünmüyorum. Konu yığılmasın diye böyle yapmayı düşünüyorum.”

ifadeleriyle vurgulamıştır. Selin burada yorumunda kendi meslek hayatına başladığında öğrenci düşünmesine dair nasıl bir yol izleyeceğini kavramdan bağımsız olarak ortaya koymuştur. Gerçekten, Selin’in sınıf içi uygulamaları sürecinde de dönütlerinin, öğrenci düşüncesini ortaya çıkarmada tetikleyici özelliğe sahip olduğu söylenebilir.

4.3.2. Öğrenme Ve Öğretme Süreçlerine Dair Farkındalıkları

Öğretmen adaylarının öğrenme ve öğretme süreçlerinde kendilerinin öğrencilere bilişsel, duyuşsal ve pedagojik yaklaşımlarına dair dikkat ettikleri birim fikirler bu başlık altında ele alınmıştır.

4.3.2.1. Sınıf İçi Öğrenci Motivasyonu

Öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarında bazı öğrencilere söz hakkı verme, bazı durumlarda önceki dersin genel olarak hatırlanmasını sağlama gibi durumlara dikkatlerinin aslında öğrencilerin sınıf içi motivasyonunu sağlamadan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Gizem’in önceki dersi hatırlatarak sınıf içi öğretimine başlamasının nedenini araştırmacı *“Derse bir önceki dersi hatırlatarak başlatmanın sebebi nedir?”* şeklinde sorgulamış Gizem bu durumu,

“10-D sınıfında öğretmenler sürekli değiştiği için geçen derste ne yaptığımızı hatırlatma ihtiyacı hissettim yani sadece ben girsem belki hatırlatma ihtiyacım olmaz

bir de bazı öğrenciler tekrar yapmıyorlar, derste başlık falan yazılmadığı için biz ne yapıyoruz farkına varmıyorlar. Bunu polinomların sonunda fark ettim özdeşlik yazınca polinomlardan farklı bir şey yapıyoruz sandılar. Öğrenciyi genel bir derse ısındırmak için, bu derste ne yapacağımıza dikkat çekmek için önemli bence.”

ifadeleriyle açıklamıştır. Gizem dersin başında öğrencilerin önceki dersi hatırlamalarını isteme sebebini öğrencilerin derslerine hep kendisinin girmemesinden ve öğrencilerin tekrar yapmamış olduklarını düşündüğü için onları destekleme amacıyla açıklamıştır. Ayrıca Selin’in öğrencilerin derse motivasyonunu artırmak amacıyla “önceki ders ... yaptınız bu ders ... yapacağız” şeklinde öğrencilerin derse dikkatlerini vermelerini düşündüğü söylenebilir. Aslında Gizem’in yorumundan öğrencilerin derse motive olarak her birinin derse katılımının sağlanmasına dikkat ettiği çıkarımında bulunulabilir. Gizem ayrıca bu düşüncesini destekler şekilde kendisinin öğrencilere söz hakkı vererek onların akıl yürütmelerini sağlamasına dair dikkatini,

“Farklı fikirleri zaten yüksek sesle dile getiriyorlar. Hocam ben böyle yaptım diye bağıyorlar. Ben de gel tahtada çöz ya da arkadaşlarıyla paylaş şeklinde dönütte bulunuyorum. Benim düşündüğümde de farklı yollar üreten oluyor zaten bizim istediğimiz de öğrenci düşünsün farklı çözüm yolları üretsün, kendi bakış açılarını savunsun. Benim söylediğim onlara yetmemeli kendileri akıl yürütmeliler. Yoksa ezberlemiş oluyorlar. Bir de farklı fikir olduğunda ve ben ona önem verip yüksek sesle söylettirirsem diğer öğrenciler de bunu fark ediyor. Diğer öğrencilerde farklı bir şey üretmeye bunun üzerine düşünmeye çalışırlar diye düşünüyorum. Siz bunu önemsemezseniz niye uğraşsın ki bunun için.”

ifadeleriyle açıklamıştır. Gizem burada kavram odağı dışında kendi sınıf içi uygulamalarına dayanarak öğrencilere söz hakkı verildiğinde öğrenci motivasyonu sağlandığına dair dikkatini sunmuştur. Gizem bir öğrenci söz hakkı istediğinde ondan farklı bir fikir gelebildiğini bu fikri de öğrencinin sınıfa yüksek sesle söylemesi durumunda diğer öğrencilerin de bu durumdan etkilenip düşünmeye dair motivasyonlarının artacağını belirtmiştir. Gizem’in öğrencilerin düşünmeye motive olması için öğretmenin öğrenci düşünmesini önemsemesi gerektiği düşüncesinde olduğu söylenebilir. Gerçekten, diğer öğretmen adayları gibi Gizem de ders planı hazırlama sürecinde öğrencilerin düşünmelerini desteklemek gerektiğini vurgulamış ve bunu sınıf içi uygulamalarına yansıtmıştır.

4.3.2.2. Öğretmen Adayının Pedagojik Yaklaşımı

Öğretmen adaylarının, polinom kavramı bağlamında, sınıf içi uygulamalarında öğrenciye, sınıf içinde öğretime, sınıf kültürüne bakış açıları, süre yönetimine dair yaşadıkları durumlara dair dikkat ettikleri birim fikirler bu başlık altında ele alınmıştır.

I. Öğretmen Adayının Dönütü

Öğretmen adayları sınıf içi uygulamaları esnasında öğrenciyle sürekli etkileşim halinde olduğu için öğrencilerin sorularına, fikirlerine ve paylaşımlarına dönütte bulunduğu birçok durum olmuştur. Öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarını incelemeleri esnasında öğrenciye karşı dönütlerine genelde araştırmacının sorgulaması aracılığıyla dikkat ettiği belirlenmiştir.

Kaan sınıf içi uygulamaları üzerine kendi video-inceleme süreclerinde öz değerlendirmede sıkıntılar yaşamıştır. Kaan kendisini işe koştuktan ziyade kavram ve öğretimi üzerinde durmuştur. Ancak Kaan'ın sınıf içi uygulamalarına dair diğer öğretmen adaylarının gözlemlediği durum Kaan'ın sınıf yönetimi kaygısıyla ders süresinin çoğunda önde tahtaya yakın durduğu ve öğrencilerin sorularına odaklanmadığı doğrudan cevap verdiği söylenebilir. Gerçekten, Kaan aşağıdaki alıntısında öğrencilere doğrudan dönütte bulunmasına dikkatini,

“Sınıf içi öğretimimde doğrudan öğrencilere cevap vermek yerine onların düşüncelerini öğrenmeye çalışabilirdim. Öğrencilerin fikirlerini alıp kendim doğru cevabı söylüyorum ilk derslerde bu sanırım sınıf ortamına hâkim olmamamdan kaynaklanıyor. Örneğin öğrenciler polinom kavramını tanıtırken ‘uzun kenarla kısa kenarı çarpacağız’ deyince ben yani alan bulacağız dedim. Ben yani ne yapıyoruz diyebilirdim. Derse dönmemiş birçoğu gerçi. Biraz bekleyebilirdim.”

cümleleriyle sunmuştur. Kaan polinom kavramını sınıfa (10-D'ye) tanıtmaya başladığı dersten verdiği bir dönüte örnek vermiştir. Adayın diğer deneyim fırsatları sürecinde sürekli olarak öğrenci düşünmesinin sorgulanması, öğrencinin düşünmeye teşvik edilmesi şeklinde karşılık vereceği izlenimi oluştururken sınıf içi uygulamasında kendisi direkt sorunun doğru

cevabını vermiştir. Bunun nedenini Kaan o andaki sınıftaki duruma hâkim olamamasıyla açıklamıştır. Burada Kaan'ın öğretim üzerine dikkatinin sınıf içi uygulamalarına yansımaması “öğretimde öğretmenin ne söylediğinden çok ne yaptığı önemlidir (Schoenfeld, 2011b,)” çıkarımı ile açıklanabilir. Ayrıca Kaan'ın mesleki yaşantısından önce bu durumu fark edebilmesinin öğretmen adayının sınıf içi dönütleri üzerinde farkındalığını destekleyeceği söylenebilir.

Öğretmen adaylarından Gizem, Ela ve Selin sınıf içi uygulamalarında genel olarak öğrenci düşüncelerini dinlemiş, düşünceleri için çoğu zaman fırsat vermiştir. Buna sebep olarak ders planı hazırlarken öğrenci ne düşünür, nerelerde yanlışlığı olabilir sorularını göz önüne alarak gerekli önlemleri almış olmalarını göstermişlerdir. Gizem polinomlarda sabit terimi belirlemeye dair öğrenci fikirlerini sorguladığı dersinde, doğru cevap veren bir öğrenciye söz hakkı vermesinin nedeni olarak dersin giriş kısmında oldukları için sınıf içinde bir karışıklığı engellemek olduğunu göstermiş ve bunu

“Evet çok fazla ses, fikir geliyor. Ben burada ilk başlangıç soru *olduğu için doğru cevabı aradım diye hatırlıyorum*. Kafaları karışmasın öğrencilerin diye. Farklı bir öğrenciydi bir de derse uzun zaman sonra katılım sağlıyordu. *Ayrıca Ö2_D' nin cevabıyla kalmadım farklı düşünen var mı? diye sordum.*”

şeklindeki alıntısında belirtmiştir. Gizem doğru cevap veren bir öğrenciye cevap vermesine rağmen “farklı düşünen var mı?” şeklindeki dönütüyle öğrencilerin farklı düşünceleri varsa açığa çıkarma çabasında bulunmuştur. Zira başka bir öğrenci farklı bir bakış açısıyla ön bilgisinden yararlanarak soruyu aşağıda verilen diyalogdaki şekilde cevaplamıştır.

“BT: Sabit terimi açarak bulacağız?

G: Açmadan bulunca sabit terimin kaç olduğunu nasıl direk söylüyorsunuz?

Ö1_D: Binom açılımından.

G: Evet binom açılımından biliyorsunuz değil mi? (10-D sınıfı/ 7.04.2017/ 13.37)”

Gizem kendi öğretimine ait sınıf içi diyalog kesitini kanıt göstererek sunduğu “Burada Ö1_D ben *farklı düşünen var mı?*” diye sormasaydım belki düşünmemiş olacaktı. O nedenle öğrenciye *sorduğumuz sorular önemli diye düşünüyorum.*” şeklindeki açıklamasıyla öğrencilere verilen dönütlerin öğrenci düşünmesi için önemli olduğu yönünde kendi verdiği dönütü değerlendirmiştir. Gizem'in video inceleme sürecinde Gizem'in sorduğu bir soruya

dair dikkat etmediği bir durum üzerine, araştırmacı o anda videoyu durdurarak o durumdaki uyararı Gizem’e “Bu arada bu bir polinom mu diye soruyorsun ama sonrası yok bu soru için.” şeklinde sunmuştur. Bunun üzerine Gizem,

“Ben de cevaplamamışım. Hiç önemsememişler. Aslında her verilen ifadede sabit terim bulmaya çalışmasınlar belki polinom bile değil onu sorgulamaya çalıştım burada. Bir ona baksınlar biz ne yapıyoruz polinomda bunu yapıyoruz. Cevap aldığımı düşündüm sanki orada kaynadı başka bir şey sordular kaynadı. Ben ama bütün derslerde bunu yapmaya dikkat ediyorum. Nerede çalışıyoruz öğrenci bunu sorgulamalı.”

ifadeleriyle neden öyle bir soru sorduğunu açıklamıştır. Gizem burada öğrencilerin matematik derslerinde çalıştıkları evrensel kümenin ne olduğunu sorgulaması gerektiğini vurgulamıştır. Gizem’in aslında lisans eğitiminde sürekli olarak hangi kümeyi temel alarak çalışıyoruz, hangi küme, bu bir küme mi sorularına sürekli maruz kalması durumunu kendi öğretimine yansıttığı söylenebilir. Gizem’in sınıf içinde bir öğrencinin cevabını duymasına rağmen cevap vermemiştir. Araştırmacı Gizem’e tepkide bulunmadığını ,

“A: (Ö6_D " – 1" cevabını verir Gizem dönütte bulunmaz.) Burada Ö6_D’ye dönütte bulunmamanın bir sebebi var mı, Gizem?

şeklinde ifade edince aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir.

“G: Ö6_D’ye dönütte bulunmadım çünkü sınıfta diğerlerinin fikirlerini duymam gerekiyordu. Ö6_D’nin söylediği şey yanlıştı düzelterektim ama öğrenciler ve Ö6_D kendileri fark etsin istedim. Diğer öğrencilerden gelen cevapla bir karara varacağız. O zaman Ö6_D anlayacak kendisinin yanlış düşündüğünü. Doğru olduğunda da direk doğru demiyorum orada bir tartışalım toparlarız diye düşünüyorum. Ö1_D burada doğru söyledi ona da aynı mantıkla yola çıktığını söyledim doğru ya da yanlış demedim.

A: Doğrudan doğru ya da yanlış şeklinde dönütte bulunmamanın bir sebebi var mı?

G: Yanlış düşünen bir öğrenciye dönüt olarak tek tek açıp görmesi gerekmesi nedeniyle ve böyle bir dönütte bulunursam tek tek açıp bakalım diyecekler ben o zaman toparlayamam dersi diye düşündüm. Ama Ö4_D’ya binom ile açıp görmesini söyledi. Ayrıca öğrencilerin düşünmesini, doğru ya da yanlış yaptıklarına dair sınıftaki tartışmaya göre kendilerinin karar vermelerini bekliyorum. En son ben toparlıyorum zaten.”

Gizem’in bu diyalogdaki açıklamaları gereği yanlış cevap veren bir öğrenciye hemen dönütte bulunmamasının nedenini diğer öğrencilerin fikirlerine ulaşma şeklindeki

kararından kaynaklı olduğunu belirtmiştir. Gizem burada ve çoğunlukla, sınıf içi uygulamalarında, öğrenciye doğru ya da yanlış şeklinde doğrudan dönütte bulunmak yerine diğer öğrencilerden fikirleri de alıp öğrencilerin kendi akıl yürütmeleri aracılığıyla doğru ya da yanlış yaptıklarını tartışmaları gerektiği eğiliminde olduğu söylenebilir. Ayrıca Gizem yanlış cevap veren bir öğrenciye polinomu gerekli işlemleri ve adımları atıp her dereceden terimleri görelim (en açık hali) şeklinde dönütte bulunursa dersi toparlayamayacağını, dersin çok dağılacığını düşünmüştür. Gerçekten, Ela dersinde bir öğrenciyi verilen bir polinomun en açık halini görmek için tahtaya kaldırması nedeniyle dersinde gereğinden fazla zaman harcamış ve Gizem bu durumu gözlemleme fırsatı bulmuştur. Gizem daha önceki deneyim fırsatlarındaki bulgularına paralel olarak en son cevabın toparlanması gerektiği, yani nihai karara varılması gerektiğine dair düşüncesini “öğretmenlik uygulaması” fırsatı sürecindeki yorumlarında, açıklamalarında tekrar ortaya koymuştur.

Gizem araştırmacının talebi olmaksızın öğrencilere sorduğu bir soruyu yargılayan bir üslupla aşağıdaki diyalogda sunmuştur.

G: “Ne yaparsam dörde ulaşırım?” mesela bu soru çok yanlış. *Orada $4x$ de var sonuçta öğrenci nasıl anlasın. Keşke burada “sabit terimimiz 4 sabit terime ulaşmak için ne yapabilirim?” gibi bir soru sorsaydım. Şu an bu sorudan hoşnut olmadım.*

A: Neden öyle bir soru sordun o anda sence? Önceki soruya geri dönme sebebin nedir?

G: Çok karıştırdılar. Ben orada her soruda sabit terimi göremeyebilirsiniz diye yazmıştım. Ama *burada sabit terimi bulmak için x yerine sıfır koyabileceklerini görmek de çok zorlanacaklar diye diğer soruya döndüm. O zamana kadar polinomlarda x belirsizine bir şey verme mantıkları olmadığı için x yerine sıfır koyamadılar. Ben sorsaydım x yerine ne koyabiliriz deseydim belki de koyabilirlerdi diye düşündüm. Madem fonksiyon değil burada nasıl x yerine bir şey nasıl koyabiliriz diye sorabilirlerdi. Sahi o zaman ne diyecektim bilmiyorum. Kaan’ın polinomlar kavramındaki ilk dersinde *polinom zaten fonksiyon şeklinde tepkiler gelmişti öğrencilerden. Ayrıca buradaki soruda polinomun açılımında $4x$ bulunmasıyla öğrencilere sorduğum ne yaparsam dörde ulaşırım sorusunun çeliştiğini düşünüyorum. Çünkü öğrenci belki de x yerine 1 koyarım şeklinde cevap verebilirdi. Sorduğumuz sorulara çok dikkat etmemiz gerekiyor.**

Gizem burada sınıf içi öğretiminde öğrencilerin sabit terimi belirleyememesi sonucunda öğrencilere yönlendirdiği “Ne yaparsam dörde ulaşırım?” sorusunu değerlendiren bir

yaklaşımına sorgulamıştır. Bu soruyu sorma sebebini de öğrencilerin polinomlarda x belirsizine değer verme gibi bir algıya sahip olmayışından (x yerine bir şey atama fikirlerinin olmayışından) kaynaklı olabileceğini belirtmiştir. Gizem ayrıca kendi sınıf içi öğretimine öneri olarak da “*Belki de öğrencilere doğrudan ‘x yerine ne koyarsam sabit terimi elde ederim?’ gibi bir soru yöneltebilirdim. Böylece x yerine ne koyacaklarını sorgularlar sıfıra ulaşırlardı.*” ifadesini sunmuştur. Bu şekilde zaman zaman Gizem ile Ela’nın kendi sınıf içi video-kayıtlarını incelemeleri sürecinde kendi öğretimleri üzerine öneri getirdikleri tespit edilmiştir.

Ela sınıf içi uygulaması sırasında bir öğrenciye mimiğiyle verdiği dönüte dikkat etmiştir. Ela dikkat ettiği bu durumu,

“Oradaki mimiğim anla artık, anla sonunda gibi. Evet bu şekilde diye dönüt verebilirdim. Ama insan kontrol edemiyor ki her anını da hani onu fark ettim. Öğrenciye anladınız mı anlamadığınız bir yer var mı? diye sormayalım diye tartışmıştık senaryoda tamam belki psikolojik olarak çok etkileri var da o anki durumda ağzımızdan çıkan her kelimeyi her zaman kontrol edemiyoruz gibi geliyor bana. Doğallıktan kaçır gibi geliyor. Bu da öğrenci öğretmen arasındaki doğal iletişimi etkileyebilir. Mesela ne soracağım ne söyleyeceğimi düşündükçe ben biraz geriliyordum. Gizem anladınız mı sorusuna karşıydı. Doğru aslında öğrenciyi yargılamak gibi oluyor ama yaşadıkça oturabiliriz. Öğrenci konumundan öğretmen konumuna geçip kelimeleri ona göre düzenlemek zaman alacak gibi. Ders akışında olmalı ama bence.”

ifadeleriyle yorumlamıştır. Ela öğrenciye mimiğiyle verdiği dönütü yargılayan bir ifadeyle değerlendirmiştir. Ela öğrenciye doğrudan “evet doğru söylüyorsun” şeklinde öğrencinin de hevesini kırmadan dönütte bulunması gerektiğini belirtmiştir. Ela’nın karşılık verme bileşeni bağlamında öğrencinin düşüncesini onaylama şeklinde bir yaklaşımda bulunması gerektiğini düşündüğü söylenebilir. Ela öğretmenin de bir insan olması nedeniyle her zaman öğrenciye vereceği dönütü kontrol edilemeyeceği kanaatindedir. Ela öğrencilerin psikolojisi açısından, öğretmenin öğrencilere vereceği dönütlere dikkat etmesi gerektiği düşüncesinde olsa da, vereceği dönüt üzerine sürekli düşünmesinin kendisini gerdiğini bu nedenle daha çok ders akışında olunması gerektiği yönünde düşüncesini açıklamıştır. Ayrıca Ela öğretmen olarak atandığında zamanla kendi dönütlerini daha çok kontrol altına alabileceği fikrindedir.

Selin ders planı hazırlama süreci ile önceki deneyim fırsatları sürecinde öğrencilerin matematiksel düşünmesine dikkat eden bir öğretmen adaydır. Selin'in sınıf içi uygulamalarında da öğrencileri düşünmeye teşvik ettiği bu yönde öğrencilere dönütler verdiği gözlenmiştir. Selin video-kayıt incelemesi sürecinde kendisinin bir öğrenciye verdiği *“Birazcık düşünelim sonra konuşacağız.”* şeklindeki dönütünü *“Öğrencilere doğrudan cevap vermenin doğru olmadığını düşünüyorum. Bir iki dakika fırsat tanınmalı.”* ifadeleriyle değerlendirmiştir. Kaan'ın aksine Selin sınıf içi uygulamalarında öğrencilerin düşünmesine fırsat tanımıştır. Sınıf içi uygulamasında sorduğu *“farklı düşünen var mı?”* şeklindeki sorunun çok anlamlı olduğunu öğrencilerin düşünmesi için gerekli bir soru olduğunu belirtmiştir. Gerçekten; matematik sınıflarında öğrencilerin fikirlerini önemsemek, farklı düşünen öğrencileri açığa çıkarmak yapılan öğretimin etkililiği açısından önem arz etmektedir. Gizem'in de sınıf içi uygulamalarında bu tarz dönütlerde bulunduğu hatta kendisinin de bu tarz dönütlerine dikkat ettiği tespit edilmiştir. Selin dönütü değerlendiren bir yaklaşımla dikkatini sunduğu, ancak bu dikkatini dersi yetiştirme telaşından ve bazen de unutulması nedeniyle her zaman veremediğini belirtmiştir. Aday bu şekilde dönütte bulunmasının nedenini,

“Özellikle polinomlar konusunun ilk üç dersinde çok dikkat ettim. Bunun nedeninin ders planı hazırlarken ve başkasına ait video izlerken üzerinde çok durmamızdan kaynaklandığını düşünüyorum. *Öğrencilerin düşüncelerini analiz etmeliyiz, ne düşünüyor irdelemeliyiz şeklinde, o nedenle çok dikkat etmiştim. Farklı fikirler çıkar mı diye nasıl meraklıydım. Çünkü izlediğimiz videoda okuduğumuz senaryoda öğrencilerden o kadar farklı fikirler gelmişti ki. Hiç beklemediğimiz şeyler geliyordu. Ben de merak ettim benim dersimde nasıl değişik fikirler gelecek diye. Ayrıca ders planı hazırlarken de o kadar çok düşündük ki nasıl düşünür öğrenciler diye.*”

ifadeleriyle açıklamıştır. Selin'in deneyim fırsatları sürecinde edindiği izlenimlerden öğrencilerin farklı düşünebilmesinden kaynaklı olarak, öğretim anında dönütü öğrencilerin fikirlerinin açıklamasını fırsat verecek şekilde verilmesinin uygun olacağını düşündüğü söylenebilir. Zira Selin kendi sınıf içi uygulamalarında da öğrenciye doğru ya da yanlış dönüt vermekten ziyade, öğrenci ne düşünüyor, başka düşünenler var mı? Varsa bunların düşünceleri ne? gibi durumları açığa çıkarmaya çalışmıştır. Selin de Ela gibi sınıf içinde bazı

öğrencilere dönüt olarak verdiği mimiklerine dikkat etmiş bu durumu “*Mimiklerimle teşvik etmeye çalışıyorum. Tahtada bir şey yok korkmasınlar diye teşvik etmeye çalışıyorum.*” şeklinde açıklamıştır. Selin öğrencilerin tahtaya kalkma korkusuna sahip olmaları nedeniyle öğrencilere mimikleriyle dönütte bulunarak o korkularını yenmeye çalışmalarını sağlayacağı düşüncesini sunmuştur. Selin öğrencilerin her birine dönütte bulunmak istediğini ama sınıf içi karmaşa da bunun pek mümkün olmadığını belirtmiştir. Selin genel olarak hangi durumlarda dönütte bulunduğunu

“Her cevabı duyamıyorum o nedenle her birine dönüt vermek zorlaşıyor. Çok kargaşa oluyor hocam. *Ben doğru ya da yanlış diye değil ama duyduğum cevapta bir matematiksel fikir varsa bir dönüt vermeye çalışıyorum.* Hem öğrencilerin şevkini kırmamak için onların düşüncelerine önem vermek gerekiyor diye düşünüyorum. *Yanına gidip anlatınca gidiş yolun doğru ya da buralara dikkat et şeklinde dönütte bulunduğumda öğrencilerin daha aktif olduklarını düşünüyorum. Genelde dolaşıp da bakıyorum her birine bakmıyorum ama görürsem dönütte bulunuyorum.*”

şeklinde açıklamıştır. Selin öğrencilere doğru ya da yanlış şeklinde dönütte bulunmadığını, öğrencilerin fikri varsa o fikre dönütte bulunmaya çalıştığını ve bu yaklaşımının da incelenen matematiksel kavrama bağlı olmadığını dile getirmiştir. Ayrıca Selin’in sınıf yönetimi konusunda tahtada durmaktan ziyade sınıf içinde aktif olduğu hem video-kayıttan hem de sınıf içi gözlemlerden söylenebilir.

Ela ders planı hazırlarken öğrencilerin sabit terimi bulmayı öğrendikleri için “ $P(x - 2) = x^3 - 5x^2 + 4x + 8$ olmak üzere $P(x + 3)$ ’ün ve $P(x - 3)$ ’in sabit terimini bulunuz.” sorusunda öğrencilerin bir daha x yerine $x + 5$ koyup $P(x + 3)$ polinomunu elde edebileceklerini düşünmediklerini,

“(…) Bir de benim $(x + 5)$ in küp açılımını yapmak aklıma gelmemişti planı hazırlarken. Rakamların ne olduğunu bilmiyordum açmamıştım önceden o nedenle o karmaşayı çözmek zor oldu. O nedenle anında müdahale edemedim. Bir de diğer öğrencilerde çok müdahale etti ama o anki telaşla müdahale etseler yardımcı olurlar mı diye düşünüp karar veremedim. Hatta bir an önce düzeltseler de ben kurtulsam diye düşündüm. Çok telaşlandım hocam. Soru çözümü oluyordu rahat oluyordu ama birebir konu anlatmak bana çok yük yükledi sanki. Öğrenci öğrenir mi kafalarında bir karışıklık mı olur, ben yanlış yaparsam bana olan saygılarını mı yitirirler gibi aklıma bir sürü şey takıldı. Kendimi suçlu hissediyorum.”

yorumunda açılmaya çalışmıştır. Ela sınıf içi öğretimini incelerken dikkat ettiği durum olan ders anında öğrencilere dönütte bulunamamasının nedenini, ders planı hazırlama sürecinde öğrencilerin $P(x + 3)$ polinomunu elde etmek istemeyebilecekleri şeklinde açıklamıştır. Ela ders işleme esnasında karşısına çıkabilecek beklenmedik durumlar olursa, bu durumları yönetemeyeceği izlenimi oluşturmaktadır. Ayrıca Ela'nın yorumundan öğretmen kimliğine bürünüp, dersleri öğrencilerle birebir etkileşim halinde yürütmesinin kendisine büyük bir sorumluluk yükleyeceği düşüncesinde olduğu söylenebilir.

Ela sınıf içi uygulamasında,

“Ö10_B: Hocam $(x + 5)$ in karesini de açacağım çok uzamıyor mu yaaa?

E: Şimdi açmamıza gerek var mıydı bilmiyorum ki (...) Şimdi $P(x+3)$ ün sabit terimini soruyor değil mi?

Ö5_B: Hocam x yerine $x + 5$ koyarak buluyoruz yaa.

E: O bir yol ama şimdi $P(x + 3)$ ün sabit terimini sorduğu için burada x yerine sıfır koyacağız yani bize sorulan $P(3)$ arkadaşlar.

Ö6_B: Niye $(x+5)$ koyuyoruz hocam?

E: Bize neyi soruyor $P(x+3)$ ün sabit terimini o zaman nasıl elde edeceğiz $x + 3$ ü x yerine $x + 5$ koyarak.”

şeklinde gerçekleşen diyalog kesitinde her öğrenciden bir ses çıkmasına hangi düşünceye dönütte bulunacağını şaşırtmasına dikkat etmiştir (bkz. Şekil 14). Bu anda videoyu durdurmuş ve dikkat ettiği durumu

“E: En zorlayıcı anlar bu anlar. Ben öğrencilere $P(x + 3)$ ün sabit terimini bulmaya çalıştığımızı açıklamaya çalışıyorum çünkü bir öğrenci takıldı orada. Arkadan biri de $x + 5$ de koyabiliyoruz ama öyle de çözebiliriz diyor. Anlatıyorum biliyoruz zaten öncesi anlatmıştık. Benim orada anlatmak istediğim $P(x + 3)$ de sıfır koyma yolunda bir sıkıntı çekiyor. Onu açıklamaya çalışıyordum ama başka kafadan bir ses geliyor çünkü açıklamamın farkında olmuyorlar. Öğrenci içeriği sıfıra eşitlemek istedi. x yerine -3 konulması gerektiğini yani $P(-3)$ ü koymamız gerektiğini düşünüyor. Ben de aradığımız şeyin o olmadığını açıklamaya çalışıyorum.

A: Öğrencinin zihnindeki ne olabilir, ne düşünüyor sence?

E: Öğrenci burada $P(0)$ ı arıyor karıştırıyor çünkü. Aslında bunun karıştırıldığını hep önceden de tartışmıştık. (Aşağıdaki şekilde görülüyor) $P(x)$ in sabit terimini sorarsa $P(0)$, $P(x + 1)$ in sabit terimini sorarsa $P(1)$ i bulacağımızı ben vurgulamıştım. Ama öğrenci hep yukarıdakini alıyor. Çünkü zihnimiz basiti algılıyor $P(0)$ ı bulacağım hep

diye kodluyor bir daha düşünüyim karmaşık bir şeyi diyor. Sorulan polinomda x yerine sıfır yazmak bizi sabit terime götürecektir. Şeklinde dönüt verirdim şimdi olsa. Hocam dinleyince anladım öğrenci niye $(x + 5)$ yazdığını merak etmiş. Aynı şekilde cevap verirdim.”



Şekil 14. Ela'nın sınıf içi uygulamasında hangi öğrenciye dönütte bulunacağına karar verdiği an.

diyalogundaki biçimiyle yorumlamıştır. Ela sınıf uygulamasında öğrencilerden hangisine dönütte bulunacağına dair zorlandığı anda video-kaydı durdurmuştur. Burada Ela bir öğrencinin $P(x + 3)$ ün sabit teriminin nasıl bulacağına dair bir fikre sahip olmamasından ötürü o öğrenciye açıklama yaparken başka bir öğrencinin neden $x + 5$ sorusuna maruz kalınca açıklamasını biraz ertelemiştir. Ela sınıfın karmaşasında bazı anlarda hangi öğrenciye dönütte bulunması gerektiğine karar vermesi gerektiğini bir örnek üzerinden açıklamıştır. Ela'nın bu örneği öğretmen adaylarının kendilerinin sınıf içi ve öğretmenlik uygulamaları aracılığıyla farkındalığın “nasıl karşılık vereceğine karar verme” bileşenini kullanmaları gerektiğine dair bir örnek niteliğinde olduğu söylenebilir.

II. Ders süresinin yönetimi

Öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarında genel olarak doğru cevabı veren ya da kendileriyle aynı fikirde olan öğrencilerin ifadelerine dikkat ettikleri ve onlara söz hakkı verdikleri belirlenmiştir. Selin bu durumun nedenini “*Bazen zaman yetismeyecek diye hemen doğru cevabı veren öğrenciyi kaldırıyorum. Çünkü bir işlem hatası olduğunda dersin gidişatı değişiyor.*” Eğer süre sıkıntısı varsa kesin olarak doğru cevabı veren öğrenciye söz

hakkı veriyorum.” şeklinde açıklamıştır. Selin doğru yapan öğrenciye söz hakkı verme nedenini zaman kaygısıyla açıklamıştır. Genellikle doğru düşünen öğrenciye yönelse de tahtaya çıkma ya da sınıf içinde konuşma kaygısı olan öğrencilerde o kaygıyı yenmesi için Selin’in dönüt verme bağlamında *“işlem hatası yapman ya da bazı hatalı düşüncelerin olması önemli değil, tahtada sen çözerken üzerinde düşünüyoruz”* şeklinde bir cümle kullandığı gözlenmiştir. Zira zaman kaygısı olmasa Selin’in deneyim fırsatları süreçlerine dayanarak öğretiminde öğrenci düşünmesi üzerinde duracağı söylenebilir. Selin burada sınıf içinde doğru cevabı veren öğrenciye dikkat etmesinin gerekçesini zaman kaygısı olarak ifade etmiştir. Ancak Selin “karşılık verme” bileşeni bağlamında bir öğrenci doğru da yanlış da düşünse, doğrudan *“bu doğru ya da bu yanlış”* şeklinde doğrudan dönütte bulunmamış öğrencinin düşüncesini açıklamasına fırsat tanımıştır.

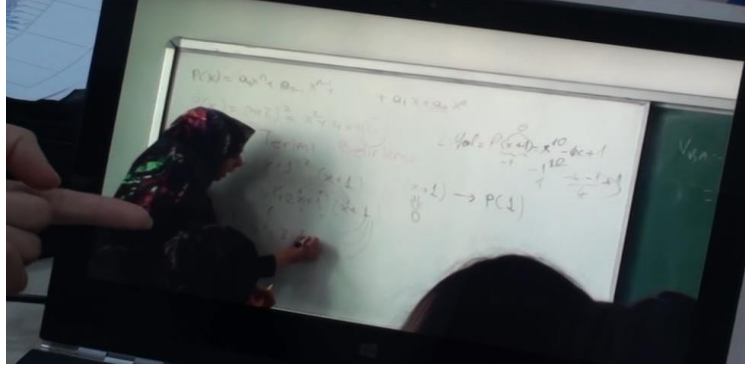
Ela ilk sınıf içi uygulamasında $P(x - 2) = x^3 - 5x^2 + 4x + 8$ polinomu verildiğinde $P(x + 3)$ ün sabit terimini bulmak için x yerine $x + 5$ yazan bir öğrenciye söz hakkı vermiş ve tahtaya kaldırmış, ancak tahtaya kaldırdığı öğrenci işlem hatası yaptığı için ders gereğinden fazla uzamıştır. Ela bu durumu sınıf içi uygulamalarda ders süresinin yönetimine dikkati üzerinden aşağıdaki alıntısında açıklamıştır.

“Belki tahtada öğrencinin x yerine $x + 5$ yazıp açmasına izin vermeyebilirdim. Çünkü zaman da çok sıkıntı yaşadım siz de biliyorsunuz. Bir de tahtada karmaşa oldu, tahta karışınca otuz kişinin olduğu bir sınıfta o karışıklığı toparlamak zor oluyor. Bu sınıf içi tecrübelerimden öğrendiğim şey öğrencilerden gelen her fikri tahtaya yansıtmak doğru değil. Öğrenci yerinde söylese o kadar karışıklık olmuyor ben gidip müdahale edebiliyorum. Çözümünü yapmayan gidiş yolunu görmediğim bir öğrenciyi tahtaya kaldırdığımda diğer öğrencilerin kafasının karıştığını görüyorum. Tamam onun fikrini kazanayım derken diğer öğrencilerin fikirlerinde sıkıntı olması olasılığı artıyor. Onun dengesini iyi tutturmak gerekiyor sık sık bunu tekrar edersem ders içinde o zaman konu konunun öğrenilmesi bir daha zorlaşacak. Daha fazla zamana ihtiyacım olacak 45 dakikadaki konuyu 90 dakikada yanlış tahtada bariz bir şekilde gösterirsek sıkıntı değil ama yanlışın nereden kaynaklandığını anlayamazsa diğer öğrenciler o yanlış öğrenmeler onda da kalacak. Yanlış yansıttığımızda yani yapılan hata, yanlış görüldüğünde o zaman aynı yanlışla sahip öğrenciler ‘aaa ben de böyle düşünüyordum diyor’. Birkaç ders çıkışında yaşadım işte üssü ifadelerde mesela üssü ifadeleri çarparken üsleri toplamaları gerekirken çarpma gibi hataları görmeleri yaşadım

onları orada görmeleri iyi oluyor ama işlem hatası toparlayayım derken konu da gidiyor, öğrenme başka yere kayıyor. İşlem hatası en tehlikeli bence tahtada, işlem hatasız bir öğrenciyi kaldırmak gerekiyor.”

Ela burada sınıf içi öğretiminde işlem hatası yapan bir öğrenciyi tahtaya kaldırması nedeniyle zaman kaybı yaşadığına dair dikkatini sunmuştur. Ela doğru yapmayan özellikle işlem hatası yapan bir öğrenciyi tahtaya kaldırdığında hem ders planını yetiştiremeyebileceğini hem de diğer öğrencilerin fikirlerinde bu nedenle karışıklık olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Ela öyle kritik anlara müdahale edemediğini, kendisinin de telaşa kapıldığını belirtmiştir. Ela’nın sınıf içi uygulamalarda zaman kaybı yaşanmaması için özellikle işlem hatası olan bir öğrencinin tahtaya kaldırılmaması gerektiğini vurgulamıştır. Ela öğrencilerin işlem hataları varsa yanlarına gidip ya da sözel olarak hataların düzeltilmesi gerektiğini belirtmiştir. Ela aslında, öğrenci hatalarının tahtada görülmesinin sınıfta bir karmaşaya neden olduğunu söylese de öğrencilerin bazılarının diğer arkadaşlarının hatalarını görmesinin kendilerindeki hataları da görmeyi tetiklediği yönünde bir örnek vermiştir. Bu örneğe rağmen, Ela sınıf içinde o hataların düzeltilmesinin süre açısından dersin akışını aksatıp zaman kaybı yaşatması nedeniyle doğru çözen öğrenciye yönelme eğilimde olabileceği izlenimi oluşturmaktadır. Ela sınıf içi uygulamalarında bir soruyu çözerken öğrencilerin önbilgilerine başvuracakları binom açılımı üzerinden de alternatif bir yolla açıklamak üzereyken vazgeçmiştir. Ela bu duruma dikkat etmiş, hemen incelediği kendi öğretimine ait sınıf içi video-kaydı durdurup o ana dair düşüncelerini,

“Orada binom açılımını gösterecektim ama vazgeçtim. Çünkü süre kontrolü ve yetiştirmem gereken bir plan var. Oradaki ön bilgi eksikliğini gidermem de gerekiyor diye düşündüm. Sonra o esnada tek yolla yeterli kalmalıyım diye düşündüm. Çünkü bu ön bilgi (tahtayı gösterir) bunu önceden biliyor olmaları gerekiyor. Benim ikinci bir alternatifi göstermek için zamanım olduğunu düşünmüyorum. Dersi planlarken aslında ona dikkat etmek gerekiyor. Çünkü sonuçta bu planladığımı dersi de yetiştirmem gerekiyor. Tamam ön bilgileri de gidermem gerekiyor. O an için küp açılımını göstermenin yeterli ön bilgilerini desteklemek için. Diğerine geçmek sanki birazcık daha o konuyu işliyormuş havası verip orada yoğunlaşmalarını sağlıyor öğrencilerin. Şu an olsam orada buna hiç girişmezdim.”



Şekil 15. Ela ders anında Binom açılımı yönetimini sildiğini işaret eder.

ifadeleriyle paylaşmıştır. Ela planladığı dersi yetiştirmesi düşüncesiyle ikinci alternatif yol olarak Binom açılımını göstermesine gerek olmadığını belirtmiştir (bkz. Şekil 15). Ela sınıf içi uygulamasında zaman kaybı yaşanmaması için öğretim anında tek yolla öğrencilerin soruyu çözmesinin yeterli olduğu şeklinde yorumlamıştır. Ayrıca Ela alternatif bir yol olarak öğrencilerin ön bilgilerinde olan Binom açılımını sabit terim ya da katsayılar toplamını bulmak için öğrencilerin kendilerinin araştırıp kullanabileceğine dair düşüncesini de dile getirmiştir. Araştırmacı Ela'ya Binom açılımını niye sildiğini sorduğunda araştırmacı ve Ela arasında,

A: İkinci yolundan bahsetmez miydin?

E: İkinci yolu var bile demezdim. Bu şekilde yapabiliriz der devam ederdim. Merak eden gidip araştırabilir binom açılımını.

A: Çok vaktini alır mıydı Ela binom açılımını göstermek?

E: Gerek yok hocam. *Burada ders planlarken hedefim katsayılar toplamı ve sabit terimi bulmalarıydı. Amacımın dışında olanların üzerinde durdukça amacımdan sapacağım. Ön bilgi eksikliği giderilmeden bunu anlatmak da olacak iş değil o nedenle bu ön bilgiyi gidermek için bu yeterliydi bence.*

A: Polinomlarda genel olarak binom açılımı gerekli mi sence? Yani burada versek ilerde çok üzerinde durulmasa nasıl olurdu?

E: Bence gerek yok hocam binom açılımı ilerde çarpanlarda ayırmada belki tekrar edilebilir.”

diyalogu gerçekleşmiştir. Ela'nın ders planının ve amacının dışına çıkmadan dersi devam ettirme yönünde karar verme eğilimde olup ileriki öğretiminde de ders süresini iyi yönetmek adına bu tarz kararlar alacağı söylenebilir.

Selin de aslında Gizem ve Ela'ya benzer yaklaşımla tahtaya soru çözümüne hâkim bir öğrenci kaldırmasını derslerinde zaman kaybı yaşamadan dersine devam edebileceğine dair algısını,

“S: Kendimde şunu fark ettim tahtaya istekli daha fazla istekli kalkanları biraz daha fazla tahtaya kaldırıyorum. *Onu yapmamam gerekiyor aslında. Diğerlerine söz hakkı vermediğimi çünkü tahtaya kaldırdığım öğrencinin yapabileceğini bildiğim için hem zaman kaybı yaşamamak açısından kaldırdığımı fark ettim.* Bu dersimde (polinom kavramına dair sunduğu son ders) *devamlı yapabilen doğru çözüme ulaşan öğrencileri kaldırdığımı fark ettim bunu yapmamam gerekiyor aslında.* Diğer öğrencilerde derse katılmalı.

A: Peki sen neden böyle yapmış olabilirsin?

S: Önceden parmak kaldırmayanlara daha çok söz hakkı veriyordum. *Ama sonra hem zaman kaygısı hem de öğrencileri daha iyi tanımam nedeniyle tanıdığım yapabilecek öğrencilere söz hakkı vermeye başladım.”*

diyalogunda açıklamıştır. Buradan öğretmen adaylarının genel olarak zaman kaygısıyla doğru düşünen öğrencilere derste söz hakkı verdikleri çıkarımında bulunulabilir. Gerçekten, Gizem, Ela ve Selin süre kullanımı konusuna dikkatlerini birçok kere vurgulamıştır. Kaan sınıf içi uygulamalarda zaman yönetimine önceki deneyim fırsatlarında olduğu gibi öğretmenlik uygulaması sürecinde de dikkat etmemiştir. Bu durumun Kaan'ın ders planında belirttiği süreleri birebir uymaya çalışmasından kaynaklı olduğu söylenebilir.

4.3.3.Öğretmen Adaylarının Polinom Kavramının Matematiksel Yapısı İle Öğretim Bağlamındaki Yapısı Dair Farkındalığı

Öğretmen adaylarının ders planı hazırlama sürecinde kavram öğretimine odaklanmaları nedeniyle çoğunlukla *polinom kavramının matematiksel yapısına ile öğretimi bağlamındaki yapısına* odaklandıkları tespit edilmiştir.

4.3.3.1. Adayların Polinom Kavramıyla İlgili Öğretim Programının Açıklamalarına Dair Farkındalıkları

Öğretmen adayları polinom kavramının tanıtılmasına dair “Gerçek katsayılı ve bir belirsizli polinom kavramını açıklar.” kazanımı üzerine ders planı hazırlarken,

- ‘polinomlara nasıl giriş yapılmalı?’,
- ‘hangi cebirsel ifadeler polinom belirtir?’,
- ‘polinomun bir gösterim olması’,
- ‘polinomlarda derece, katsayı, sabit terim ne demek nasıl tanıtılmalı?’,
- ‘Sabit polinom, sıfır polinomu ve iki polinomun eşitliğini örneklerle açıklar’
- ‘polinom kavramı için öğrencilerin bilmesi gereken diğer kavramlar’

sorularını sormuşlardır. Bu sorulara cevap aramak için önce öğretim programında polinom kavramı ile ilgili açıklamalara bakmışlar ve daha sonra polinoma ait matematiksel terimlerin nasıl tanıtılması gerektiği üzerindeki düşüncelerini aşağıdaki diyalogda sunmuştur.

“G: Sabit terimi karıştırmazlar çünkü parabolün sabit terimi var onu biliyorlar o nedenle karıştırmazlar. Derecede belki zorluk çekebilirler.

K: İkinci dereceden denklemlerin grafiklerini çizerken de aslında biliyorlar dereceyi.

S: Polinomlar aslında altıncı sınıfta verdiğimiz cebirsel ifadeler ama altıncı sınıfta o ifadelere polinom adını vermiyoruz. Sabit terimini, baş katsayısını buluyoruz.

E: Mesela şey olabilir polinom olmayan bir şeyde $f(x) = 3x^{-2} + 5x^{-\frac{1}{2}}$ bunun derecesi, katsayısı, sabit terimi diye sorsam. Ama birkaç öğrenci polinom değil der.

S: Derece sadece polinomlarda mı olmalı? $f(x) = a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n$ İlk polinomun tanımını öğrenciye vermeliyiz sonra polinomlarda terim ne demek derece ne demek onu algılatmalıyız.”

Gizem öğrencilerin parabol ön bilgilerinden kaynaklı olarak sabit terim kavramına alışık olduğunu belirtmiştir. Kaan öğrencilerin ikinci dereceden denklemlerin grafiğini çizdikleri için dereceyi bildiklerini ifade etmiştir. Selin aslında öğrencilerin altıncı sınıftan polinom kavramını tanıyor olmalarından sadece polinom ismini vermediklerinden bahsetmiştir. Selin aslında geçmiş yaşantılarında altıncı sınıfta hâkim oldukları bu cebirsel ifadeleri öğrenmede zorlanmayacaklarına dair düşüncesini ortaya koymuştur. Selin’in bu bilgisinin altıncı sınıf iki öğrenciye özel ders vermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ela ise polinomun öğretim programındaki yerinden ziyade, öğrenciler tarafından nasıl soyutlanabileceğine dair fikrini sunmuştur. Ela’nın fikri birçok cebirsel ifade arasından belli özelliklere sahip olanları soyutlayarak polinom kavramının verilmesi yönündedir. Öğretmen adayları polinom kavramı üzerine ders planı hazırlarken bir problem durumundan yararlanarak öğrencilerin

bu problem durumunda istenilen cebirsel ifadeyi elde etmeleri ve bu ifadenin özelliklerini sorgulamaları yönünde karar vermiştir. Kaan kendi ders sunumunu arkadaşlarıyla değerlendirirken aslında Ela'nın en başında sunduğu fikrin polinomun öğretimi için uygun olduğuna dair düşüncesini,

“Polinomlar aslında öğrencilerin aşına olduğu ama isim olarak belki bilmedikleri bir kavram burada kelime anlamı sunuldu. Belki birçok cebirsel ifade verip aralarından aynı özellikte olanları ayırt etmeleri istenebilirdi. Böylece öğrencilerin daha aktif katılımı sağlanabilirdi.”

cümleleri ile paylaşmıştır. Selin, Kaan'ın ders sunumu sonrası polinom kavramının öğretilmesi bağlamında kendi sınıf içi uygulaması için bazı durumlara dikkat etmiştir. Örneğin Selin, Kaan'ın polinom kavramının tarihi geçmişini içeren kısa videonun öğrencilerin (10-D sınıfı) dikkatini çekmemesi sebebiyle kendi polinom kavramı üzerine sınıf içi uygulamasında bu videoyu kullanmamaya karar vermiştir. Selin bu kararını “Ders planında ele aldığımız polinomların geçmişinden, polinom biçiminde ifade edilen eğrilerden bahseden videonun Kaan'ın dersinde *öğrenciler tarafından çok dikkat çekmediğini gözlemlediğim için Kaan'ın ders sunumu değerlendirmesinden sonra kendi dersimde vermemeye karar verdim. Doğrudan cebirsel ifade şeklinde ele alabileceğimizi konuştuk. Ben de o nedenle videoyu çıkardım.*” ifadeleriyle ortaya koymuştur.

Kaan kendisinin polinom öğretimine ait video-kayıt inceleme sürecinde polinomun ne olduğunu tekrar kavramın matematiksel yapısı bağlamında,

“ $x^2 + x$ ifadesinin başına $p(x)$ ifadesini koymasam da aslında $x^2 + x$ bir polinom değil mi? Çünkü fonksiyonda $f(x) = x^2 + x$ de $x^2 + x$ ifadesi y 'yi temsil ediyor. Aslında fonksiyon bir denklem oluyor. İki tane bilinmeyen var bunlar belirsiz değil nerede çalıştığımı biliyorum. Polinomda herhangi bir eşitlik olması gerekmiyor bence. $x^2 + x$ olduğu zaman bu cebirsel ifadeye bir polinom diyebilirim. $x^2 - x$ i çarpanlara ayırırken bir özdeşini yazıyorum bu ifade bir polinom, bu herhangi bir şeye eşit olmak zorunda değil.”

şeklinde sorgulamıştır. Burada Kaan'ın sürecinde dikkat ettiği polinom, denklem ve fonksiyon arasındaki ilişki durumunu kavramın matematiksel yapısı bağlamında yeniden ifade etmiştir. Ancak Kaan'ın fonksiyon ve denklem (alan bilgisinden kaynaklı) kavramları arası ilişkiyi tam olarak açıklayamadığı tespit edilmiştir. Bu durumun öğretmen adayları bir

duruma dikkat etse bile o durumu yorumlayabilmelerinin alan bilgilerine ihtiyaç duyduklarına dair bir örnek niteliğinde olduğu söylenebilir.

Ela polinomun sabit terimi üzerine sınıf içi uygulamasında sorduğu bir soruyu bir öğrenci (Ö1_B) tahtada soruyu doğru çözdüğü halde kendisinin yapmış olduğu çözümü tekrar adım adım gözden geçirmiştir. Ela kendi sınıf içi uygulamasında soruyu tekrar çözmesini içeren,

“E: $P(x)$ in sabit terimini bulurken ne yapıyordum ben? Şurada x yerine 0 yazdım. Bizden istenen ne? $P(0)$ ’ı belirlemem. [$P(0) = ?$ (tahtaya yazar.)]

BT: İçeriği sıfır yapmak.

E: Evet içeriği sıfır yapacağım. O zaman polinomda ne yazmam lazım? İçerinin sıfır olması için x yerine ‘-1’ koyacağız. (tahtada kendi çözer). $P(0) = 6$ oldu.

$P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$
 $P(x) = (x+1)^5 - 4x + 1$
Sabit Terimi Belirlem.
 $P(x) \rightarrow P(0)$
 $P(0) = ?$
 $P(x+1) = x^5 - 4x + 1$
 $x=0 \rightarrow (-1)^5 - 4(-1) + 1$
 $= -1 + 4 + 1$
 $= 4$
 $P(x) = (x-1)^5 - 4(x-1) + 1$
 $(x-1)^5 = x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - 1$
 $P(x) = (x^5 - 5x^4 + 10x^3 - 10x^2 + 5x - 1) - 4x + 4 + 1$
 $x=0 \rightarrow (1)^5 - 4 + 1$
 $1 - 4 + 1$
 $= -2$

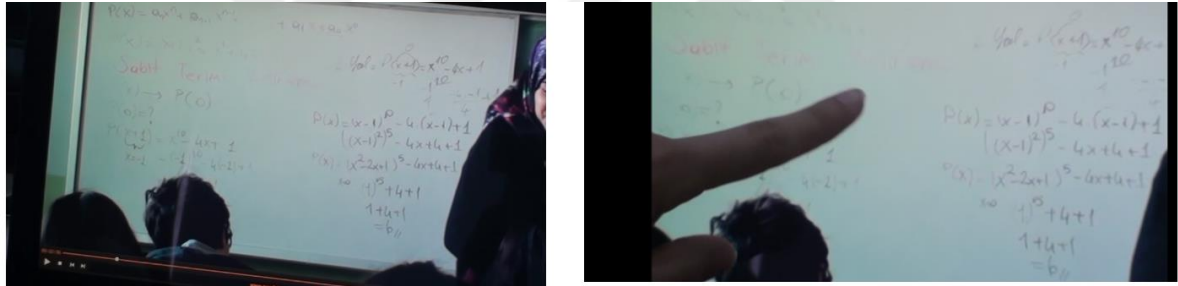
Şekil 16. Ela soruyu kendisi sorar.

E: Buraya kadar sormak istediğiniz bir yer var mı? (10-D sınıfı/ 7.04.2017/ 08:16)”
şeklindeki sınıf içi uygulama kesiti üzerine videoyu durdurmuştur. Ders anında Ela bilinçli olarak çözüme dikkat ettiği için video-incelemesinde de dikkat etmiştir. Ela polinom eğer verilen bir $P(x)$ polinomunun sabit terimi sorulursa x yerine sıfır koyarak soruyu çözeceklerine dair kural elde ettiklerini belirtmiştir (Şekil 16 ve Şekil 17 de videoyu durdurma sebebini açıklar). Daha sonra polinom $P(x+1)$ şeklinde verilip $P(x)$ polinomunun sabit terimini sorunca, bir öğrencinin $P(x)$ elde etmesini Ela diğer öğrencilerin karıştırdığını belirterek soruyu tekrar çözmüştür. Ela soruyu tekrar çözmeye sebebini,

“(Ela tahtayı işaret eder) Çünkü burada bir karmaşa oluştuğunu düşünüyorum. Polinomda ne yaptık sıfıra mı eşitledik. Şurada önceden biz bu kuralı elde ettik, belirledik. Sabit terim sorulduğunda x yerine sıfır koyma şeyini. Öğrenci de $P(x)$ i

elde etmeye çalıştı ancak direk $P(0)$ ı elde etmelerinin daha rahat anlaşılacağını düşündüm. $P(x) = (x + 2)^2$ polinomunun sabit terimini sorduğumuzda açarak bulurlar diye konuşmuştuk zaten Gizem sorduğunda açarak bulmuşlar. Sonra biz onu değiştirelim demiştik daha yüksek derece verelim diye düşündük. Bu soruyu sorduk hatta $(P(x) = (4x^3 - 3x^2 + 7x + 2)^7$ polinomunun sabit terimi hakkında ne söyleyebilirsiniz?) açarak yapmasınlar diye ama tahmin yürüttüler burada 2 sabit terim 2 nin yedinci kuvveti olur dediler. Sonra yönlendirme ile burada sabit terimi bulmak için x yerine sıfır yazılacağı kanısına vardık. O kanıdan yola çıkarak bunu yapmıştık ama buradaki değişiklik $P(x + 1)$ oluşu $(x + 1)$ oluşunu yorumlarken de fonksiyonlardan yola çıktılar. Onu yaptılar ama ben bazı öğrencilerin anlamadığını ve kafalarının karıştığını düşündüğüm için daha düzenli sistematik bir şekilde yapıp diğer soruda onlara bırakmayı düşündüm.”

şeklindeki alıntısında açıklamıştır. Ela burada öğrencilerin ikna olması için soruyu kendisinin sistematik çözmesi gerektiğine dair düşüncesini açıklayan yaklaşımla ortaya koymuştur.



Şekil 17. Ela öğrencinin çözümüne yardım eder.

I. Polinomun bir gösterim olması

Öğretmen adayları ders planı hazırlarken polinom kavramının matematiksel yapısına ve öğretimine dair birçok duruma odaklanmışlar ve ders akışının nasıl olması gerektiği üzerine bir karara varmışlardır. Öğretmen adaylarından Ela polinomun lisedeki öğrenciler için oldukça soyut bir kavram olduğu şeklindeki düşüncesini paylaşmıştır. Öğrencilerin genelde verilen bir kavramı ezberleme eğilimlerinde olmaları nedeniyle polinom kavramını yapılandırmanın lise seviyesindeki öğrenciler için zor olduğunu belirtmiş, bunun üzerine ders planı hazırlarken Ela'nın “*polinom kavramının oldukça soyut bir kavram olması*” fikri üzerine gerçekleşen tartışmalarında aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir.

E: Polinomun mantığını lise de kavratmak çok zor bence. Biraz kompleks polinom kavramı. Öğrencilere sistematik versek polinom budur, polinomun katsayısı budur, terimi budur desek öğrenci ezberler öğrenir ancak polinomun altyapısını aslında bir gösterim biçimi olduğunu, x belirsizini kavratmak zor olacaktır diye düşünüyorum. Genel olarak ne kadar matematiksel düşünme düzeyleri yüksek olsa da ezbere dayalı eğitimden geldikleri için öğrenciler polinomlar üzerine düşünmek değil, ezberlemek isteyecekler.

A: Neden öyle düşünüyorsun Ela?

E: Hocam aslında tartışmalarımızda polinomun polinomlar halkasının bir elemanı olduğunu, x in belirsiz olduğunu eğer belli olursa zaten halkayı oluşturduğunu belirtmiştik. Bunu öğrencinin anlamlandırabileceğini düşünmüyorum.

S: Aslında polinomu öğrenciye tanıtırken doğrudan " $\mathbb{R}$ de x bir belirsiz n pozitif bir tamsayı $0 \leq i \leq n$ için $a_i \in \mathbb{R}$ olmak üzere $P(x) = a_0x^0 + a_1x^1 + \dots + a_nx^n$ ifadesine x e göre bir polinom denir" şeklinde versek öğrenci bu tanımlı öğrenir diye düşünüyorum.

E: Ben emin değilim. Benim demek istediğim ezberler zaten ama biraz soyut mesela x belirsiz ne demek? diye soracaktır.

K: Değişken ya da bilinmeyen olmayan işte. Ben dün şunu fark ettim biz polinomları nerede kullanıyoruz?

G: İşlemlerde kullanıyoruz.

K: Biz grafik çizdik mesela bu hafta (10-D sınıfında). Bizim çizdiğimiz grafik ikinci dereceden bir bilinmeyenli polinom tipindeki fonksiyonların grafiği idi. Biz polinom tipindeki fonksiyonların grafiğini çizebiliyoruz.

E: Öyle mi sadece? $\sqrt{x}$ i çizemiyor mu öğrenci?

K: Biliyor. Ama ikinci dereceden denklemler ve fonksiyonlar diyoruz ya aslında fonksiyonun derecesi yok aslında. Polinom tipindeki fonksiyonun derecesi var. $ax^2 + bx + c$ şeklinde olanları çizebiliyoruz. Yani ikinci dereceden polinom tipli fonksiyonların grafiğini çizebiliyoruz. (...)

E: Diyorum ki ben de polinom bizim cebirsel yapılarda kullandığımız bir gösterim. Ben polinomları kullanarak denklem de yazabiliyorum, fonksiyon da yazabiliyorum o gösterim. Öğrencinin lisede ben bunu nerde kullanacağım ne yapacağım düşüncesi var. (...)

K: Yani sadece ikinci dereceden diyemezdik ki fonksiyonların grafiği diyebilirdik. Çünkü derece polinomlara ait bir terim. İkinci dereceden polinom tipli fonksiyonların grafiğini çiziyoruz. Benim burada değinmek istediğim polinomların özel bir fonksiyon olduğu değil de bazı fonksiyonların polinom tipinde olduğunu gösteriminin polinoma benzediğini sezdirmemiz gerekiyor öğrencilere. (28.03.2017/ Salı)"

Bu diyalogda adaylar polinomu öğrencilerin nasıl anlayacakları ve bu bağlamda polinomun matematiksel yapısı üzerine dikkatlerini sunmuştur. Ela ilk olarak polinomun soyut bir kavram olması düşüncesiyle öğrencilerin bu kavramı algılayamayabileceklerini eğer sistematik şekilde sunulursa katsayısı, terimi, derecesi bunların tanımlarını öğrencinin ezberleyebileceği şeklinde yorumlamıştır. Ela öğrencilerin polinomun gösterim biçimi olduğunu içselleştirmeyeceklerini, yani onun ne demek olduğunu anlamlandıramayacakları şeklindeki düşüncesini dile getirmiştir. Ela bu duruma dikkati doğrultusunda öğrencilerin anlamlandırması için öğrencilerin bunu nerde kullanacağım şeklinde soru sorabilecekleri öngörüsüyle öğrencilere karşılık verme bileşeni bağlamında “*polinomları kullanarak denklem de yazabiliyorum, fonksiyon da yazabiliyorum o bir gösterim (form, yapı).*” şeklinde bir dönüt örneği vermiştir. Selin ise öğrencilere doğrudan polinomun matematiksel tanımı verilirse zaten öğrenebileceklerini belirtmiştir. Kaan ise bir parabol grafiğiyle öğrencilerin bir gösterim olan polinomun bazı fonksiyonların gösterimi olduğunu anlamlandırabileceğini açıklamıştır. Burada polinomun matematiksel yapısı üzerine dikkatlerini, Kaan ve Ela polinomun gösterim biçimi olmasını açıklayan yaklaşımla, Selin ise polinomun matematiksel tanımı vermiş ve verdiği tanımın öğrencilere sunulması gerektiği fikrini açıklamıştır.

Öğretmen adayları fonksiyon ve denklem için polinomların bir gösterim biçimi olduğunu,

E: *Kübik fonksiyon dediğimiz aslında üçüncü dereceden polinom tipli fonksiyon oluyor.*

G: Aslında Kaan’ın dediği gibi 3 polinomun derecesi.

E: *Polinomların fonksiyonu, denklemleri ifade ederken kullandığımız bir gösterim biçimi olduğunu vurgulayalım.*

G: Kavramları gruplara ayırmamıza yardım ediyor polinom.

A: Nasıl yani?

G: *Örneğin fonksiyonların polinom tiplisi de var polinom tipli olmayanı da var.”*

diyalogunda tekrar ele almıştır. Ela üçüncü dereceden bir fonksiyonun aslında üçüncü dereceden polinom tipli olduğunu vurgulamıştır. Gizem ise kavramların polinom tipli olan ve olmayan şeklinde sınıflandırılabilceğini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının polinomun

matematiksel yapısı üzerine düşündükleri ve açıklayan yaklaşımla düşüncelerini ifade ettiği söylenebilir.

II. Polinomun Kökleri

Öğretmen adayları öğrencilere etkinlik hazırlarken daha önceden araştırmacının öğretmen adaylarına sunduğu bir örnek üzerinden polinomun kökünün öğretimi bağlamında tartışmıştır. Ayrıca öğretmen adayları öğrencilerin nasıl anlayabileceklerini ve ders planı hazırlarken nelere dikkat edecekleri üzerine düşünmüştür.

“S: (Selin araştırmacının yönelttiği dokümandaki, önermeler üzerine yorum getirmiştir.) Öğrencilerin de iki önermeyi aynı anda verince karıştırma ihtimalleri düşüyor gibi geliyor bana.

P(x) polinomu göstermek üzere, aşağıdaki önermelerin doğruluğunu tartışınız.

a. $P(x) = x^3 - 2x^2 - 9x + 18$, $P(2) = 0 \Rightarrow (x + 2)$, P(x)'in bir çarpanı	b. $P(x) = 3x^3 - 9x - 6$ $P(2) = 0 \Rightarrow (x - 2)$, P(x)'in bir çarpanı

E: Karşılaştırma yapabince önermeler hakkında öğrenciler daha rahat görebilir.

S: Ben öğrencilerin çok fazla örnek çözmesi gerektiğini de düşünüyorum. Dikkat etmemelerini ortadan kaldırmak için çok örnek çözmeleri gerektiğini düşünüyorum.

E: Bence dikkatsizlikten ziyade ezberlemelerinden kaynaklanıyor olabilir. Çarpan ne demek polinomlarda bunu iyi bilmiş olmaları gerekiyor bence. Sadece $P(2) = 0$ deyince $x - 2$ mi çarpan $x + 2$ mi kendilerinin irdelemeleri gerekiyor bence.

S: Mantık oturmuyor olabilir ama hız için önemli bence.

G: Öğrencilere hani kitaptan ödev vermek yerine zaten çözmeyeceklerini düşünüyorum. Bu şekilde çalışma kağıtları hazırlayıp onlara derste ya da ödev verilip bu kağıtları da toplayıp hani bunlarla siz ekstra dönütler vereceğiz bunlarla uğraşmanız size ekstra puan olacak felan şeklinde öğrencilerin öğrenmesini destekleyebiliriz. Tabi bu öğretmene ekstra araştırma olacak ama mesela her konu bitiminde bu şekilde yapılabilir. O zaman öğrenciler ne öğrendi?, ne kadar öğrendi?, nerelerde eksiği var? nerelerde takılıyorlar? çok net görmüş oluruz. Bu performans anlamında ders haricinde öğretmene çok yük getirdiği için çoğu öğretmen bunu yapmaz.

E: Aslında bunu hazırlasak 3 yıl kullanırız yani mesela her yıl verebilirsin ya da işte sorularını yenilersin eklersin çıkarırsın zaten değişmiyor.

G: Ama kitabı yansıtmak bana doğru gelmiyor. Öğretmenler günlük ders planlarına MEB kitabını kullanıyorum diyorlar. Öğretmenler hani günlük ders planı mı hazırlanır diyorlar.

E: Böyle çalışma kağıtları verip sonra topladığımızda kimin çok iyi öğrenip kimin eksikliği olduğunu anlarız, hangi noktalarda eksikleri var görürüz. Aslında ben öncesi zaman nedeniyle böyle kağıtların öğrenciler için zaman kaybı olabileceğini düşünüyordum ama şimdi öğrenci anlaması için öğrencileri düşündürecek çalışma kağıtlarının ve öğrencilerin cevaplarına göre sınıf içinde bu sorulardan bazılarının tartışılması gerektiğini söyleyebilirim.”

Verilen diyalogda ilk olarak Selin araştırmacının kendilerine dağıttığı dokümandaki bir sorudan yararlanarak öğrencilerin doğru ve yanlış önermeleri bir arada görmeleri ile öğrencilerin kavramı daha iyi anlamlandırabileceğini öne sürmüştür. Ela da Selin’in düşüncesini destekler nitelikte öğrencilerin karşılaştırabileceğini belirtmiştir. Ela üstelik kendi sınıf içi video-kaydını değerlendirme sürecinde de bu tarz sorular sorulmasına dair dikkatini bir kaç defa sunmuştur. Selin bu tarz soruların dışında bir kavramın öğrenilmesi için çok örnek çözülmesine dair önerisini yapmıştır. Ela ve Gizem ise örnekten ziyade öğrencilerin polinomun kökünün anlamını bilmesi gerektiğini “ $P(2) = 0$ deyince $x - 2$ mi çarpan $x + 2$ ” örneği ile sunmuştur. Ayrıca Ela ve Gizem herhangi bir kavramın öğretilmesi için öğrencileri düşündürecek etkinlik kâğıtları hazırlanması gerektiğine dair düşüncelerini sunmuştur.

Kaan kendisinin polinomun kökü üzerine ders sunumu sonrası dersine dair polinomun kökünün öğretimine dair dikkat ettiği bir durumu,

“Polinomun kökünü ve bir polinomu tam bölen polinom arasındaki ilişkiden bahsettik biz polinomlarda çarpanlara ayırmaya başladığımızda yani mesela bir polinomu $(x + 3)$ tam bölüyorsa bu -3 yani $(x + 3)$ polinomunun kökü -3 dedik. (...) Sınıfta da şunu sordular polinomun çözümünü mü bulacağız? Ben de onlara karşılık çözümü mü kökü mü diye sordum. Ondan sonra da şeyi söyledim denklem olunca çözümdü dedim. Bu grafikteki üçüncü dereceden fonksiyonu polinom tipinde yazdığımızda bunun tam sayı sıfırları olacak.”

ifadeleriyle sunmuştur. Kaan polinomun denklemden farklı bir kavram olduğu bilgisini ortaya koyarak öğrencilerin kavramı öğrenmeleri için matematiksel terminolojiyi de kullanarak öğrencilere denklemin çözümünü, polinomun ise kökünü bulduklarını ayrıca

fonksiyon polinom tipli ise tam sayı sıfırları ifadesi kullanılması gerektiğini vurgulamıştır. Kaan'ın diğer deneyim fırsatlarında olduğu gibi matematiksel dile dikkat ettiği ve bu durumu yorumlarına dâhil ettiği söylenebilir. Kaan verdiği dönütü polinomun kökü ile polinomun çarpanı arasındaki ilişkinin öğretilmesi bağlamında açıklamıştır.

4.3.3.2. Öğrenci Seviyesine Göre Polinomun Öğretimine Dair Açıklamalar

Selin ders planı hazırlama sürecinde, öğrenci seviyesini göz önüne alarak öğretmenlerin sadece kural ve yönerge vermekten ziyade öğrencilere yapılan işlemlerin nedenini açıklamaları gerektiğini kendisinin geçmiş deneyimiyle örneklendirerek,

“Şimdi lise seviyesinde düşündüğümüz zaman çok fazla ayrıntıya giremeyiz. Şimdi bizim bile anlayamadığımız zihinsel olarak zorlandığımız birçok şey oluyor. Sizin bile oluyordur hocam. Ama o seviyeye göre anlatmak gerçekten ister istemez kısıtlayacaksın yani. Seviye önemli oluyor. Ama en azından burada neden 1 koydunuz? Ya da polinomlarda kalanı nasıl çıktığını söylememiz gerekiyor. Mesela biz bakkal bölmesi yapıyorduk, kalan bu diyorduk. Ama bunu yapmadan içini sıfırlıyorduk. Ancak ben daha sonra fark ettim. $P(x) = Q(x).B(x) + K$ diyoruz. Kalanı bulmak için neden sıfır yapıyoruz aslında bunun 0 olabilmesi için $B(x)$ ne oluyordu atıyorum $x - 2$ oluyordu ondan x yerine 2 koyuyorum. Ama ben bunu kendi kendime öğrendim.”

cümleleri ile açıklamıştır. Selin'in burada vurgulamak istediği polinomlarda katsayılar toplamının nasıl bulunduğu ve polinomlarda Kalan Teoremi¹²'nin ispatının öğrencilerin anlayabileceği seviyede olduğudur. Ayrıca, bazı matematiksel yapılandırmaların öğrencilere zor gelebileceğini belirtmiş ancak bu durumu örneklendirmemiştir. Selin'in burada polinom kavramının öğretimine dair açıklanmasını matematiksel örnekler sunarak öğrenci seviyesi üzerinden değerlendiren bir yaklaşım sergilediği görülmektedir. Ayrıca öğretim esnasında Selin katsayılar toplamını bulmak için x yerine neden 1 koyulması gerektiğine dair düşüncesini,

¹² Kalan Teoremi: Bir $p(x)$ polinomunun $(x - a)$ ile bölümünden kalan $p(a)$ dır. $p(a) = 0 + x - a$, $p(x)$ in bir çarpanıdır.

“ (...) Katsayılar toplamı içinde değişkenlerin hepsine bir koyuyorduk aslında orada yaptığımız önündeki katsayıları toplamak aslında ama bunu rahatlıkla görebilmek için çarpım 1 şeklinde düşüneceğiz çarpım bir şeklinde olabilmesi için x yerine 1 koymamız gerekiyor tabi ki çünkü 1 in tüm kuvvetleri bir. Böyle anlatmamız gerekiyor. Yeni yeni düşünüyorum bunları. Sen niye diyorsun x yerine değişkenlerin hepsine 1 koyacaksın katsayılar toplamını bulabilmek için. Tabi öğrenciyken o zamanlar sormuyorduk.”

şeklinde ifade etmiştir. Selin katsayılar toplamını bulmak için x yerine neden 1 verilmesi gerektiğini açıklayınca, diğer öğretmen adaylarıyla beraber ders planını öğrencilerin bulmasına yönlendirecek şekilde sorular, etkinlikler hazırlamıştır.

4.3.3.3. Öğrenci Ön Bilgisine Göre Polinomun Öğretimine Dair Açıklamalar

Öğretmen adayları ders planını hazırlarken öğrencilerin önbilgilerine dikkat etmelerinin yanı sıra, sınıf içi uygulamalarında da dikkat etmiştir. Örneğin öğretmen adayları polinom kavramının sınıfa tanıtılması için polinomlarla ilgili ders planı hazırlama sürecinde “K: alan kavramı, üssü ifadeler, üssü ifadelerin çarpımı, dört işlem becerisi, denklem ve fonksiyonun polinomun ilişkili olabileceği kavramlar bunları göz önünde bulundurmalıyız.” şeklinde öğrencilerin bu kavramları daha önceden bildiklerini göz önünde bulundurarak planlarını hazırlamışlardır.

Ela ders işleniş sürecinde öğrenciler küp açılımını nasıl yapacaklarını sorgulayınca bilmeyen öğrenciler için küp açılımını göstermek için, $(x + 1)$ in küpü örneğini vermiştir. Ela'nın sınıf içi uygulamasında sorunun çözümünde $(x + 5)$ in küp açılımının bulunması gerekirken, tahtada $(x + 1)$ in küp açılımını vermesi üzerine bazı öğrencilerin neden $(x + 1)$ ifadesinin küp açılımına ihtiyaç duyulduğunu sorgulamışlardır. Bu durum üzerine Ela videoyu durdurmuş o anı aşağıda verilen diyalog kesitinde betimlemiştir.

“E: Orada $(x + 5)$ in küp açılımı yerine neden $(x + 1)$ i açtık diye sordular.

A: Neden $(x + 1)$ Ela? Nasıl cevap verdin, şimdi olsa nasıl cevap verirdin?

E: O an aklıma gelen en basit örnek oydu onda görsünler istedim. Ben sadece küp açılımını göstermek için örnek verdim. $(x + 1)$ küp açılımını göstermek içindi sadece dedim. Yine aynı şeyi söyledim ama belki karıştırmamaları için $(x + 5)$ in küp

açılımını bulabilirdim. O ana dönebilsem böyle düşünüyorum. Öğrenciler hemen konuyla ne alakası var diyebiliyorlar.”

Ela ders anında öğrencilerin anlamaları için verdiği örneği, öğrencilerin karıştırmamaları açısından, değiştirmesi gerektiği şeklinde açıklamıştır. Ela’nın ders anında bazı şeylerin o anda gerçekleştiğini, yani her bir durumu ön göremediği için anlık olarak derste bazı istenmedik durumların gelişebileceğini düşündüğü söylenebilir. Gerçekten, Ela $(x + 1)$ örneği yerine soruda öğrencilerin görmek istediği $(x + 5)$ in küp açılımını bulmaları gerektiğini ama önceden onu ön görüp öğrencilerin karıştırabileceğini düşünmediğine dair kendi öğretimini değerlendirmiştir.





BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarına polinom kavramı üzerine tanınan deneyim fırsatları sürecinde öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve öğrenme & öğretme süreci üzerine farkındalıkları; “dikkat etme, yorumlama, nasıl karşılık verileceğine karar verme ve karşılık verme” bileşenleri bağlamında incelenmiştir. Söz konusu deneyim fırsatları öğretmen adaylarına polinom kavramı üzerine sunulan video-kaydı incelemeleri, sınıf içi öğretime ait senaryoları incelemeleri ve öğretmenlik uygulaması dersi sürecindeki deneyimler aracılığıyla sağlanmıştır. Öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve öğrenme & öğretme süreci üzerine öğretmen farkındalığının duruma özgü bir yeterlilik (Blömeke, vd. 2015) olması sebebiyle çalışmada deneyim fırsatları çeşitlendirilmiş ve söz konusu fırsatların öğretmen adaylarının farkındalıklarına katkısı ya da farkındalıklarını sınırladığı durumlar tartışılmıştır. Bu bağlamda sonuçlar ve tartışma, Bölüm IV deki başlıklara paralel olarak her bir deneyim fırsatı sürecinde öğretmen adaylarının farkındalıklarının nasıl olduğu, deneyim fırsatlarının adayların farkındalıklarına yansımaları ve deneyim fırsatlarına dair öğretmen adaylarının görüş ve çıkarımları şeklinde yapılandırılmıştır.

5.1. Öğretmen Adaylarına Polinom Kavramı Üzerine Sunulan Video Kaydı İncelemelerine Dair Farkındalıklarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Bu araştırmada araştırmanın amacına uygun olarak öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek için adaylara sunulan deneyim fırsatlarından birisi adayların, öğrenme ve öğretme süreçlerinin önemli yapıtaşlarını içeren video-kayıtlardır. Söz konusu video polinom kavramının pekiştirilmesi amacıyla hazırlanmış sorular üzerine öğrencilerin bireysel düşünmesinden sonra, sınıf içi tartışmayla öğrencilerin sözel olarak kendi düşüncelerini ifade etmeleri, öğretmenin bu düşüncelere verdiği tepki ve dönütleri, öğrenci öğretmen etkileşiminin belirgin olduğu sınıf içi öğrenme-öğretme ortamını kapsamaktadır.

Öğretmen adaylarının videodan gelen kritik durumlar üzerine dikkat ettikleri birim fikirler; *öğrencilerin matematiksel düşünmeleri, öğretmenin pedagojik yaklaşımı, kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki yapısı* şeklinde üç ana başlıkla kategorilendirilmiştir. Bu kategorilerin, incelenen videodaki sınıf içi tartışmaların matematiksel kavram, öğrenci düşünmesi ve öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine kritik noktalar içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Videoya dayalı olarak öğretmen farkındalığı çalışan araştırmacıların büyük çoğunluğu öğretmen farkındalığını öğretmen veya öğretmen adayının kime ve neye dikkat ettiği, yani aktör (öğretmen, öğrenci, kendisi vb.) ve konu (sınıf yönetimi, pedagoji, matematiksel düşünme vb.) boyutunda ve dikkat ettiği durumu nasıl anlamlandırdığı şeklinde karakterize etmektedir (van Es & Sherin, 2002; 2008). Öğretmen adaylarının farkındalığını bu şekilde karakterize eden videoya dayalı çalışmaların genel sonuçları, öğretmen adaylarının sınıf yönetimi, sınıf mevcudu gibi ortak sınıf özelliklerine veya öğrencilerin/ öğretmenin bazı davranışlarına odaklanma eğiliminde olup bu durumları daha çok tanımlayan ve yargılayan bir şekilde sunduğunu göstermektedir (örneğin; Çelebi-İlhan, & Ören-Vural, 2022; Mitchell, & Marin, 2015; Star, vd., 2011; Star, & Strickland, 2008; Yıldız-Şentürk, 2018). Ayrıca bu tür çalışmalarda kavramdan bağımsız olarak öğretmen adaylarının öğretmene ve sınıfın genel özelliklerine dikkatlerinin öğrencilere, öğrencilerin düşünmelerine doğru değiştiği yönünde ve dikkat ettikleri durumları anlamlandırmalarının tanımlayan/yargılayan yaklaşımdan yorumlayan yaklaşıma

doğru olduğu yönde genel bir çıkarım vardır (örneğin; Simpson, vd., 2018). Bu çalışmalarda öğretmen adaylarının ilgili matematiksel kavrama özgü farkındalıklarının nasıl olduğunun açık bir şekilde ortaya konulmadığı görülmektedir. Ayrıca literatürde ortaöğretim matematik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının farkındalığını kavrama özgü inceleyerek ortaya koyan sınırlı çalışmaya rastlanmaktadır (örneğin; Chaar, 2015; Sánchez-Matamoros, Fernández, & Llinares, 2015). Halbuki öğretimin kavrama özgü boyutlarının incelenmesi, öğretmen adaylarının etkili öğretimin nelerden oluştuğunu anlamaları dolayısıyla dikkat edecekleri noktaları belirleyebilmeleri ve öğrencilerin ihtiyaçlarına göre belirli bir matematiksel kavram için öğretim önerileri geliştirmeleri açısından kritik bir öneme sahip olduğu literatürde vurgulanmaktadır (Hill vd., 2008; Kersting, vd, 2010; Seidel vd., 2011). Öğretmen farkındalığını öğretmen adayı neye, nasıl dikkat etti şeklinde kategorize eden literatürdeki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada adaylara sunulan videoda yer alan kavramsal tartışmalar nedeniyle öğretmen adaylarının polinom kavramına özgü farkındalıklarıyla ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, öğretmen adaylarının kendilerine sunulan videoyu incelemelerine dair farkındalıklarında öğrenme ve öğretme süreçleri ve kavram bağlamına nispeten öğrencilerin matematiksel düşünmelerine daha fazla odaklandıkları tespit edilmiştir. Literatürde belli bir yönerge yardımıyla öğretmen adaylarının ve yeni öğretmenlerin öğrencilerin düşünmesine dikkat ettiğinin sunan çalışmalara (Levin, vd., 2009; Lesseig, Casey, Monson, Krupa, & Huey, 2016; Wilson, Mojica, & Confrey, 2013; Ivars, & Fernández, 2018; Ivars, Fernández, & Llinares, 2020) benzer olarak bu çalışmada söz konusu videoda öğrencilerden gelen matematiksel fikirlerin, düşüncelerin öğretmen adaylarının bu durumlara dikkat etmelerini tetikleyen bir yönerge niteliğinde olduğu belirtilebilir.

Ulusal ve uluslararası öğretim programları incelendiğinde, öğrencilerin matematiksel düşünmelerinin alt bileşenlerinden matematiksel ilişkilendirme önemli süreç becerilerinden birisi olarak ele alınmaktadır (MEB, 2015; NCTM, 2000). Alan yazın incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel ilişkilendirmeye dair farkındalıklarının incelendiği ve detaylandırıldığı çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir (Melhuish, Thanheiser & Guyot,

2020; Sánchez-Matamoros, Fernández, & Llinares, 2019). Yapılan bu çalışmada öğretmen adaylarının videodan gelen matematiksel ilişkilendirmeye dair günlük hayatla ilişkilendirme ve kavramlar arası ilişkilendirme gibi farklı birim fikirlere dikkat ettiği belirlenmiştir. Bu farklılıkların, literatürle (Ding & Domínguez, 2016; Lee, 2016) paralel bir şekilde öğretmen adaylarının geçmiş matematiksel deneyimlerinden ve bakış açılarından kaynaklandığı söylenebilir. Kaan ve Selin'in öğrencilerin fonksiyonu işlev/işleyiş ile ilişkilendirmesi üzerine bulgular öğretmen adaylarının farkındalıklarının bakış açılarına göre şekillendiğinin ve adayların geçmiş deneyimlerinden etkilenecek yorum getirmeleri üzerine bir örnek niteliğindedir.

Öğretmen adayları videodaki fonksiyon ve polinom ilişkisini, polinom kavramının alt terimleri arasındaki ilişkiyi videodan öğrencilerden gelen uyaranlar bağlamında irdelemişlerdir. Çalışmalarda matematiğe özgü durumlara dikkat edilmesi vurgulanmasına rağmen (Stockero, 2014; Stockero, vd., 2017), araştırmalarda matematiksel odaktan ziyade sınıf yönetimi, sınıf özellikleri, öğrenci ve öğretmen davranışlarına dikkat edildiği ortaya konulmaktadır (Sherin & Han 2004; van Es & Sherin, 2008). Literatürden farklı olarak bu çalışmada öğretmen adayları matematiksel ilişkilendirmeye dikkatlerini tetikleyen video aracılığıyla gerçek sınıf ortamındaki öğrencilerin polinom kavramına dair ilişkilendirmelerini ve bu kavram üzerine öğrencilerin farklı bakış açılarını somut olarak irdelemişlerdir. Öğretmen adayları matematiksel ilişkilendirmeye dair dikkat ettikleri durumlar üzerine yorumları genellikle öğrencilerin matematiksel düşünceleri üzerine açıklayan yaklaşımlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının dikkat ettikleri matematiksel ilişkilendirmeye dair farkındalığın nasıl tepki veya dönüt verecekleri üzerine karar verme bileşeninin öğrenci fikrini sorgulama, öğrenci düşünmesini teşvik ve tasdik etme, öğrenci fikrindeki hatayı düzeltme şeklinde olduğu belirlenmiştir. Burada matematiksel ilişkilendirmeye dair Gizem ve Ela'dan ziyade Selin ve Kaan'ın anlamlı farkındalıklarının olduğu söylenebilir. Karşılık vermeye karar verme bileşeni bağlamında Kaan'ın araştırmacının tetikleyici herhangi bir sorusu olmamasına rağmen videodaki öğrenci düşünmesini değerlendirmesinden kaynaklı olarak, eğer öğrencinin cevabı doğruysa o

zaman öğrenci düşünmesinin tasdik ve teşvik edilmesi ve nasıl düşündüğünün sorgulanması gerektiği şeklinde kararlar alabileceği izlenimi oluşturmaktadır. Selin ise video incelemesinde matematiksel ilişkilendirmeye dikkat ettiği durumlarda karşılık vermeye karar verme bileşeni bağlamında kendisini öğretmen yerine koyup öğrenciden nasıl tepki, cevap veya dönüt verebileceği şeklinde açık ya da örtük herhangi bir yorum getirmemiştir. Ancak araştırmacının tetikleyici sorusu aracılığıyla Selin'in kendisini öğretmen yerine koyduğunda öğrenciye vereceği karşılığın öğrenci fikrindeki hatayı düzeltme ve öğrenci düşüncesini sorgulama şeklinde kararlar alabileceği izlenimi oluşmaktadır. Burada Kaan ve Selin'in karşılık verme biçimlerinin Doğan ve Kılıç (2019) çalışmalarındaki öğretmen adaylarının karşılık verme biçimlerinden özellikle yönlendirme ve ortaya çıkarma kategorileriyle paralellik gösterdiği görülmektedir. Bu durumun, bu çalışmada öğretmen adaylarına sunulan videoda öğretmenin öğrencilerin cevaplarına “nedenini, gerekçelerini açıklayınız.” şeklinde verdiği karşılıklar nedeniyle öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkarmaya çalışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Video inceleme süreçlerinde öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığı onaylayan öğretmen adaylarının örtük olarak karşılık vermeye karar verme noktasında öğretmene benzer kararlar alacağı söylenebilir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının öğretmenin verdiği tepki ve dönütleri ele almaları için bu tarz videolardan yararlanılmasının adayların mesleki gelişimi için önemli bir yere sahip olduğu belirtilebilir. Gerçekten literatürde karşılık verme bileşeninin kendiliğinden süregelen bir beceri olmadığı dolayısıyla bu bileşenin öğretmen adaylarında oluşması için mesleki gelişim uygulamaları ile desteklenmesi gerektiği belirtilmektedir (Barnhart & van Es, 2015; Jacobs vd., 2010).

Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dair dikkat ettikleri alt birim fikirlerden biri de matematiğin kendine özgü sembolleri ve terminolojisi olan bir dil olduğunun, düşüncelerin doğruluğunu ve anlamının yorumlanması gerektiğinin farkında olunmasını gerektiren matematiksel süreç becerilerinden matematiksel iletişimdir (MEB, 2015; NCTM, 2000; OECD, 2013). Öğretmen adayları inceledikleri videoda öğrencilerin polinom kavramı ve öğretmenin yönelttiği sorular üzerine düşüncelerini açıkladıkları,

tartıştıkları bir sınıf ortamı olması sebebiyle öğretmen ve öğrencilerin kullandığı matematiksel dil üzerine videodaki bazı kritik durumlara dikkat etmiştir. Öğretmen adayları bu durumları herhangi bir matematik öğretmenin veya kendilerinin kavramların matematiksel tanımını yaparken matematiksel dili doğru kullanması gerektiğine dair düşüncelerini kavramın öğrencilerde yapılanması açısından ele almıştır. Öğretmen adayları kavramlar için isimlendirmenin önemli olduğuna dikkatlerinin yanı sıra öğretmenin kullandığı birkaç matematiksel ifadeye dikkat etmiştir. Adaylar, dikkat ettikleri bu durumları öğrencilerde polinom kavramı ve polinomlarla işlemler konusunun terimlerine dair (sabit polinom, sıfır polinom) kavram yanlışlığına neden olabileceğini belirterek öğretmenin kullandığı ifadeleri değerlendirmiştir. Ela matematiksel iletişimde diğer öğretmen adaylarından farklı olarak polinom ve denklem kavramlarının karıştırılmaması adına bu kavramlar için sınıf içi matematiksel dil kullanımında polinomun kökü, denklemin çözümü ifadelerinin kullanılması gerektiğini açıklamış ve polinomlarda çarpan, bölen kavramlarının da öğrencilerde anlamlandırılması gerektiğini belirtmiştir. Ela'nın matematiksel iletişime dair diğer öğretmen adaylarından farklı olarak dikkat ettiği bir diğer birim fikir ise matematiksel ikna etmedir. Ela'nın düşüncesini Boaler ve Staples (2008)'in çalışmalarının matematiksel iletişime dayalı öğrenci öğrenmesini desteklemek için öğretmenlerin ikna etme ve doğrulama argümanlarını kullanması gerektiği sonucunu desteklemektedir. Öğretmen adayı Ela öğrencilerin matematiksel olarak ikna olması için soru çözümlerinde örnek vermekten ziyade matematiksel dil kullanarak ispat yapmanın gereğini vurgulamıştır. Ela'nın matematiksel ikna etmeye dikkat etmesini tetikleyen durumun videoda bir öğrencinin örnek vermenin, değer vermenin kendisini ikna etmediği şeklindeki söylemi olduğu söylenebilir. Ayrıca Ela matematiksel ikna için tahtanın etkin kullanılması gerektiğini de vurgulamıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel iletişimin literatürde (Esty, 2011) vurgulanan sembol kullanımı, bir matematiksel kavramın anlamlandırılması, matematiksel düşüncelerin net bir şekilde ifade edilmesi ve matematiksel ifadelerin anlamlı ve ikna edilebilir olması durumlarının farkında olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının burada matematiksel iletişime dair farkındalıklarının olması ders planları hazırlıklarında,

sınıf içi uygulamalarında kullandıkları ve kullanacakları ifadelerle dikkat etmelerini tetikleyeceği izlenimi oluşturmaktadır. Ayrıca, kendilerine sunulan videoyu incelemeleri bağlamında öğretmen adaylarının matematiksel iletişime dair farkındalıklarının dikkat etme ve yorumlama boyutlarında kaldığı belirlenmiştir. Bu durumun öğretmen adaylarının bu bileşene dair dikkatlerinde karşılık vermeyi gerektiren bir durum olmamasından, öğrenci fikirlerinden ziyade öğretim sürecinde öğrencilerin ve öğretmenin kullandıkları matematiksel dil kullanımını (sembolleri, kavrama dair söylemleri, cebirsel olarak isimlendirmeleri) değerlendirmelerinden kaynaklandığı söylenebilir. Öğretmen adaylarının video inceleme sürecinde genel olarak öğretmenin verdiği bir karşılığı değerlendirirken kendilerinin nasıl karşılık vereceklerini belirtme eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle matematiksel iletişim kategorisi bağlamında öğretmen adaylarının öğretmenin öğrencilere verdiği herhangi bir karşılığa dikkat etmemeleri nedeniyle karşılık verme bileşenine dair bir veri elde edilemediği görülmektedir. Bunlara ek olarak, öğretmen adaylarının dikkat ettiği bazı durumlar (olgu/olaylar) karşılık vermesini ya da o anki durum üzerine karşılık vermeye karar vermesini gerektirmemektedir.

Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünmesine dair dikkat ettikleri durumları yorumlarken alan ve alan eğitimi derslerinden sıklıkla faydalandıkları tespit edilmiştir. Örneğin, Selin'in video incelemesinde dikkat ettiği durumların ağırlıklı olarak öğrencilerin matematiksel düşünmesi ve matematiksel kavram üzerine olması ve bu durumlar üzerine açıklamalarının matematiksel açıdan detaylandırılması gerektiği fikri, alan eğitimi derslerinde öğrenci düşünceleri odaklı ders planı hazırlama ve polinom kavramı ile ilgili deneyimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğretmen adayları yorumlarında lisans derslerine atıfta bulunsalar da, özellikle kavram odaklı alan eğitimi derslerine vurgu yapmaktadır. Öğretmen adaylarıyla formal görüşmelerin yanı sıra informal görüşmeler sonucunda; adayların özellikle öğrencilerin matematiksel düşünmesine dikkat etmesinin altında yatan sebebin “Özel Öğretim Yöntemleri I-II” dersinde edindikleri kazanımlardan kaynaklandığı belirtilebilir. Öğretmen adaylarının farkındalığın yorumlama bileşeni bağlamında bir kavramın kelime anlamını, matematiksel tanımını ve diğer kavramlarla

ilişkinini, öğrencilere nasıl tanıtılması gerektiğini derinlemesine incelediği tespit edilmiş, bu incelemenin nedeninin ise öğretmen adaylarının lisans eğitiminde aldıkları “Matematikte Temel Kavramlar” dersinde edindikleri kazanımlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının matematiksel dil kullanımı, ispat etme, sembol kullanımı üzerine dikkat ettikleri durumların “Soyut Matematik I-II” dersinde edindikleri kazanımlardan kaynaklandığı söylenebilir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının farkındalıklarının adayların alan derslerinden gelen tecrübelerinden bağımsız olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının lisans eğitimleri boyunca özellikle öğretimin temel bileşenleri olan öğrenciye, öğretmene ve matematiksel kavramlara dair farkındalıklarının desteklenmesi için öğretmen yetiştiricilerin de mesleki farkındalık kavramından haberdar olması gerektiği belirtilebilir. Bu sonuçla paralel olarak Llinares ve Brown, (2018) çalışmasında iki matematik öğretmen yetiştiricisi arasında geçen diyalog sonucu öğretmen adaylarının lisans derslerinde sunulan ders videoları, öğrenci cevapları incelemeleri ve öğretmenlik uygulaması dersine ait kendi uygulamaları üzerine tartışmaları aracılığıyla, adayların öğretime dair farkındalıklarının desteklenebileceğini ortaya koymuştur.

Öğretmen adaylarının kendi ortaöğretim ve lisans eğitimi hayatındaki tecrübelerini göz önüne alarak video incelemeleri sürecinde öğrencilerin kavrayışlarına dair dikkat ettikleri birim fikirler öğrencilerin polinomun tanımı, polinom kavramı ve polinomlarla işlemler konusunun kazanımlarına dair öğrencilerin kavrayışları, fikirleri ve öğrencilere özgü kavrayış durumlarının altında yatan öğrenci seviyesi, öğrenme-öğretme yaklaşımı üzerinedir. Ayrıca bir öğrencinin sınıf içi tutum ve davranışları öğretmen adaylarının dikkat ettiği bir diğer durumdur. Öğretmen adayları kendi sınıf uygulamalarına başlamadan önce kendi öğrencileri olmasa da videodaki öğrencileri değerlendirmeleri, dolayısıyla bir öğrencinin tutum ve davranışının o öğrencinin kavrayışını nasıl etkileyebileceği üzerine yorum getirme fırsatı bulmuştur. Adaylar, video aracılığıyla belli öğrenci düşüncelerine, davranışlarına maruz kalsalar da bu durumlara dikkat etmeseler öğrencinin kavrayışı üzerine

yorum getiremeyecekleri söylenebilir. Bu nedenle öğretmen adaylarının video incelemeleri aracılığıyla öğrenci davranışlarının duyarlı bir gözlemcisi olduğu belirtilebilir.

Öğretmen adaylarının dikkat ettikleri birim fikirlerden öğrenci kavrayışının bir alt teması olan kavram tanımları üzerine “öğrencilerden gelen farklı fikirlere” (polinomun çok terimli anlamı, fonksiyon için yansıma fikri vb.) dair dikkat ettikleri durumları ilk olarak kendi algıladıkları biçimde yorumladıkları belirlenmiştir. Bu sonuç öğretmen adaylarının algılarının dikkat ettikleri durumları etkilemesinden kaynaklı olarak yorumlanabilir. Gerçekten Miller, (2011) farkındalığın bazı durumlara göre değişebilen algısal bir eylem olduğunu belirtmektedir. Öğretmen adayları videodaki sınıfın öğretmeni olmadıkları için adayların yorumları videoda duydukları öğrenci düşünceleri ile sınırlı kalmakta ve dolayısıyla farkındalıkları bu video bağlamında ortaya koyulmaktadır. Adaylar, videoda öğretmenin öğrencilerin düşüncelerini sorgulaması üzerine öğrencilerin düşüncelerini duyabilme ve öğrenci düşünmeleri üzerine kendi yorumlarıyla öğrenci fikirlerini karşılaştırma fırsatı buldukları görülmektedir. Öğretmen adaylarının videoda polinom kavramının tanımına dair öğrencilerden gelebilecek farklı fikirleri görmeleri aracılığıyla aslında öğrencilerin adayların algıladığı şekilde düşünmüş olmayabileceklerini farkına vardıkları görülmektedir. Wallach ve Even (2005) deneyimli bir matematik öğretmenin öğrencilerin problem çözme sürecinde öğrencilerin düşüncelerine dair yorumlarında öğrencilerin söyledikleri ile öğretmenin duyduğu ve yorumladığı arasında farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle öğretmen adaylarının öğrencilerin düşünceleri ile ilgili kendi yorumları, değerlendirmeleri ile öğrencilerinin düşüncelerinin gerçekte neyi ifade ettiği arasında çelişkiler ve farklılıklar olduğunu, mesleğe başlamadan farkına varmalarının bu çalışmanın önemli bir sonucu olduğu söylenebilir. Bu sonuç farkındalığın teorik alt yapısı bağlamında öğrenci düşünmesine dikkat eden öğretmen adaylarının öğrencinin matematiksel düşünmesini, analiz ettiklerinde öğrenci düşünmesi üzerine kendi sınıf içi öğretimlerine dair kararlar almaları için bir adım atmış olmaları ile açıklanabilir.

Literatürde öğretmen adaylarına bir müdahalede bulunulmadığı takdirde öğrencilerin sadece doğru ya da yanlış şeklinde değerlendirme eğiliminde olduklarını belirten çalışmaların

(Crespo, 2000; Kılıç, 2011; Tirosh, 2000) aksine bu çalışmada öğretmen adaylarının öğrencilerden gelen fikirleri doğru ya da yanlış şeklinde değerlendirmekten ziyade öğrencilerin ne düşünmüş olabilecekleri üzerine yorum getirdikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adayları videodaki öğrencileri dinledikçe öğrencilerin fikirlerinin aslında kendilerinin düşündüğü gibi olmayabileceğini yani yorumlarının yanlış olabileceğini, bu nedenle öğrencilerin düşüncelerinin ders anında sorgulanması gerektiğinin farkına varmıştır. Öğretmen adaylarının öğrencilerin kavrayışlarına karşılık vermeye karar verme biçimlerinin öğrenci fikrini sorgulama şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum öğretmenin öğrencilerin düşüncelerini sorgulamasına yönelik durumlar içeren videoyu incelemelerinin, öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel fikirlerine nasıl karşılık vereceklerine dair kendilerini sorgulamalarını destekleyecek bir deneyim fırsatı olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Öğretmen adaylarının polinom kavramı bağlamında öğrencilerin matematiksel düşünmesine dair yorumlarında; Schiter (2001)'in öğrenci düşünmesinden faydalanmanın öğretmen yeterliklerinden biri olarak sunduğu “bazı şeyler hatalı olsa bile öğrencinin matematiksel düşünmesindeki anlam için öğrenciyi dinlemek” yeterliliğini destekleyen açıklamalar içerdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının yorumlarından biri öğretmenin öğrencinin düşüncelerine dikkat etmesi için öğretmenin öğrenciyi dinlemesinin gerektiğini vurguladıkları tespit edilmiştir. Literatürde öğrencilerin fikirlerini dinleme becerisi (Crespo, 2000; Wallach & Even, 2005) ile öğretmen farkındalığı yakından ilişkili bir kavram olduğu vurgulanmaktadır (Ding & Domínguez, 2016). Öğretmenlerin öğrencilerin düşünmelerini dinlemediği ve dikkate almadığı takdirde öğrencilere kendisinin yapılandığı, kendisine özgü bilgileri aktarmaya çalışacağı belirtilmektedir (Cobb, 1988). Bu durum ise ulusal ve uluslararası müfredatta vurgulanan öğrencilerin edinmesi beklenen matematiksel süreç becerilerini öğrencilere kazandıracak öğretmen yeterlilikleri (MEB, 2013; NCTM, 1991) ile ters düşmektedir. Öğretmen adaylarının polinom kavramı bağlamında video incelemelerinin öğrencilerin düşünmelerini dinleme, öğrencilerden gelebilecek fikirleri inceleme, öğretmenin öğrenci fikirlerine verdiği karşılığı değerlendirme fırsatı bulmaları bu yeterliliğin gelişmesine katkısı olacağı izlenimi oluşturmaktadır. Çünkü öğretmen

adaylarının video incelemeleri sürecinde öğrenci düşüncelerini değerlendirirken öğretim anında öğrencilerin ne düşündüğünün sezilmesi gerektiğini vurguladıkları bulgular elde edilmiştir.

Öğretmen adaylarının öğrencilerin kavrayışlarına dair dikkat ettikleri kritik durumlardan biri de sıfır polinomunun derecesi üzerine sınıf içi tartışmalarda öne çıkan, “sonsuz”, “tanımsız”, “belirsiz” fikirleri ve bir polinomun terim sayısının en az ve en çok kaç olabileceği gibi düşünceler olmuştur. Öğretmen adayları sıfır polinomunun derecesi üzerine öğrencilerden gelen fikirleri incelemelerinin yanı sıra sıfır polinomunun derecesi üzerine kendi fikirlerini de sorgulamaktadır. Videodan gelen öğrenci fikirleri öğretmen adaylarının kendi bilgilerini sorgulamaları ve öğrenci fikirleriyle kendi düşüncelerini karşılaştırmaları için de bir uyarıcı görevi görmüştür. Örneğin öğretmen adaylarından Selin sıfır polinomunun derecesi n kabul edilirse n ye belli bir değer tayin edilememesi durumunun farkındadır. Diğer öğretmen adayları bu durumu belirsiz şeklinde isimlendirirken, Selin, “belli bir değer atayamama” durumu için hangi matematiksel terimi kullanacağını sorgulamaktadır. Öğretmen adayı ilk olarak sonsuz olduğunu düşündüğü sıfır polinomunun derecesi için öğrencilerden sıfır polinomunun derecesi için gelen tanımsız fikri üzerine bir matematik öğretmenin belirsiz, tanımsız ve sonsuz matematiksel fikirlerinin ayrımının farkında olması gerektiğini belirtmektedir. Gerçekten Baştürk ve Dönmez (2011), “tanımsızlık ile belirsizlik” matematiksel terimlerinin anlamlarının birbirini ile karıştırılabildiğini belirtmekte ve öğretmen adaylarının bunları birbirini yerine kullandığına dair bulgular sunmaktadır. Burada öğretmen adaylarına bir deneyim fırsatı olarak sunulan videonun öğretmen adaylarının soyut olan bu matematiksel nesneleri öğretmenlik mesleğine başlamadan önce incelemeleri ve öğrenci düşünceleriyle kendi düşüncelerini karşılaştırmaları hatta öğrencilerden öğrenmeleri için (Fraivillig, 2001; Sleep & Boerst, 2012) bir fırsat sağladığı söylenebilir. Öğretmen adaylarının bu durumları incelemesinin polinom kavramı bağlamında kendi sınıf içi öğretimlerinde ve mesleğe yeni başladıkları yıllarda adayların öğretim anında öğrencilerden gelebilecek beklenmedik fikirler üzerine (örneğin; sıfır polinomunun derecesi tanımsız fikri, polinom çoklu fonksiyondur vb.) yorum getirme imkânı sağladığı görülmektedir. Bu

bağlamda öğretmen adaylarının belli matematiksel fikirler üzerine hizmet öncesinde düşünmesinin kendi öğretimlerinde öğrencilerden gelen beklenmedik durumlar, öğrenci cevapları (Rowland, 2013) için bir öngörü oluşturacağı belirtilebilir. Öğretmen adayları sınırlı öğretmenlik deneyimleri nedeniyle genel olarak öğrenci düşüncelerini yorumlarken öğrenci düşüncelerini kendi bilgileriyle karşılaştırma şeklinde açıklamalarda bulunmakta, öğrencilerin fikirlerini irdelemiş, ancak karşılık verme bileşeni üzerine öğrenci düşünmesini sorgulama dışında öğrenciler için bir öğretimsel açıklamada bulunmamıştır. Bu durum literatürde göreve yeni başlamış öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel düşüncelerini yorumlarken zorlandığını belirten çalışmalara (Sleep & Boerst, 2012) paralel olarak bu çalışmada da öğrencilerin düşünceleri hakkında sınırlı bilgi ve deneyime sahip olan öğretmen adayları öğrencilerin matematiksel düşüncelerini yorumlarken zorlandığı gözlenmiştir.

Öğretmen adaylarının polinom kavramı bağlamında öğrencilerden gelen fikirlerden kendi bilgi ve fikirlerine benzer olanlara dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Örneğin, bir öğretmen adayı bir polinomun terim sayısının sonsuz olduğunu ya da sonsuz olamayacağını düşünüyorsa o fikre dikkat etmekte ve değerlendirmeyi kendi bilgisi doğrultusunda yapmaktadır. Sherin vd., (2011), öğretmen farkındalığına dair kitaplarının önsözünde öğretmenin bilgisi, beklentisi ve eğilimlerinin sınıfta gerçekleşen olaylara karşı algısını, dikkat ettiği durumu ve bu durumu üzerine farkındalığını etkilediğini belirtilmektedir. Sherin vd., (2011)'in çıkarımına benzer olarak bu çalışmada da öğretmen adaylarının alan bilgilerinin sorgulandığı sorularla öğretmenin tartıştığı soruların paralellik göstermesinin adayların bu durumlara dikkat etmesini tetiklediği sonucu çıkarılabilir. Ayrıca öğretmen adaylarının alan bilgilerini sorgulamak amacıyla sorulan sorular üzerine, onların önceden sahip oldukları düşüncelerin videoda dikkat ettikleri durumu tetiklediği belirtilebilir. Bu durum; öğretmen adaylarının farkındalığının özellikle dikkat etme bileşeninde öğrenci veya öğretmen olarak deneyimlerini, bilgilerini ve dolayısıyla algılarını yansıttığını belirten çalışmalarla (Wilson, Lee, & Hollebrands, 2011) paralellik gösterdiği bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının yorumlarında doğrudan doğru ya da yanlış şeklinde

değerlendirmede bulunmadan ziyade öncelikli olarak öğrencilerin fikirlerini tanımlayan yaklaşımla sundukları daha sonra kendi fikirlerine benzer olanları sorgulayarak ne demek istediklerini açıklamaları, kendileriyle aynı fikirde olmayan öğrencilerin fikirlerini ise belli yönlendirmelerle düzeltme yönünde karşılık verme şeklinde kararlar alabilecekleri belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarına tanınan en ufak fırsatın bile öğretmen adayının farkındalığına yansıdığı görülmüştür. Gerçekten, öğretmen adaylarına sunulan video inceleme deneyim fırsatından bir hafta önce adaylara uygulanan alan tarama sorularında polinom kavramı bağlamında belli matematiksel durumlar üzerine düşüncelerinden kaynaklı olarak kendi algılarının, bilgilerinin video incelemelerinde dikkat ettikleri durumlara yansıdığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının bu süreçte öğrencilerin matematiksel düşünmesine dair farkındalıklarında dikkat ettikleri durumla ilgili konu alan bilgisine (Fennema & Franke, 1992) sahipse, öğretmen adaylarının yorumlarının genelde açıklayan yaklaşımla, aksi takdirde tanımlayan veya yargılama yoluyla olduğu, ayrıca adayların alan bilgilerinin öğrenciye nasıl karşılık vereceklerine dair kararlarına da yansıdığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının öğrencilerden gelen fikirler üzerine yorum getirirken, o fikir üzerine alan bilgisine sahipse öğrenci fikrini irdelleyerek ve matematiksel detay vererek dikkat ettiği durumu açıkladığı bulguları elde edilmiştir. Ayrıca konu alan bilgisinin (Ball, vd., 2008; Hill, vd., 2008) öğretmen adaylarının öğrenciye nasıl bir karşılık vereceği üzerine düşünerek öğrenci düşünmesini sorgulama şeklinde karşılık verebilecekleri veya öğrencileri nasıl yönlendirecekleri üzerine yorum getirdikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan öğretmen adaylarının dikkat ettikleri bir durum üzerine anlamlı farkındalığının olması, yorumlarının açıklayan yaklaşımla olup matematiksel detay içermesinin dikkat ettikleri durumlar üzerine alan bilgilerinin olması gerektiği çıkarımında bulunulabilir. Gerçekten bu çalışmadaki çıkarıma benzer bir çıkarım Ainley ve Luntley (2007), tarafından öğrenci düşüncelerine dikkat etmenin öğrencilere ulaşmak için oldukça önemli bir yeterlik olduğunu belirtmekle birlikte konu alan bilgileri zayıf olan öğretmenlerin dikkat ettiği durumu yorumlama ve öğretime dair esnek kararlar almada sıkıntılar yaşadığı şeklinde yapılmıştır. Ayrıca

literatürde -Blömeke, & Star, 2016; Copur-Gencturk, 2015; Kersting, Givvin, Thompson, Santagata, & Stigler, 2012- gibi araştırmacılar konu alan bilgisi ile öğretimsel kararlar alma arasında pozitif ilişki olduğunu dolaylı olarak öğretmen farkındalığı ile öğretmenin konu alan bilgisi arasındaki pozitif ilişkiyi ortaya koymaktadır. Bu çalışmalara benzer şekilde Schoenfeld (2011a, 2011b) öğretmenin bilgisinin ve eğilimlerinin öğretmen farkındalığını şekillendirdiğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla bir öğretmen ya da öğretmen adayı öğretimle ilgili bir duruma dikkat etse bile o duruma dair alan bilgisine sahip değilse dikkat ettiği durumu anlamlı olarak yorumlayamayabileceği ve nasıl karşılık vereceği üzerine herhangi bir karar veremeyeceği söylenebilir. Gerçekten, çalışmanın bulgularında öğretmen adaylarından Ela'nın öğrencilerden gelen “her polinom bir fonksiyondur” fikrini matematiksel olarak doğru olmadığını düşünse de kendisinin alan bilgisi eksikliğine atıfta bulunarak dikkat ettiği bu durumu açıklayamadığı dolayısıyla doğru olmadığını düşündüğü halde öğrenciye herhangi bir dönütte, öğretime dair açıklamada bulunamayacağı tespit edilmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının farkındalıklarının literatürde matematik öğretmenliği mesleğine özgü olarak ele alınan “matematik sınıflarında matematiksel fikirleri sunma, öğrencilerden gelen ‘neden?’ sorularına karşılık verebilme, temsillerin altında yatan fikirleri açıklayabilme vb.” şeklinde içerik bilgisini içeren uzmanlık alan bilgisi ve “müfredatta yer alan kavramlar arasındaki matematiksel bütünselliği yansıtmayı içeren matematiksel konuların, kavramların nasıl ilişkili olduğu” şeklinde kapsamlı alan bilgisinden (Ball, vd., 2008; Hill, vd., 2008) bağımsız olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının öğrenciye nasıl karşılık vereceklerine karar vermelerinin öğretmen adaylarının alan bilgisine bağlı olduğu söylenebilir. Literatürde de öğretmen adaylarının farkındalığı üzerine çalışan bazı araştırmacılar konu alan bilgisinin öğretmen farkındalığı için önemli bir kaynak olduğunu belirtmektedir (Dick, 2017; Vondrová & Žalská, 2012). Bu çalışmanın esas amacı öğretmen bilgisi ile öğretmen farkındalığı arasındaki ilişkiyi incelemek olmasa da bulgulardan öğretmen adaylarının öğrenciye nasıl karşılık vereceğine dair öğretimsel kararlar alabilmesi için kavramı, konuyu tüm

matematiksel ayrıntılarıyla bilmesi gerektiği şeklindeki çıkarımlarından farkındalığın anlamlı olması için adayların matematik konu alan bilgisine ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Ainley ve Luntley (2007) uzman öğretmenlerin (en az on yıllık deneyime sahip) sınıflarında dikkate bağlı bilgiyi inceledikleri çalışmalarında konu alan bilgisi ve ders planı hazırlama yetisine sahip olsa bile, bazı öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında öğrenci düşünmesine dikkat etmediğini tespit etmiştir. Araştırmacılar bu durumu dikkat etmede eksikliği olan öğretmenlerin konu alan bilgisini belirli bağlamlarda uygulamaya koyamayabileceği ve sınıf içi uygulamalarında öğrencilerle ilgili bazı fırsatları kaçırabilecekleri şeklinde yorumlamıştır. Gerçekten sınıf içinde kritik bir duruma dikkat etmeyen öğretmen bu durumla ilgili kararlar alamayacaktır. Burada dikkat etmenin, dikkate bağlı bilginin farkındalık için önemli bir bileşen olduğu ortaya çıkmaktadır (Ainley & Luntley, 2007; Schifter, 2001; Simpson, vd., 2018). Bu çalışmada da benzer şekilde öğretmen adayları bir durum üzerinde alan bilgisine sahip olsa bile video inceleme sürecinde o duruma dikkat etmediği birim fikirler ortaya çıkmıştır. Örneğin, Gizem ve Kaan uygulamanın başında polinom kavramını için çok terimli olduğu bilgisine sahip olmalarına rağmen video inceleme süreçlerinde öğrencilerden gelen bu fikre dikkat etmemişlerdir. Öğretmen bilgisinin öğretmen farkındalığında yorumlama biçimi ve karşılık verme bileşeni üzerine yansımaları olsa da dikkat etme için sadece alan bilgisinin yeterli olmadığı çıkarımında bulunulabilir. Bu durum bilişsel psikoloji çerçevesinde öğretmen farkındalığının zihinsel bir süreç olmasından (Kaiser, vd., 2015) kaynaklı olarak öğretmen adaylarının o anda başka bir şey düşünüyor olabileceği dolayısıyla öğrencinin fikrini gerçekten duymamış olabilecekleri şeklinde yorumlanabilir. Öğretmen adayı bir fikir, bir durum üzerine alan bilgisine sahip olsa bile o duruma dikkat etmediği durumlar olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, öğretmen farkındalığının yeterli olması için öğretmen bilgisinin gerek şart olmasına rağmen dikkat etme bileşeni için yeter şart olmadığı çıkarımında bulunulabilir.

Farkındalığın dikkat etme bileşeni için öğretmenin öğrencilerin matematiksel düşüncelerini duyması, dinlemesi gerektiği belirtilmektedir (Wallach & Even, 2005). Sınıf içi uygulamasında öğrencisinin bireysel ihtiyacını karşılaması ve öğretmenin kendi

genelleştirdiği fikirlerden uzaklaşması için öğretmenin öğrenciyi dinlemesi gerektiği vurgulanmaktadır (Ainley & Luntley, 2007; Schifter, 2001). Bu çalışmada öğretmen adaylarının gerçek sınıf ortamında öğrencilerden gelen farklı fikirleri inceledikleri video aracılığıyla öğretmen adayları öğrenci düşüncelerine dair bazı kritik durumları kaçırmış olsalar da genel olarak literatürde vurgulanan öğrencilerden gelen bazı fikireler hatalı olsa bile öğrencilerin düşüncelerindeki anlam için öğrenciyi dinlemek gerektiğinin (Schifter, 2001) farkına vardıkları belirlenmiştir. Polinom kavramı üzerine öğrenci düşünceleri, öğretmenin pedagojik yaklaşımı, kavramın matematiksel olarak derinlemesine incelenmesi, öğrencilerden gelebilecek farklı fikirler, söylemler, yanlış anlamalar, öğrencilerin farklı ifadeleri, öğretmenin bile daha önceden duymamış olabileceği düşünceler üzerine “video kayıt inceleme” aracılığıyla öğretmen adaylarının farkındalığının desteklendiği sonucu çıkmaktadır. Bu çalışmada öğretmen farkındalığının dayandığı bilişsel-psikolojik bakış açısının araştırmacılara metodolojik olarak sağladığı faydanın öğretmen adaylarının dikkatini belli bir öğretim uygulamasındaki ayrıntılara, öğrencilerin düşüncelerine yönlendiren video tasarımına dair olanak tanınması olduğu vurgulanabilir (Santagata, vd., 2021; König, vd., 2022). Öğrenci düşünmesine dair kritik sorularla polinom kavramının tartışıldığı ve tartışmalarda bilişsel süreçlerin göz önünde olduğu videonun sınıf içinde öğrenci ve öğretmenin tartışmasına dair uyarılar aracılığıyla öğretmen adaylarının bu durumlar üzerine düşüncelerini tetiklediği sonucu çıkarılabilir. Ayrıca öğretmenlerin öğrencilerin ne düşündükleri ile yakından ilgilendiklerinde, öğrencilerin matematiksel fikirlerini paylaştığı, tartıştığı ve akıl yürüttükleri bir sınıf ortamı olduğunu belirten çalışmalar (van Es, Cashen, Barnhart, & Auger, 2017) göz önüne alındığında öğretmen adaylarının video inceleme aracılığıyla öğrencilerin düşüncelerine dikkat etmeyi tecrübe etmelerinin mesleki gelişimlerine katkı sağlayacağı söylenebilir. Gerçekten, video-kayıt inceleme aracılığıyla belli bir konu üzerinde öğrencilerin zihnindeki fikirleri toplamak, hangilerine dikkat etmek gerektiği üzerine düşünebilmek ve belirleyebilmek öğrencileri dinleme ve dikkat etme öğretmen yeterliğini geliştirebilecek önemli bir yaklaşım olduğu vurgulanmaktadır (van Es, 2011).

Öğretmen adaylarının video-kayıt inceleme yoluyla öğrenme ve öğretme sürecine dair farkındalıkları üzerine bulgular öğretmenin sınıf içinde uyguladığı bilişsel, duyuşsal faaliyetler üzerine verilerden elde edildiği için öğretmenin pedagojik yaklaşımı başlığı altında toplanmıştır. Öğretmenin pedagojik yaklaşımı, öğretmenin öğrencilere verdiği karşılık, öğretim anında nihai bir sonuca ulaşma ve sınıf yönetimi alt kategorileriyle belirlenmiştir. Farkındalığın karşılık verme bileşeninin öğretmen adaylarının kendilerini öğretmen yerine koymaları ile mümkün olduğu, adayların öğrenci bakış açılarıyla sadece öğrencinin ne düşünmüş olabileceğini sorguladıkları, ancak nasıl karşılık vereceklerini düşünmedikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair farkındalıklarında öğretmenin öğrencilere verdiği karşılıklara genel olarak dikkat ettiği ve yorumlarında adayların kendilerini öğretmenin yerine koydukları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenin dönütlerini genel olarak değerlendirme eğiliminde oldukları ve eğer adaylar öğretmen dönütünü uygun buluyorlarsa adayların öğretimlerinde, öğretmenin verdiği karşılığı benimseyeceği izlenimi oluşmaktadır. Öğretmen adayları, polinom kavramı, polinomla fonksiyon kavramı arasındaki ilişki ve sıfır polinomunun derecesi üzerine videoda öğretmenin bazı açıklamalarının net olmadığı ve bu nedenle öğrencilerde bu kavramların yapılanmadığını düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adayları bu durumu ortaöğretim seviyesinde öğrencilerin dersten sonra kavramları sorgulamayacaklarını düşünerek sınıf içi tartışmaların nihai bir sonuca bağlanması gerektiğine dair öneri sunmaktadır. Öğretmen adaylarının öğrenme ve öğretme sürecine dair bu önerileri Sherin (2002)'nin öğretmen ve öğrencilerin soru ve yorumlarıyla devam eden bir tartışmanın sınıfça bir fikir birliğine varana kadar devam etmesi gerektiği yönündeki açıklamasıyla uyushmaktadır.

Öğretmen adaylarının öğretmenin öğrenciye karşılık verme durumlarını açık olarak içeren video aracılığıyla adayların karşılık verme bileşenini detaylandırmaları üzerine bulgular elde edilmiştir. Literatürde bazı deneyim fırsatları sürecinde öğretmen adaylarının derse nasıl devam edeceklerini ve öğrencilere nasıl karşılık vereceklerini sorgulamadığına dair sonuçlar (örneğin; Estapa, vd., 2018; Tataroğlu Taşdan, 2021) göz önüne alındığında bu çalışmada

video inceleme sürecinde öğretmen adaylarının öğretmen tepki ve dönütlerini dikkate alarak nasıl karşılık verecekleri üzerine düşünmeleri önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Öğretmen adaylarının öğretmen pedagojisi üzerine yorumları öğretmenin “öğrenci fikrini açma, sorgulama” ve “öğrenci cevabını sorgulayarak öğrencinin fikrindeki hataları düzeltmeye” dair dönütlerini destekler niteliktedir. Öğretmen adaylarının öğretmenin öğrencileri doğrudan doğru cevabı söylemekten ziyade öğrencilerin fikirlerini sorgulamaları için onları düşündürecek dönütlerde bulunmasını yargılayan yaklaşımla değerlendirdiği belirlenmiştir. Ela dışındaki öğretmen adayları öğrencileri cevabı bulmalarına yönlendirecek sorular sormanın uygun olduğunu düşünürken, Ela öğrencilerin sorularla uğraşırken öğrencileri yönlendiren bir karşılıklı bulunmadan öğrencilerin salt fikirlerini öğrenmenin daha doğru bir yöntem olduğunu düşünmektedir. Gerçekten, Chazen ve Ball, (2001) de çalışmalarında sınıf içi tartışmaların öğrencilerin düşünmesi odaklı olması için bu tartışmalarda öğretmenlerin öğrencilere önemli bir yönlendirme yapmamaları gerektiği izlenimini edindiklerini belirtmişlerdir. Ela öğrenci düşünmesine ulaşmanın bir yolunu öğrenciye hiç müdahalede bulunmadan doğrudan öğrencinin fikirlerini yazması daha sonra fikirlerini savunması olarak ele almaktadır. Ayrıca öğretmenin kendi düşüncesinden uzaklaşıp ilk olarak öğrenciyi dinlemenin doğru olduğunu aksi takdirde o düşüncenin öğretmene ait olmuş olacağını belirtmektedir. Ela’nın bu düşüncesi Cobb, (1988) ve Yetkin-Özdemir ve Kayhan-Altay (2016)’nın çalışmalarında belirttikleri öğretimde öğrencilerin ilk olarak kendi düşünmelerini açıkça sunmaları gerektiği fikri ile paralellik göstermektedir. Öğretmen adaylarının öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine dikkat ettikleri durumlara dair yorumlarının genel olarak öğrencilerin düşünmesinden bağımsız olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının öğretmen pedagojisi üzerine matematiksel detay içeren açıklayıcı birkaç yorumu dışında genel olarak öğretmen dönütünü tanımlayan ve yargılayan yaklaşımla yorumladıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenin pedagojik yaklaşımı üzerine yorumlarının genel olarak tanımlayan ve yargılayan yaklaşımla olmasının sebebi öğretmen adaylarının sınıf ortamındaki öğrencileri öğrenmeleri bakımından değerlendirip yönlendirebilmelerini gerektiren öğrenci tanıma yeterliliğiyle

(TED, 2009) açıklanabilir. Öğrenciyi tanıma yeterliliği öğrencilerin kavramla ilgili ön bilgilerinden haberdar olarak öğrencilerin kavrama ilişkin düşüncelerini anlamlandırmayı ve konu alan bilgisini öğrencinin anlamlı öğrenmesine katkı sağlayacak şekle dönüştürmeyi gerektirmektedir (Driel & Berry, 2010). Bu çalışmada öğretmen adaylarının farkındalıklarına dair bulgularından öğrenci tanıma ve konu alan bilgilerinin yorumlama biçimlerini etkilediği söylenebilir. Literatürde öğretmen adaylarının yorumlama biçimleri geliştikçe öğrenci tanıma bilgilerinin geliştiğini gösteren çalışmalar (Baki, Çelik, Güler, & Sönmez, 2018) göz önüne alındığında öğrenci tanıma bilgisi ve farkındalığın birbiri ile ilişkili kavramlar olduğu çıkarımında bulunulabilir. Öğretmen adaylarının öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair yorumlarından, öğretmenin tecrübesi nedeniyle öğrencileri tanımasından kaynaklı olarak öğrencilere uygun karşılık verebildiğini düşündükleri çıkarımında bulunulabilir. Ancak adayların videodaki öğrencileri ve sınıf ortamını tanınamaları nedeniyle kendi varsayımları üzerinden karşılık verme bileşenini ve derse nasıl devam edebileceklerine dair kararlarını sundukları tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek için polinom kavramı bağlamında gerçek sınıf ortamında çekilen videonun sınırlı bir ders saatini içermesi diğer bir deyişle sınıftaki belli bir zaman dilimindeki anlardan ibaret olması nedeniyle gerçek sınıfın tüm özelliklerini (örneğin; öğretmen-öğrenci ilişkisi, sınıfın genel olarak matematik bilgisi, öğrencilerin ön bilgisi) kapsamaması (Kaiser, vd., 2015), söz konusu deneyim fırsatının bir sınırlılığı olarak değerlendirilebilir. Gerçekten öğretmen adaylarının video inceleme sürecindeki yorumlarındaki “Sadece bu derse bakarak yorum yapıyoruz. Geçmişte nasıl anlattığına da bakmak gerekiyor net bir karara varmak için” ifadelerinden bu sınırlılığın farkında oldukları anlaşılmaktadır.

Öğretmen adaylarının söz konusu videoda öğretmenin öğrencilerin düşüncelerine verdiği karşılıklara dair dikkatleri ve yorumlarından, ders planını hazırlarlarken kavramların ve kavramlara ait matematiksel terimlerin (örneğin; sabit polinom, sıfır polinomu) tanımlarına dikkat etmeleri gerektiğini, öğrencilerde kavramın anlaşılması, yapılandırılması için öğrencilerden gelebilecek fikirleri ve bu fikirlere nasıl karşılık vereceklerini öğretimden

önce düşünmeleri gerektiğinin farkına vardıkları söylenebilir. Anthony, Hunter ve Hunter (2015), öğrencilerin düşünmelerine dikkat eden ve bu dikkatleri üzerine kararlar alan öğretmenlerin öğrenci ihtiyaçlarını dikkate alarak derslerini tasarladıklarını tespit etmiştir. Bu çalışmanın sonucuna paralel olarak öğrencilerin düşüncelerini fark eden ve bu düşüncelere karşılık veren öğretmenin videosu aracılığıyla öğrencilerin matematiksel düşünmesine ve öğretmen pedagojisine dikkat eden öğretmen adaylarının polinom kavramına dair öğrencilerin ne bildiklerini, ne düşünebileceklerini ve kendilerinin bu düşüncelere nasıl karşılık vereceğine kararlarını temel alarak ders tasarladıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adayları kendilerine sunulan videoyu incelemeleri aracılığıyla kavram üzerine derinlemesine düşündüklerini belirtmektedir. Buradan öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek ve desteklemek için adaylara bir kavram odağında öğrencilerin matematiksel düşünmelerini, kavram yanlışlarını, öğrencilerden gelen beklenmedik cevapları ve öğretmenin bu düşüncelere verdiği karşılıkları, öğretmenin öğrencilere bilişsel ve duyuşsal yaklaşımını inceleyebilme fırsatı sağlayan videonun adayların mesleki gelişimine katkı sağladığı çıkarımında bulunulabilir. Dolayısıyla bu çalışmanın sonuçları literatürle (Roller, 2016; Ulusoy, 2020) paralel olarak öğretmen eğitimi programlarında öğretmen adaylarının farkındalığını incelemek ve desteklemek adına video kullanımını desteklemektedir.

Öğretmen adaylarının çoğunlukla öğrencinin matematiksel düşünmesi, öğretmenin pedagojik yaklaşımı, kavram ve kavram öğretimi bağlamına dair farkındalıkları üzerine veri elde edilse de adayların öğretmenin pedagojik yaklaşıma dair yorumlarında sınıf yönetimi üzerine dikkat ettikleri birkaç durum belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının sınıf yönetimi üzerine dikkat ettikleri durumları öğrenci öğrenmesi/ anlaması açısından öğretmenin sınıf içi davranışı ve tahta kullanımı üzerine tanımlayan ve yargılayan yaklaşımla yorumladıkları tespit edilmiştir. Literatürde öğretmen adaylarının sınıf içi gözlemlerinde sınıf ortamına dair genel olarak sınıf mevcudu ve sınıf düzenine dikkat ettiğini belirten çalışmaların (Star & Strickland, 2008; Star, Lynch, & Perova, 2011) aksine bu çalışmada öğretmen adaylarının yalnızca bir kere sınıf ortamı ve zaman yönetiminin sınıf içi uygulamalara etkisine dair

yorum getirdiği görülmektedir. Bu sonuç çalışmada adaylara sunulan videonun adayların genel olarak öğrencilerin matematiksel düşünmesine, kavrama ve öğretmen pedagojisine dikkat etmelerini tetiklemesinden kaynaklanıyor olabilir. Gerçekten Star ve Strickland (2008), öğretmen adaylarının öğrenciler ve matematiksel içerik gibi sınıf bileşenlerini yorumlamada daha az yetkin olduklarını ancak iyi kavramsallaştırılmış video incelemeler aracılığıyla öğrenme ve öğretme süreciyle ilgili önemli ayrıntıları fark ettikleri sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmada amaca göre hazırlanan videonun öğretmen eğitiminde farkındalığı desteklemek için faydalı bir ortam olduğu sonucu, literatürde öğretmen ile çalışan bazı çalışmaların sonuçlarıyla (Borko, 2008; van Es & Sherin, 2010) paralellik göstermektedir. Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair dikkat ettikleri bazı durumlara dair yorumlarında baskın olarak kavramın matematiksel yapısı veya kavramın öğretimi bağlamındaki yapısına odaklandıkları belirlenmiştir. Bu bağlamda kendilerine sunulan videoyu incelemelerine dair farkındalıklarında kavramın matematiksel yapısı ve kavramın öğretimi bağlamındaki yapısı ayrı bir kategori olarak ele alınmaktadır. Öğretmen adaylarının öğretmenin pedagojik yaklaşımı, öğrencinin algısı üzerine dikkatlerine dair yorumlarında kavramın matematiksel yapısı ve kavramın öğretimi yapısına odaklanamaları, öğretim uygulamalarında öğretmen, öğrenci ve kavramın birbiriyle etkileşim halinde olmaları (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001; Lampert, 2001) nedeniyle açıklanabilir. Öğretmen adaylarının kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki yapısında dikkat ettikleri durumlar kavrama özgü olup, sıfır polinomu ve sabit polinom arasındaki ilişki, sıfır polinomunun derecesi ve öğrencilere öğretimi, polinomlarda belirsiz değer atama ve kavrama özgü doğru terminolojinin kullanılması üzerine adayların ele aldıkları polinomun kökünün matematiksel yapısı şeklinde belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki yapısına dair dikkatleri üzerine yorumlarının genel olarak açıklayan yaklaşımla olup, adayların öğrencilerin söz konusu durumlar üzerine öğrencilerin fikirlerinin sorgulanması ve doğru cevaba yönlendirecek ipuçları verme şeklindeki kararlarını ve dikkat ettikleri durumlarda derse nasıl devam edileceği üzerine önerilerini sundukları

görülmektedir. Öğretmen adaylarının bir matematiksel içerik üzerine videoyu detaylı incelemeleri, adayların kavramın yapısına ve öğretimi bağlamındaki yapısına dair öğretimlerini nasıl sürdürecekleri üzerine düşünmelerini sağlamaktadır. Buradan literatürde öğrenci düşünmesine dayalı bazı mesleki gelişim programlarında vurgulandığı gibi (örneğin; Bilişsel Yönlendirmeli Öğretim (Fennema vd., 1996)) öğretmen adaylarını doğrudan yönlendirmeden adayların belli bir kavram üzerine video incelemelerinin öğrencilerin matematiksel düşünmesi ve kavrama dair kararlarını sorgulamaları için uygun bir deneyim fırsatı olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının kendilerine sunulan videoyu bireysel incelemeleri üzerine deneyim fırsatında öğretmen adaylarına sunulan video aynı olmasına rağmen, öğretmen adaylarının videoda dikkat ettikleri durumlar farklılaşabilmektedir. Öğretmen adayları aynı duruma dikkat etseler de bu durum üzerine dikkat ettikleri birim fikirler farklı olabilmektedir. Örneğin aynı durum/ olay üzerine iki öğretmen adayı matematiksel ilişkilendirme birim fikrine dikkat ederken, diğer iki öğretmen adayının öğretmenin dönütüne dikkat edip dikkat ettikleri durumlar üzerine yorum getirdiği tespit edilmiştir. Video inceleme sürecinde bazı durumlara sadece bir öğretmen adayının dikkat ettiği, diğer öğretmen adaylarının dikkat etmediği de görülmektedir. Bu durum farkındalığın bilişsel psikolojik bakış açısında insan algısının sınırlı olduğu ve bu nedenle öğretenlerin dikkatlerini öğretimin belli yönlerine verdiği kabulüyle (König, vd. 2022) açıklanabilir. Ayrıca, dikkat ettikleri birim fikirler aynı olsa bile, öğretmen adaylarının kendi bakış açılarından, algılarından kaynaklı olarak yorumlama & anlamlandırma biçimlerinin farklı olduğu durumlar tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Colestock ve Sherin, (2009)' un öğretmenlerin dikkat ettikleri durumları nasıl anlamladıklarını inceledikleri çalışmalarında öğretmenlerin aynı olaya, duruma dikkat etmelerine rağmen, olayları, durumları aynı yolla açıklamadıkları sonucuyla paralellik göstermektedir. Burada öğretmen adaylarının bakış açılarından, eğilimlerinden ve alan bilgilerinden gelen farklılıklar nedeniyle farklı yorumları olduğu çıkarımında bulunulabilir. Öğretmen adaylarının bir durumu anlamlandırmaları öğrenci bakış açılarıyla ya da öğretmen bakış açısıyla olduğu durumlarda da farklılaşmaktadır. Gerçekten Lee (2016) çalışmasında

bu durumu ayrıntılı olarak incelemiş ve öğretmen adaylarının bakış açılarına göre farkındalıklarının değiştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, öğretmen adaylarının aynı durum üzerine farklı yorumlar getirmelerinin nedeninin farklı insanların mevcut bilgi, deneyim ve inançlarından kaynaklı olarak aynı durum üzerine farklı şeyleri görmesinden, algılamasından (Olson, Roese, & Zanna, 1996) kaynaklandığı söylenebilir.

5.2. Öğretmen Adaylarına Polinom Kavramı Üzerine Sunulan Sınıf İçi Öğretime Ait Senaryo İncelemelerine Dair Farkındalıklarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Öğretmen adaylarının yazılı senaryo incelemeleri aracılığıyla dikkat ettikleri birim fikirler video incelemelerinde dikkat ettikleri birim fikirlere benzer olarak *öğrencilerin matematiksel düşünceleri, öğrenme ve öğretme süreci, kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki yapısına dair farkındalıkları* şeklinde üç ana başlıkla kategorilendirilmiştir. Öğretmen adaylarının farklı deneyim fırsatları süreçlerine dair farkındalıklarında dikkat ettikleri birim fikirler üzerine ana başlıklar benzerlik gösterse de dikkat ettikleri bazı durumlar ve alt başlıklar farklılık göstermektedir. Bu durumun nedeni öğretmen adaylarına sunulan deneyim fırsatlarından gelen kritik durumların, uyarıların farklı olmasıyla açıklanabilir. Örneğin, öğretmen adaylarına sunulan videoda kavramı günlük hayatla ilişkilendirmeye dair bir uyarı varken sınıf içi öğretime dair yazılı senaryolarda böyle bir uyarıya rastlanmamakta ya da sınıf içi öğretime dair yazılı senaryoların birinde iki belirsizli polinomlara dair uyarılar varken video incelemeleri sürecinde böyle bir uyarıya rastlanmamaktadır. Dolayısıyla söz konusu çalışma deneyim fırsatları süreçlerinde öğretmen adaylarının farkındalığı için dikkat ettikleri durumlara ve nasıl karşılık vereceklerine karar verme bileşenlerine dair genel bir bakış açısı sunsa da her bir deneyim fırsatı ve kavram odağında adayların farkındalıklarının değişebileceği belirtilebilir. Bu yönde elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmen yetiştiren kurumlarda öğretmen yetiştiricilerin ve öğretmen farkındalığı üzerine çalışan araştırmacıların, matematiksel içerik üzerine öğretmen (ya da öğretim elemanından) veya öğrenciden (ya da

öğretmen adayı) gelen uyarıların farkındalığa yansıyacağına dair bu sonucu göz önünde bulundurmaları gerektiği söylenebilir.

Bu yazılı senaryolardaki öğrenme ve öğretime dair uyarılar adaylara sunulan video-kayıt inceleme sürecindeki uyarılara kıyasla daha az olup öğretmen adaylarının senaryo incelemeleri sürecinde grup tartışmaları ile birbirlerine uyarı olabildikleri belirlenmiştir. Bu durum bir öğretmen adayının farkına varmadığı, dikkat etmediği bir duruma diğer öğretmen adayının farkına varmasıyla açıklanabilir. Ayrıca öğretmen adaylarının senaryo dışı öğretmenlik uygulaması deneyimleri, okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması derslerindeki rehber öğretmenlerin pedagojik yaklaşımlarına dikkatleri, kavrama dair alan bilgileri vb. aracılığıyla da birbirlerine uyarı olduğu bulgulara rastlanmaktadır. Öğretmen adaylarının ilk deneyim fırsatı olarak video-kayıdını bireysel olarak incelemeleri nedeniyle video inceleme süreçlerinde adayların işbirliğine dair bir sonuç ortaya konulamamıştır. Bu deneyim fırsatında ise ulusal ve uluslararası literatürde öğretmen adaylarının farkındalıklarının işbirliği ile desteklendiğini belirten çalışmaların sonuçlarıyla (Putnam & Borko, 2000; Guner & Akyuz, 2020; Kazemi & Franke, 2004; van Es & Sherin, 2002) paralel olarak adayların işbirliğiyle birbirlerinin farkındalıklarını destekledikleri belirtilebilir. Çalışmanın metodoloji bölümünde bahsedildiği üzere, uzun süre etkileşim halinde olan öğretmen adaylarının birbirlerinin akıl yürütmelerini destekleyeceği varsayımı (Borko, vd., 2008) senaryo incelemelerine dair farkındalıklarında somut olarak ortaya koyulmaktadır.

Öğretmen adaylarının sıfır polinomunun derecesi üzerine yazılı senaryoyu incelemelerinde öğrencilerin matematiksel düşünmelerine dair dikkat ettikleri durumların sadece öğrenci kavrayışları üzerine olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bir öğrencinin “sıfır polinomunun derecesi sıfır olur” fikrine dikkat ettikleri ancak buradaki öğrenci fikrini yorumlamaktan ziyade öğrencinin fikrine nasıl karşılık vereceklerine dair yollar sundukları belirlenmiş ve dolayısıyla bu durum üzerine farkındalıkları öğretmenin pedagojik yaklaşımı başlığı altında ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının sıfır polinomunun derecesi üzerine öğrenci algılarını, öğrencilerin ne düşündüklerini tartıştıkları ancak genel olarak bu duruma

dair yorumlarının var olan durumu ortaya koyan yaklaşımla olduğu belirlenmiştir. Adayların bu süreçte öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dair yorumlarının çoğunlukla tanımlayan yaklaşımla olması literatürde öğretmen adaylarına müdahalede bulunulmadığı takdirde öğrencilerin matematiksel düşüncelerini yorumlamada zorlandığını belirten çalışmaların (Mitchell & Marin, 2015; Sánchez-Matamoro, vd., 2019) sonuçlarını desteklemektedir. Mitchell ve Marin, (2015), öğretmen adaylarının deneyim fırsatlarındaki uyarılar aracılığıyla öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dikkat etme ve karşılık verme yeterliliklerinin yorumlama bileşenine göre daha görülebilir ve geliştirilebilir olduğunu belirtmektedir. Gerçekten senaryo incelemeleri sürecinde öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncesi üzerine yorumları tanımlayan yaklaşımla olup herhangi bir detay içermese de adayların yazılı senaryoda öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığı ve öğrenciye nasıl karşılık verilmesi gerektiğini sorguladıkları açık olarak görülmektedir.

Senaryo incelemelerinde öğretmen adaylarının sıfır polinomunun derecesine belirli ve sonlu doğal sayı tayin etmenin mümkün olmadığını (Santos, 2008, s., 102) farkında oldukları ancak bu durumun öğrencilere matematiksel olarak ifade edilmesinin bir önemi olup olmadığı, yani öğrencilerin sıfır polinomunun derecesinin sonsuz olduğunun farkına varmasının yeterli olup olmadığı üzerine tartıştıkları görülmektedir. Öğretmen adayları sıfır polinomunun derecesi üzerine öğretimi devam ettirme ve sıfır polinomunun derecesini açıklama noktasında ikiye ayrılmaktadır. Adayların grupça tartışmalarının sonunda sıfır polinomunun derecesine dair öğrencilere karşılık verme noktasında sıfır polinomunun derecesinin sonsuz olabileceğini ancak bu değer belli bir doğal sayı olamadığı ve sonuç olarak belirsiz olduğunun açıklanması kararına varmıştır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının farkındalıklarını incelemek ve desteklemek amacıyla sunulan deneyim fırsatlarının öğretmen adaylarının öğretimde izleyeceği yolları, öğrencilere verecekleri karşılıkları düşünme fırsatı sağladığı söylenebilir. Öğretmen adaylarının dikkat ettikleri durumlar üzerine yorumları genel olarak tanımlayan yaklaşımla olsa da öğretime nasıl devam edeceklerini sorgulamaları adına grupça senaryo durumu incelemelerinin, tartışmalarının

farkındalığın karşılık verme ve nasıl karşılık vereceğine karar verme bileşeni bağlamında önemli olduğu izlenimi oluşmaktadır. Sherin, (2004)'ün belirttiği gibi bu çalışmada da öğretmen adaylarına sınıf ortamında etkileşime girme baskısı olmadan öğretime açılan bir pencere sunulması adına video ve senaryo inceleme fırsatlarının öğretmen adaylarının farkındalıklarına katkısının yanı sıra deneyim fırsatları sürecindeki sorgulamalarının kendi öğrenme ve öğretme durumlarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının ' $xy + 2$ ' ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği bilişsel çatışması üzerine senaryo incelemelerinde öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dair dikkat ettikleri durumlar matematiksel ilişkilendirme ve matematiksel dil kullanımı olarak tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerinden polinomun bir gösterim olması fikrine, polinom ve fonksiyon arasındaki ilişkinin nasıl öğrencilere sunulması gerektiği üzerine açıklayan yaklaşımla yorum getirdikleri ve derse nasıl devam etmeleri gerektiği üzerine düşüncelerini sundukları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının bu senaryo durumunu incelerken, öğrencilerin kavramlar arası ilişkilendirmelerini irdelemelerinin ve polinom ve fonksiyon arasındaki ilişki üzerine yorum getirmelerinin adayların video inceleme sürecinde de sorgulamış olmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Öğretmen adaylarının kavramlar arası ilişkiye dikkatlerine dair bulgularından karşılık verme bileşeni bağlamında öğrencilerin düşüncelerini sorgulamaktan ziyade matematiksel ilişkilendirmeyi öğrencilere açıklama şeklinde öğretimlerine devam edecekleri izlenimi oluşmaktadır. Öğretmen adaylarından Kaan'ın video inceleme sürecinde matematiksel dil kullanımına dikkat etme eğilimi bu deneyim fırsatındaki farkındalığına da yansımaktadır. Öğretmen adaylarından Gizem'in video inceleme sürecinde matematiksel dil kullanımı üzerine dikkat ettiği yalnızca bir durum olmasına rağmen senaryo incelemeleri sürecinde iki belirsizli polinomun cebirsel olarak nasıl ifade edilmesi gerektiğini sorguladığı görülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının toplu görüşmelerde bazı durumlar üzerine dikkat etmelerinin adayların birbirlerini tetiklemesiyle açıklanabilir. Öğretmen adaylarından Ela video inceleme deneyiminde matematiksel iletişim üzerine ayrıntılı yorumlar getirirken, senaryo durumunda bu durum üzerinde durmamaktadır. Burada öğretmen adaylarının

farkındalıklarını incelerken, iki deneyim fırsatı sürecinde dikkat ettikleri durumlara dair eğilimleri için çıkarımda bulunulmakta ancak öğretmenlik uygulaması dersi sürecinde öğretmen adaylarının farkındalıklarında dikkat bileşenine dair eğilimlerinin ne yönde olduğu somut ve belirli olarak görülmektedir. Burada öğretmen adaylarının belirlenen farkındalıklarının literatürde de vurgulandığı üzere farkındalığın içsel bir yeterlilik (Jazby, 2016; Sherin, Russ, Sherin, & Colestock, 2008) olması nedeniyle öğretmenlik uygulaması dersine yansımalarının incelenmesinin ve araştırmalarda daha güvenilir yorum yapılabilmesi açısından önemli olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının senaryo incelemeleri aracılığıyla öğrenme ve öğretme sürecine dair farkındalıkları için elde edilen bulgulardan, öğretmenin mesleki olarak deneyimli olması ve öğrencilerini tanıması nedeniyle öğrenci düşünmesine odaklanarak bu tarz sınıf içi tartışma ortamları oluşturduğunu düşündükleri sonucu çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının öğrenme ve öğretme sürecine dair farkındalıklarında öğretmenin öğrencilere verdiği dönütlere dikkat etme ve öğretmen dönütlerini değerlendirme eğiliminde oldukları tespit edilmiştir. Öğretmenin derse hazırbulunuşluğunun önemine dikkat çeken adaylar öğretmenin kendi alan bilgisi ve öğrenciyi tanıma bilgisi temelinde öğrencilerden sıfır polinomunun derecesine dair bazı kritik fikirler gelmese bile, öğretim anında öğretmenin öğrenci düşüncelerini, fikirlerini açığa çıkarmalarını tetikleyecek sorular sorması gerektiğini vurgulamaktadır. Öğretmenin sorduğu “farklı düşünen var mı?”; “Tüm sayılar ile kast ettiğin şeyi açıklayabilir misin?” vb. soruları öğrencilerin fikirlerini açığa çıkaracak sorular olması nedeniyle öğretimde kullanılması gereken sorular olarak düşünülmektedirler. Jacobs, vd. (2022) öğrenci düşünmesini dikkate alma yeterliliğine sahip olan öğretmenlerin öğrencilerin düşüncelerini açığa çıkaran sorularla karşılık verdiklerini belirtmektedir. Bu bağlamda öğretmen adaylarına sunulan video ve senaryoları incelemeleri fırsatları sınırlı bir zaman diliminde olsa da adayların karşılık verme bileşeni bağlamında öğrencilerin düşüncelerini sorgulayacaklarına dair elde edilen bulgular, adayların bu yeterliliğin farkında oldukları izlenimi oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının karşılık verme veya karar verme bileşeni bağlamında konu alan bilgilerinden kaynaklı olarak matematiksel detay veremeseler de

genel eğilimlerinin öğrenci düşünmesini sorgulama şeklinde olduğu belirtilebilir. Dolayısıyla adaylara sunulan deneyim fırsatlarının adayların kavram odağında öğrencilerin matematiksel düşünmesine nasıl karşılık verecekleri üzerine derinlemesine düşünmelerini desteklediği, bu bağlamda literatürde vurgulandığı üzere kendilerinin öğrenciden öğrenmeyi deneyimlemeleri adına (Mason, 2011; Star & Strickland, 2008) adayların mesleki gelişimine katkı sağlaması adına önemli olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının sıfır polinomunun derecesi üzerine senaryoda dikkat ettiği durumlar olan kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki yapısına dair bulgularında adayların öğretim programındaki kazanımların sunum sırasını göz önünde bulundurarak polinomlarda işlemler ve polinomlarda derece konularının hangi sırada verilmesi gerektiği üzerine tartıştıkları ve nihai bir karara vardıkları tespit edilmiştir. Literatüre paralel olarak (Sánchez-Matamoros, vd., 2015, 2019) öğretmen adaylarına sunulan senaryo durumlarının bir matematiksel durum üzerine olması nedeniyle öğretmen adaylarının kavram öğretimi bağlamındaki yorumlarını matematiksel açıdan detaylandırdıkları düşünülmektedir. Sıfır polinomunun derecesi üzerine matematiksel detay veren öğretmen adaylarının, ' $xy + 2$ ' ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediğine dair senaryo incelemelerinde ise olarak kavramın matematiksel yapısı üzerine yorumlarını sadece liseden gelen bilgilerine dayandırdıkları ve kavramın öğretimi bağlamındaki yapısı üzerine dikkatlerini ise tanımlayan yaklaşımla ele aldıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının senaryoda dikkat ettikleri kavramın matematiksel yapısı üzerine farkındalıklarının daha yüzeysel olmasının nedeni adayların iki belirsizli polinomlar üzerine sınırlı deneyimlerinden, bilgilerinden kaynaklı olabilir. Bu deneyim fırsatı için de ilk deneyim fırsatında vurgulandığı gibi öğretmen adaylarının alan bilgilerinin ve geçmiş deneyimlerinin adayların farkındalıklarına özellikle yorumlama bileşenine yansıdığı sonucu tekrar vurgulanabilir. Bu sonucun literatürde konu alan bilgisinin farkındalıkla ilişkisi üzerine tartışan çalışmalarla (Dreher & Kuntze, 2015; Kersting, vd., 2012; Yang, Kaiser, König, & Blömeke, 2021) paralellik gösterdiği görülmektedir.

Öğretmen adayları bir deneyim fırsatında bir duruma/ uyarana dikkat etmişlerse diğer deneyim fırsatında da aynı duruma/ uyarana dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Örneğin, öğretmen adaylarından Kaan kendilerine sunulan videoyu incelemelerinde sıfır polinomunun derecesi için bir öğrencinin sıfır cevabına dikkat eden tek öğretmen adayı olup Kaan'ın “sıfır polinomunun derecesi” üzerine senaryo incelemeleri sürecinde de bir öğrencinin verdiği sıfır cevabına dikkat ettiği ve bu durumu diğer adaylarla paylaştığı belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarından Gizem'in kendilerine çalışmanın başında sunulan alan tarama sorularında “ $xy + 2$ ” ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği” sorusuna, bu ifadenin polinom belirtmediğine dair cevabının doğruluğunu söz konusu çalışmaya başlamadan matematik ders kitaplarından araştırmasının, senaryoyu tartışmaları sürecinde bu duruma dair yorumlarını etkilediği görülmektedir. Buna benzer bulgular doğrultusunda adayların bir deneyim fırsatında edindiği deneyimlerin diğer deneyim fırsatındaki farkındalık bileşenlerine yansıdığı çıkarımında bulunulabilir. Ayrıca; öğretmen adaylarına çalışmanın başında uygulanan alan tarama sorularının adayların farkındalığı için bir müdahale biçimi olmamakla birlikte, dikkat ettikleri, sorguladıkları, üzerine düşündükleri her bir uyarının adayların farkındalığına yansıdığı görülmektedir. Dolayısıyla Ding ve Domínguez (2016)'in çıkarımıyla paralel olarak öğretmen adaylarının deneyimlerinin öğretmen farkındalığına yansıdığı belirtilebilir.

5.3. Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Uygulaması Dersi Sürecindeki Deneyimlerine Dair Farkındalıklarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Öğretmen adaylarının polinom kavramı üzerine hazırladıkları ders planlarını tartışması, uygulamaları, uygulamanın tartışılması ve derslerin video kayıtları üzerine bireysel görüşmeler aracılığıyla incelenen farkındalıkları diğer deneyim fırsatlarına benzer şekilde, öğrencilerin matematiksel düşünmesi, öğrenme ve öğretme süreci ve kavramın matematiksel yapısı ile öğretim bağlamındaki yapısı şeklinde kategorilendirilmiştir. Literatürde öğrenci merkezli öğretimin karmaşık taleplerini anlamlandırmak için öğretmenin öğrenci düşünmesi, pedagoji ve içerik (konu, kavram) üzerine sürekli ilgilenmeleri gerekliliği

tartışması (Hammer & Schifter, 2001) ile bu çalışmada öğretmen adaylarının farkına vardığı durumların paralel olduğu görülmektedir. Ayrıca literatürde vurgulanan öğretmen eğitimi programları ile sınıf uygulamaları arasında ilişki kurulması gerekliliği (Grossman & McDonald, 2008; Grossman, vd., 2009; Santagata, vd., 2007; Star & Strickland, 2008; Vondrová & Žalská, 2015; Tataroğlu Taşdan, Tekin Dede, & Yiğit Koyunkaya, 2022; Taylan, 2018) bu çalışmada adaylara sunulan deneyim fırsatı sürecinde, adayların öğrenci düşünmesini ele alarak ders planı hazırlaması, uygulaması ve uygulamalar üzerine tartışmalarının yanı sıra kendi uygulamalarını bireysel olarak da incelemeleri aracılığıyla sağlandığı söylenebilir. Bu nedenle; çalışmanın bulgularından elde edilen farkındalık kategorileri göz önüne alındığında bir öğretmen yeterliliği olarak ele alınan öğretmen farkındalığını desteklemek adına öğrencilerin matematiksel düşünmesi, öğrenme ve öğretme süreci ve kavramın matematiksel yapısı ile öğretimi bağlamına sistematik olarak dikkat edebilecekleri ortamlar tasarlanması gerektiği vurgulanabilir.

Adaylar, öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında hem üniversite ortamında polinom kavramı bağlamında ders planlarının ve uygulamalarının tartışılması hem de lisedeki sınıf içi uygulamaları aracılığıyla bu deneyim fırsatı sürecinde birçok uyarana maruz kalmıştır. Adayların öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dair uyarılardan matematiksel ilişkilendirme, matematiksel akıl yürütme, matematiksel iletişim, öğrencilerin polinomlara dair kavrayışlarına dikkat ettikleri belirlenmiştir. Diğer iki deneyim fırsatı sürecinde matematiksel düşünmeye dair dikkat ettikleri birim fikirlerden farklı olarak bu süreçte adaylar matematiksel akıl yürütmeye odaklanmaktadır. Bu durum onların ders planları üzerine tartışmaları sürecinde matematiksel akıl yürütmeye dair öngörülerinden ve sınıf içi uygulamalarında birebir öğrenciyle etkileşimde olmalarının öğrencilerin akıl yürütmelerine dikkat etmelerini tetiklemesinden kaynaklanıyor olabilir. Öğretmen adaylarının akıl yürütmeye dair farkındalıklarını inceleyen çalışmalar literatürde sınırlı olmakla (Melhuish, vd., 2020) birlikte bu çalışmalarda adayların doğrulama ve genellemeye dair dikkatlerinin kısıtlı olduğu sonucu ortaya konmaktadır. Bu çalışmada ise adayların kendi öğretimlerine dair videoları bireysel incelemelerinde öğrencilerin matematiksel akıl yürütmeleri üzerine

odaklandıkları doğrulama, matematiksel genelleme ve algoritma oluşturmaya detaylı olarak yorumladıkları, öğrencilere karşılık verme noktasında da öğrencileri sorguladıkları belirlenmiştir. Burada öğretmen adaylarının öğrenciyle birebir etkileşim halinde olmaları nedeniyle öğrencilerin matematiksel akıl yürütmelerine dikkat ettikleri söylenebilir. Ayrıca adayların ders planı tartışma sürecinde bazı formülleri öğrencilerin elde etmesi için akıl yürütmeye dair farkındalıklarının senaryo durumlarını tartışmaları deneyim fırsatına benzer şekilde birbirlerinin farkındalıklarını desteklemesiyle açıklanabilir. Gerçekten Güner ve Akyüz (2017) de ilköğretim matematik öğretmen adaylarının farkındalıklarını ders planı hazırlamaları, sınıf içi uygulamaları ve öğretimi yansıtmalarıyla ders planlarının değerlendirmeleri aracılığıyla inceledikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının işbirliğiyle öğrencilerin matematiksel düşünmesine dair farkındalıklarının geliştiği tespit edilmiştir. Ayrıca literatürde işbirliğine dayalı grup çalışmalarının öğretmenlerin/ öğretmen adaylarının öğretmen adaylarının matematiksel düşüncelerine dikkat etmelerini, bu durum üzerine akıl yürütmelerini ve söz konusu durumu anlamlandırmalarını desteklediğini belirten çalışmalar mevcuttur (Sherin & van Es, 2009; Borko vd., 2008). Öğretmen adaylarının farkındalıklarının hem bireysel hem de grupça çalıştığı ortamlarda incelenmesi deneyim fırsatları sürecinde dikkat etme eğilimlerinin ne yönde olduğuna dair bakış açısı sunmakla birlikte, grup çalışmalarında da adayların birbirlerinin dikkat ettikleri durumları ve yorumlamalarını etkilediği söylenebilir. Buradan öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dair farkındalıklarını desteklemek adına mesleki gelişim programlarında adayların işbirliğiyle çalışmasını sağlayacak ortamların sağlaması gerektiği çıkarımında bulunulabilir.

Öğretmen adaylarının ders planını tartışma sürecinde matematiksel ilişkilendirmeye dair farkındalıklarında özellikle polinom ve fonksiyon arasındaki ilişki üzerinde durdukları ve fonksiyonlarda değişken yerine değer atama, polinomlarda belirsiz değer atamanın öğrencilerin anlamlandırması açısından nasıl sunulacağına dair ortak kararlar aldıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, adayların kendi öğretimlerine dair video incelemeleri sürecinde de öğrencilerin matematiksel ilişkilendirmeye dikkat ettikleri durumları öğrencilerin

düşünceleri üzerinden örnekler sunarak açıkladıkları belirlenmiştir. Onların öğretmenlik uygulaması sürecinde farkındalıklarına dair genel olarak elde edilen bulgulardan öğrencilerin düşüncelerini dikkate alarak derslerine devam ettikleri, kendi sınıf içi uygulamalarına ait video kayıtları incelerken de öğrencilerin düşüncelerinin farkında oldukları ve yorumlarında öğrencilerin düşünceleri altında ne olabileceğini açıklamaya çalıştıkları görülmektedir. Ding ve Domínguez (2016)'ın öğretmen adaylarının deneyimlerinin farkındalıkları hakkında bilgi vereceği sonucuna paralel olarak, adayların aslında önceki deneyim fırsatları sürecindeki farkındalıklarının bu deneyim fırsatı sürecindeki farkındalıklarına yansıdığı söylenebilir.

Adayların ilk iki deneyim fırsatı sürecinde ve ders planı hazırlıkları sürecindeki farkındalıklarının genel olarak bilişsel özellik gösterdiği ancak kendi sınıf içi uygulamalarına dair video kayıt incelemelerinde öğrencilerin düşüncelerine dair yorumlarının duyuşsal açıdan (derse ilgi, -mış gibi yapan öğrenci, motivasyon vb.) da ele aldıkları ortaya koyulmaktadır. Bu çalışmada adayların sınıf içi uygulamalarında öğrencileri tanıma yeterliliklerini işe koşmaya başlamaları nedeniyle öğrencilerin matematiksel düşüncelerini hem bilişsel hem de duyuşsal yönden yorumladıkları söylenebilir. Castro vd. (2018), matematik öğretmeni yetiştirenlerin, adayların matematik eğitiminin farklı yönlerine dikkat edebileceklerinin farkında olmaları gerektiğini belirtmektedir. Bu çalışmada da Castro vd. (2018)'in vurguladığı gibi öğretmen adaylarının farkındalıklarının bilişsel ve duyuşsal yönden olabildiği görülmektedir. Bu durum literatürde (Tataroğlu Taşdan, 2021) vurgulandığı gibi adayların farkındalıklarının kendi sınıf içi uygulamalarını inceledikleri süreçte diğer deneyim fırsatlarına göre daha farklı olabileceği sonucuyla açıklanabilir. Bu deneyim fırsatı sürecinde onların kendi öğretimlerine dair sınıf içi durumları hem öğretmen bakış açısıyla hem de öğrenci gözünden ele aldığı ayrıca bilişsel yönden yorumlamalarının yanı sıra duyuşsal açıdan da yorumlarının bulunduğu görülmektedir. Mitchell ve Marin, (2015), öğretmen adaylarının deneyim fırsatlarındaki uyaranlar aracılığıyla öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dikkat etme ve karşılık verme yeterliliklerinin açığa çıkması daha görülebilir ve geliştirilebilir olsa da yorumlama yeterliliklerinin daha çok öğretmenlik

deneyimiyle gelişebileceğini belirtmektedir. Bu çalışmada da gerçek sınıf ortamını deneyimlemenin, öğrenciyle birebir etkileşimde olmanın adayların dikkat ettikleri durumları birçok açıdan (öğretmen, öğrenci; duyuşsal, bilişsel) ele almaları ve kendi öğretimden kanıtlar sunarak yorumlamaları açısından önemli katkı sağladığı çıkarımında bulunulabilir. Sherin ve Dyer, (2017) de farkındalığa katkı sağlamak adına onların öğrencilerin düşüncelerini gözlemleyebilecekleri video durumlarına olan ihtiyaç vurgulamaktadır.

Öğretmen adaylarının matematiksel iletişime dair farkındalıklarının başka öğretmene ait sunulan video inceleme süreçlerine benzer olarak öğrencilerin kavrama dair farklı gösterimleri, sözel ve sembolik ifadeleri bilmeleri adına matematiksel terminolojiye adayların kendilerinin hâkim olmaları ve öğrencileri ikna etme adına kendilerinin yaptığı açıklamalara da odaklandıkları belirlenmiştir. Öğretmenlik deneyimi sürecinde Ela ve Kaan'ın video inceleme süreçlerine benzer olarak matematiksel iletişime dikkat etme eğilimi fazla olan iki öğretmen adayı olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak Kaan'ın matematiksel terminolojiyi doğru kullanmanın, Ela'nın ise matematiksel ikna etmenin öğrenciler için önemli olduğunu düşünmesi gösterilebilir. Adayların farklı deneyim fırsatları sürecinde belli durumlara dikkat etme eğilimlerinin, senaryo incelemeleri sürecinde ortaya koyulan bir deneyim fırsatında bir duruma/ uyarana dikkat etmişlerse diğer deneyim fırsatında da aynı duruma/ uyarana dikkat etmeleri sonucuyla tutarlı olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının polinom kavramı bağlamında kendilerine sunulan videoyu inceleme süreçlerinde dikkat ettikleri öğrenci seviyesini yorumlamalarında ve karşılık verme bileşenleri bağlamında kullanmamalarına rağmen, öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında farkındalıklarının incelendiği süreçte polinom kavramının öğrencilere açıklanmasına dair yorumlarında ve öğrenciye karşılık verme bağlamında ele aldıkları tespit edilmiştir. Bu durumu öğretmen adaylarının öğrencilerle birebir etkileşim halinde oldukları öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında polinomlar konusu kazanımlarının öğrencilere nasıl açıklanması gerektiğini sorguladıkları grup tartışmalarının tetiklediği söylenebilir. Öğretmen adaylarının matematik öğretimi için öğrenci seviyesine uygun öğretimsel açıklamalar yapmaya (Baki, 2013) çalışmasına dair farkındalıklarının öğretmen adaylarının

kendi mesleki hayatlarında da öğrenciye nasıl karşılık vereceğine karar verme bileşenini öğrenci seviyesine göre düşünecekleri öngörülmektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının bu çalışmada birebir öğretime dâhil oldukları süreçte öğrencileri tanımaya başlamaları nedeniyle kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki farkındalıklarına dair yorumlarında öğrencilerin ön bilgilerini ele aldıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının henüz başlangıcı da olsa öğretim uygulamalarının farkındalıklarına katkı sağladığı görülmektedir.

Öğrenme ve öğretme sürecine dair farkındalıklarına dair bulgular öğretmen adaylarının bireysel olarak kendi sınıf içi uygulamalarını incelemeleri aracılığıyla elde edilmiştir. Bu bulgular adayların sınıf içi öğrenci motivasyonu, adayların -öğrencilerin anlamasını yorumlayarak- verdiği dönütler, sınıf içi uygulamalarda zaman yönetimine dair farkındalıkları şeklinde kategorilendirilmiştir. Öğretmen adayları öğrenme ve öğretme sürecine dair farkındalıklarında genel olarak kendi uygulamalarını değerlendirme eğilimindedirler. Adaylardan Selin sınıf içi uygulamaları sürecinde genel olarak öğrenci düşünmesini sorguladıklarını bu durumun ise diğer deneyim fırsatları sürecinde öğrencilerin matematiksel düşüncelerini sorgulamalarından ve grupça ders planı hazırlamalarından kaynaklandığını düşündüğü görülmektedir. Gizem ve Ela'nın ise kavram öğretimi ve öğrenci anlaması odağında kendi sınıf içi uygulamalarını ve matematiksel detay vererek öğrencilere verdikleri dönütleri değerlendirdikleri tespit edilmiştir. Kaan'ın ise diğer iki deneyim fırsatı sürecinde öğretmen dönütü üzerine dikkat ettiği durumlarda öğrencinin sorusunu irdeleyerek, ufak ipuçları yardımı ile öğrencinin çözüm yoluna karışmadan ilerlemesini sağlaması gerektiğine dair farkındalığı olsa da kendi sınıf içi uygulamasında öğrencilerin düşüncelerini sorgulamadan doğrudan cevap vermektedir. Bu sonucun Schoenfeld (2011b)'in “*öğretimde öğretmenin ne söylediğinden çok ne yaptığı önemlidir*” çıkarımı ile tutarlı bir tavır sergilediği söylenebilir. Dolayısıyla bu sonuç aracılığıyla öğretmen adaylarının kendilerine sunulan fırsatlara dair belirlenen farkındalıklarının öğretmen adaylarının kendi öğretimlerine dair farkındalıklarına yansımalarının incelenmesinin adayların sınıf içi farkındalıklarına dair somut sonuçlar ortaya konması nedeniyle önemli

olduğu çıkarımında bulunulabilir. Ayrıca öğretmenlik uygulaması dersinin öğretmen adayına kendisi, uygulama öğretmeni, öğrenci ve içerik açısından birçok uyaran sunması nedeniyle adayların dikkat ettikleri durum ve olayların kendi öğretimleri açısından daha gerçekçi olduğu söylenebilir. Gerçekten Santagata, vd. (2007) de öğretmen farkındalığının desteklenmesi adına gerçek sınıf ortamındaki öğrenci-öğretmen etkileşimini içeren öğretmenlik uygulamaları üzerine çalışılmasını önermektedir.

5.4. Öğretmen Adaylarının Deneyim Fırsatları Süreçlerindeki Farkındalıkları

Bu kesimde adaylara sağlanan üç farklı deneyim fırsatından elde edilen bulgulara bağlı olarak elde edilen sonuçların karşılıklı olarak tartışılmasına yer verilmiştir. Öğretmen adaylarına sunulan deneyim fırsatlarında öğretmen adaylarının maruz kaldığı uyaranların farklılaşması, bazı uyaranların görsel, bazılarının yazılı olması ve bazı süreçlerin bireysel bazılarının grupça incelenmesi sebebiyle adayların her bir deneyim fırsatı sürecinde adayların farkındalıklarının deneyim fırsatları bağlamında benzer eğilim göstermekle birlikte dikkat ettiği noktalarda farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının her bir deneyim fırsatı sürecinde öğretim uygulamalarının, öğretici (öğretmen/öğretmen adayı), öğrenci ve matematiksel içerik (Lampert, 2001) şeklinde üç boyutlu yönünün de farkında oldukları sonucu elde edilmiştir. Adayların yorumları daha deneyimlerinin başlarında olmaları nedeniyle daha çok tanımlayan yaklaşımla olsa da dikkat ettikleri durumları açıklamaya çaba harcadıkları ve öğretime devam etme konusunda çok nadir önerilerde bulundukları tespit edilmiştir. Deneyim fırsatları sürecine, alan bilgilerine, o anki psikolojik durumlarına göre öğretmen adaylarının farkındalıklarının farklılık gösterdiği ancak çalışmanın nispeten uzun soluklu olması nedeniyle farkındalık eğilimlerine dair izlenim edinildiği söylenebilir. Adaylara sunulan deneyim fırsatları çalışmanın teorisini oluşturan öğretmen farkındalığı kavramının her bir bileşenini işe koşmalarını desteklemektedir. Bu durum söz konusu fırsatların adayların farkındalığını desteklemek için bir yönerge niteliğinde olmasıyla açıklanabilir. Söz konusu deneyim fırsatlarının adayların farkındalığa dair bakış açısı geliştirilmesi yönünde birer yönerge olarak tasarlanması ve bu

tasarının öğretmen yetiştiren kurumların programlarına entegre edilmesi geleceğin öğretmenlerin daha fazla ve daha derin farkındalıkla mesleğe başlamaları için önerilebilir. Gerçekten literatürde öğretmen adaylarının farkındalıklarını desteklemek ve geliştirmek için gösterilen çabalar (Castro, vd., 2018; Estapa, vd., 2018; Lee & Choy, 2017) bu yöndeki araştırmalara ihtiyaç olduğu önerisini doğrulamaktadır.

Son deneyim fırsatı sürecinde Santagata vd., (2007)'nin belirttiği gibi adayların öğretim örneklerine dair farkındalıklarının kendi “öğretmenlik uygulaması” süreçlerine yansması ve teoride olan bilgilerini uygulamaya yansıtması açısından adayların farkındalıklarına dair sonuçlar ortaya konmaktadır. Adaylar video-kayıt incelemelerinde öğrencilerin matematiksel düşünmesine yönelik dikkatlerini alan bilgileri doğrultusunda açıklayan ve sorgulayan yaklaşımla ele alsalar da, öğrenciler özelinde yorum getiremezken kendi uygulamalarında öğrencilerin ne düşündüklerini öğrenciye özel olarak duyuşsal ve bilişsel açıdan ele aldıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının polinom kavramı bağlamına yönelik ders videosunu incelerken dikkat ettikleri durumları yargılayan ifadelerle eleştirirken, kendi sınıf uygulamalarına ait sınıf içi videoyu dair dikkat ettikleri durumları değerlendirirken bile söz konusu durumun nedenini ortaya koydukları tespit edilmiştir. Bu sonucun Seidel vd. (2011)'in de fen bilgisi öğretmenlerinin bireysel olarak kendi sınıf içi videolarını ve başka öğretmenlerin sınıf içi videolarını incelemelerine dair farkındalıklarını inceledikleri çalışmalarında öğretmenlerin de kendi öğretimlerini eleştirmekten ziyade kendi dışındaki öğretmenlerin öğretimlerini daha çok eleştirmeleri sonucuyla paralel olduğu söylenebilir. Burada öğretmen adaylarına sunulan videoda öğretmen ve öğrencileri tanınamalarından kaynaklı olarak adayların yorumlarının yargılayan yaklaşımla olduğu, öğretmen adaylarının da kendilerine sunulan videodaki öğrencileri tanımadıklarını ve o derse göre yorum yaptıklarının farkında oldukları söylenebilir. Ayrıca kendi öğretimleri sürecindeki sınıf içi video kayıtlarında da öğrencileri tanıma yeterliliğini kullanmaya çalıştıkları belirlenmiştir. Lee (2016), öğretmen adaylarının geçmiş deneyimlerindeki bir öğrenci, sınıf ortamlarında bir gözlemci ve bir öğretmen olma rollerini üstlenirken öğrenme ve öğretme sürecine dair bakış açıları değiştikçe algılarının, farkındalıklarındaki

değişikliklerin nasıl olduğunu araştırdıkları çalışmada öğretmen adaylarının kendi öğretimlerini eleştirmekten kaçındıklarını ancak gözlemci olduklarında öğretmenin öğretimini daha rahat sorgulayabildiklerini tespit etmiştir. Benzer şekilde, bu araştırmada da öğretmen adaylarının kendilerine sunulan videodaki öğretmenin dersindeki durumlara ve kendilerine sunulan senaryo durumlarına daha eleştirel gözle bakabilirken ve kendi öğretimlerini incelemeleri sürecinde kendilerini savunma eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Dahası adaylar öğretimlerinden yansımaları grupça tartıştıkları süreçte birbirlerini daha fazla sorgulama eğilimindeyken kendi öğretimlerini daha az sorgulamışlardır. Öğretmen adaylarından Ela aslında bu sonuçlardan farklı bir durum olarak ele alınabilir. Ela'nın deneyim fırsatları süreçlerinin herbirinde genel olarak sorgulayan ifadelerle kendi öğretimini, öğrenme ve öğretmen sürecini değerlendirme eğiliminde olduğu görülmektedir.

Çalışmanın bulgularından üç deneyim fırsatı sürecinde de öğretmen adaylarının “öğrenci ne düşündü?”, “öğrenciler burada nasıl düşünür?”, “farklı düşünen var mı?” şeklinde soruların öğretimde daha etkili olduğunun farkında oldukları, öğrencilerin matematiksel düşünmelerine odaklanma eğiliminde oldukları görülmektedir. Adayların lisans öğretimlerinden kavram odaklı dersler üzerine çalışmalarının, alan eğitimi derslerinde öğrencilerin düşünmeleri üzerine makaleler okumalarının, ders planı hazırlıklarında öğrenci düşünmesi üzerinde durmalarına dair deneyimlerinin farkındalıklarına yansıdığı söylenebilir. Video-kayıt incelemelerinde adayların öğrencilerin matematiksel düşünmelerinin farklı olabileceği, öğrencileri düşündürecek tarzda sorular sayesinde öğrencilerin fikirleri sunabileceğini deneyimlemişlerdir.

Adayların tek bir kavram üzerine öğrencilerin matematiksel düşünmelerine dair oldukça fazla kritik durum olmasının polinom kavramından mı kaynaklı olduğunu yoksa tüm kavramlar için böyle problemlerin olup olmayacağını düşünmelerine sebep olduğu belirlenmiştir. Adaylar kendilerine sunulan video tarzında bir dersin tasarlanmasının uzun zaman alacağı, öğrencileri düşündürmeye teşvik eden soruların hazırlanması için deneyim ve işbirliği gerektiğine dair düşüncelerini paylaşmakla öğrenci düşünmesine dayalı dersler

planlanması gerektiğine dair farkındalıklarını yansıttıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenlik uygulamaları sürecinde de adayların dersleri için süre yönetimini göz önünde bulundurarak, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini dikkate almalarına dair farkındalık edindikleri belirtilebilir.

5.5. Öneriler

Bu bölümde polinom kavramı bağlamında matematik öğretmen adaylarının farklı deneyim fırsatları süreçlerindeki farkındalıklarına dair elde edilen bulgular ve sonuçlar doğrultusunda gelecekte yapılacak araştırmalara, öğretmen yetiştiren kurumlara öneriler alt başlıklarda sunulmuştur.

5.5.1. Gelecekte Yapılacak Araştırmalara Öneriler

Öğretmen adaylarının farkındalığını sosyo kültürel yapımıza uygun video-kayıdını araç olarak kullanan farklı çalışmaların sonuçları (Ulusoy & Çakıroğlu, 2020) ile bu çalışmanın sonuçları karşılaştırıldığında öğretmen adaylarına sunulan videonun, videodan gelen uyarıların amaca özgü olması gerektiği söylenebilir. Bu araştırmada öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünceleri ve öğrenme ve öğretme sürecine dair farkındalıklarının incelenmesi için çalışmanın başında polinom kavramı bağlamında tasarlanan video öğrencilerden gelen farklı düşünceleri, öğretmenin öğretimsel açıklamalarını, öğrencilere verdiği karşılığı (tepki, dönüt) içermektedir. Bu tarz sınıf ortamlarının hem öğretmenler hem de öğrenciler için destekleyici öğrenme alanları oluşturduğunu belirten araştırmaların (Franke, vd., 2001; Jacobs, Lamb ve Philipp, 2010) yanı sıra bu çalışmanın esas amacı olmasa da öğretmen adaylarının bu tarz videoları incelemelerinin farkındalıklarına katkı sağladığı belirlenmiştir. Öğretmen adayları bu tarz videoların hem kendilerinin hem de öğretmenlerin mesleki gelişimi ve öğrencilerin düşüncelerini inceleyebilmeleri için önemli olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adaylarının farkındalıklarına dair elde edilen bulgularından da bu tarz videoları incelemenin kendi

öğretimlerine yansması adına dikkat etme ve karşılık verme bileşenini tetiklediği sonucu çıkarılmaktadır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının farkındalıklarını ortaya çıkarmak için polinom kavramı bağlamında tasarlanan video aynı amaçla farklı kavramlar için tasarlanabilir. Dolayısıyla matematik öğretmeni yetiştiren kurumlara bu tarz videoların her bir matematiksel kavram için tasarlanması önerilebilir.

Bu çalışmada öğretmenlik uygulaması derslerinde polinom kavramı bağlamında adayların sınıf içi uygulamalarını gözlemleyebilmek adına son sınıf öğretmen adaylarıyla çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması derslerinin KPSS'ye hazırlanma süreciyle eş zamanda olması nedeniyle bazı anlarda zorluklar yaşansa da öğretmen adaylarının sınava hazırlanırken edindikleri deneyimleri de farkındalıklarına yansıttıkları tespit edilmiştir. Dolayısıyla son sınıf öğretmen adaylarıyla çalışmanın hem alan bilgisi açısından hem de deneyimleri açısından farkındalıklarını incelemenin böylece mesleğin önemli yönlerini belirlemenin önemli olduğu söylenebilir. Dolayısıyla başka bir matematiksel kavram odağında bu çalışmadaki benzer deneyim fırsatlarını içeren bir araştırma yapılması hem adayların farklı kavramlar bağlamında farkındalıklarının kıyaslanması hem de kategorilerin nasıl olacağının belirlenmesi için önerilebilir.

Bu çalışmanın önemli bir sonucu olan öğretmen adaylarının farkındalıklarının öğrencilerin matematiksel düşünmesi, öğretmenin pedagojik yaklaşımı ve kavramın matematiksel yapısı ve öğretimi bağlamındaki yapısı olarak elde edilen kategorilerin gelecek araştırmalarda da öğretmen farkındalığında elde edilebilecek kategoriler olduğu öngörülmektedir. Öğretmen adaylarının farkındalıklarını inceleyen/ inceleyecek araştırmacıların öğretimin doğasıyla ilişkili olan bu üç kategoriye göz önüne almaları önerilebilir.

Araştırmacıların öğrencilerin matematiksel düşünmesini içeren öğrenme ortamları tasarlarırken aslında öğrenci düşünmesi üzerine kendilerinin de farkındalıklarının gelişebileceği söylenebilir. Adayların farkındalıklarını ortaya çıkarmak için nasıl fırsatlar tanınması gerektiğini planlarken, bir matematik eğitimcisi olma yolunda araştırmacıya da katkılarından bahsedilebilir. Video tasarlarırken kritik durumları belirlemede, öğrencilerin farklı düşüncelerini görmede yorumlamada, ders planı hazırlarken öğrenci düşüncesine dair

nelere dikkat edilmesi gerektiğini belirlemede, öğretmen adaylarının kendi derslerini değerlendirirken nelere dikkat etmeleri gerektiği üzerine düşünmede, onlara bu konuda nasıl destek olunması gerektiği üzerine düşünmede oldukça katkı sağlamıştır. Dolayısıyla öğretmen yetiştiren kurumlarda bu tarz fırsatlar üzerine çalışmanın hem matematik yetiştiricilerine hem de adaylara katkı sağlayacağı sonucu öngörülmektedir. Öğretmen yetiştiricilerin de farkındalıklarının incelenmesi öğretmen adaylarına ve araştırmalarına katkı sunması açısından önerilebilir. Nitekim literatürde de öğretmen yetiştirenlerin farkındalığını inceleyen sınırlı çalışma bulunmaktadır (Amador, 2016; 2022).

5.5.2. Öğretmen Yetiştiren Kurumlara Öneriler

Öğretmen adayları hizmet içi öğretmenlik deneyimlerinin en başında matematik öğretmenin ötesinde “öğrenciden gelen bir soruyu cevaplayamadıklarında ne yapacakları; öğrencilerin onlara karşı nasıl davranacakları?” vb. birçok belirsizlikle karşı karşıyadırlar. İlk öğretmenlik deneyimlerinde bu belirsiz soruların ve tecrübesizliğin yanı sıra öğrencilerin ihtiyaçlarına dayanan öğretim kararları almak oldukça karmaşıklık içermekte ve dolayısıyla öğretmen adayları için zorlayıcı olabilmektedir (Amador & Weiland, 2015). Bu çalışmada öğretmen adaylarının üstesinden gelmede zorluk çektikleri bu durumlardan ziyade öğrencilerin matematiksel düşünmelerine, kavramının matematiksel yapısına, kendi öğrenme ve öğretme sürecine dair pedagojik yaklaşımlarına odaklanmalarının deneyim fırsatları sürecinde adayların bu durumlara dikkat etmelerini tetikleyen uyarılardan kaynaklandığı sölenebilir. Eğitimcilerin çabalarına rağmen, öğretmen adaylarının eğitimi matematik öğretiminin zorluklarıyla yüzleşmek için ideal olmadığı belirtilmektedir (Greene ve Campbell, 1993; Veenman, 1984). Dolayısıyla matematik öğretiminin zorluklarıyla yüzleşilen bu çalışmada adayların farkındalığını ortaya çıkarmak tanınan fırsatların matematik öğretmeni yetiştiren kurumların programlarında alan eğitimi derslerine özellikle “Özel Öğretim Yöntemleri”, “Öğretmenlik Uygulaması” derslerine uyarlanması önerilebilir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının farkındalıklarının lisans eğitimi derslerinden etkilendiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada adayların özellikle matematiksel iletişime, matematiksel

kavramların tanıtılmasına, öğrencilerin matematiksel düşünmelerine dikkat etmelerinin nedeninin sadece deneyim fırsatları sürecinde gelen uyaranlardan değil adayların lisans eğitimi derslerindeki deneyimlerinden kaynaklandığı söylenebilir. Dolayısıyla öğretmen yerleştiren kurumlarda ilk yıllarında itibaren derslerin öğretmen adaylarının farkındalıklarına yansıtacağı görülmektedir. Bu bağlamda matematik öğretmeni yetiştiren kurumlarındaki öğretim üyelerinin programlarında veya derslerinde matematiksel dil kullanımına, iletişime, kavramların sorgulanmasına, kavramın matematiksel yapısına dikkat etmeleri önerilebilir. Dolaylı olarak öğretmen adaylarının bu deneyimlerinin farkındalıklarına yansıtacağı belirtilebilir.

Öğretmen adaylarının herberaber senaryo incelemeleri ve ders planı hazırlamaları sürecinde birbirlerinin dikkat ettikleri durumları tetiklediği tespit edilmiştir. Literatürde işbirliğine dayalı grup çalışmalarının öğreticilerin (öğretmen adayı/ öğretmen/ öğretmen yetiştiren) adaylarının matematiksel düşünmelerine dikkat etmelerini, bu durum üzerine akıl yürütmelerini ve söz konusu durumu anlamlandırmalarını desteklediğini belirten çalışmalar mevcuttur (Sherin & van Es, 2009; Borko vd., 2008). Dolayısıyla öğretmen adaylarının beraber düşünebilmelerini, işbirliğine dayalı çalışmalarını sağlayabilecekleri öğretim ortamları oluşturularak öğretmen adaylarının farkındalıklarının desteklenmesi önerilebilir.



KAYNAKÇA

- Ainley, J., & Luntley, M. (2007). The role of attention in expert classroom practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10, 3-22.
- Aktaş, F. N., Yakıcı-Topbaş, E. S., & Dede, Y. (2018). Examination of decision-making skill in the context of critical situations. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 48, p. 01019). EDP Sciences.
- Aktaş, F. N. (2014). *Matematiğe ilişkin değerler ve sınıftaki uygulamalara yansımaları*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alwast, A., & Vorhölter, K. (2022). Measuring pre-service teachers' noticing competencies within a mathematical modeling context—an analysis of an instrument. *Educational Studies in Mathematics*, 109(2), 263-285.
- Amobi, F., & Irwin, L. (2012). Implementing on-campus microteaching to elicit preservice teachers' reflection on teaching actions: Fresh perspective on an established practice. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 9(1), 27-34.
- Amador, J. (2016). Professional noticing practices of novice mathematics teacher educators. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 217-241.
- Amador, J. M. (2017). Preservice teachers' video simulations and subsequent noticing: a practice-based method to prepare mathematics teachers. *Research in Mathematics Education*, 19(3), 217-235.
- Amador, J. (2020) Noticing as a tool to analyze mathematics instruction and learning. In Llinares, S. & O. Chapman, O. (Eds.) *International Handbook of Mathematics*

- Teacher Education, Vol. 2: Tools and Processes in Mathematics Teacher Education*, (pp. 311–335). Leiden: Brill/Sense.
- Amador, J. M. (2022). Mathematics teacher educator noticing: examining interpretations and evidence of students' thinking. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 25(2), 163-189.
- Amador, J. M., Estapa, A., de Araujo, Z., Kosko, K. W., & Weston, T. L. (2017). Eliciting and analyzing preservice teachers' mathematical noticing. *Mathematics Teacher Educator*, 5(2), 158-177.
- Amador, J., & Weiland, I. (2015). What preservice teachers and knowledgeable others professionally notice during lesson study. *The Teacher Educator*, 50(2), 109-126.
- Ankney, K. L. (2014). *Master jazz teachers' noticing and responses to students during improvisation activities*. Doctoral dissertation, Northwestern University.
- Anthony, G., Hunter, J., & Hunter, R. (2015). Supporting Prospective Teachers to Notice Students' Mathematical Thinking through Rehearsal Activities. *Mathematics Teacher Education and Development*, 17(2), 7-24.
- Anthony, G., & Walshaw, M. (2009). Characteristics of effective teaching of mathematics: A view from the West. *Journal of Mathematics Education*, 2(2), 147-164.
- Argün, Z. (2008). Lise matematik öğretmenlerin yetiştirilmesinde mevcut yargılar, yeni fikirler. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 1(2).
- Argün, Z., Arıkan, A., Bulut, S., & Halıcıoğlu, S. (2014). *Temel matematik kavramların künyesi*. Ankara: Gazi.
- Arıkan, A. & Halıcıoğlu, S. (2015). *Cebire Giriş*. Ankara: Palme.
- Arias, C. A., Schorr, R. Y., & Warner, L. B. (2010). *Using the clinical interview method to examine children's mathematical thinking*. In annual meeting of the American Educational Research Association, Denver, CO.
- Aydın, H., Selbes, H., & Özer, M. E. (1999). *Mathematics Lycee 1*. Ankara: Ted Ankara College Foundation.

- 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.
- Bal, H. (2016). *Nitel araştırma yöntem ve teknikleri (uygulamalı-örnekli)*. İstanbul: Sentez.
- Ball, D. L. (1997). From the general to the particular: Knowing our own students as learners of mathematics. *Mathematics Teacher*, 90(9), 732-37.
- Ball, D. L. (2011). Foreword. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. xx-xxiv). New York: Routledge.
- Ball D. L., & Cohen D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. In Darling-Hammond L., & Sykes G. (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3-32). San Francisco: Jossey-Bass.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T., & Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (pp. 433-456). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Ball, D. L., Sleep, L., Boerst, T. A., & Bass, H. (2009). Combining the development of practice and the practice of development in teacher education. *The Elementary School Journal*, 109(5), 458-474.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching what makes it special?. *Journal of teacher education*, 59(5), 389-407.
- Barnhart, T., & van Es, E. (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.
- Baş, S. (2013). *Bir mesleki gelişim programı çerçevesinde öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel düşünme biçimlerini fark etme becerilerinin incelenmesi*. Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Başar, H. (2004). *Sınıf yönetimi*. Ankara: Anı.
- Baştürk, S. (2011). Matematik öğretmen adaylarının eğitim fakültesindeki eğitim-öğretim sürecini değerlendirmeleri. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 58-94.
- Baştürk, S., & Dönmez, G. (2011). Mathematics student teachers' misconceptions on the limit and continuity concepts. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 225-249.
- Berliner, D.C. (1994). Expertise: The wonder of exemplary performances. In J.M. Mangier & C. C. Block (Eds.), *Creating powerful thinking in teachers and students: Diverse perspectives* (pp. 161-186). Fort Worth, TX: Holt, Rinehart, & Winston.
- Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International journal of educational research*, 35(5), 463-482.
- Blömeke, S., & Star, J. (2016). Perception, interpretation and decision making: Understanding the missing link between competence and performance. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 48(1-2), 219-226.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3-13.
- Bishop, A. J., & Whitfield, R. C. (1972). *Situations in teaching*. Boston: McGraw-Hill.
- Boaler, J., & Staples, M. (2008). Creating mathematical futures through an equitable teaching approach: The case of railside school. *Teachers College Record*, 110(3), 608-645.
- Borko, H., Jacobs, J., Eiteljorg, E. & Pittman, M.E. (2008). Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 417-436.
- Bozkuş, F. (2020). *Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Öğrencilerin Matematiksel Düşüncelerini Fark Etme Becerilerinin İncelenmesi*. Doktora tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bolu.
- Brown, C. (2006). *Cognitive psychology*, London: Sage.

- Campbell, S. S. (2012). *Taking them into the field: Mathematics teacher candidate learning about equity-oriented teaching practices in a mediated field experience*. Doctoral dissertation, University of Washington.
- Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C. P., & Loeff, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American educational research journal*, 26(4), 499-531.
- Castro, W. F., Pino-Fan, L., & Velásquez-Echavarría, H. (2018). A proposal to enhance preservice teacher's noticing. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(11), em1569. <https://doi.org/10.29333/ejmste/92017>
- Chaar, M. (2015). *Secondary preservice, in-service, and student teachers' noticing of mathematical work and thinking in trigonometry*. Doctoral dissertation, University of New Hampshire Institute of Educational Sciences, Durham, NH.
- Chamberlin, M. T. (2002). *Teacher investigations of students' work: The evolution of teachers' social processes and interpretations of students' thinking*. Doctoral dissertation, Purdue University, Indiana.
- Chamberlin, M. T. (2005). Teachers' discussions of students' thinking: Meeting the challenge of attending to students' thinking. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 141-170.
- Chapman, O. (2014). Overall commentary: understanding and changing mathematics teachers. In J. J. Lo, K. R. Leatham, & L. R. Van Zoest (Eds.), *Research trends in mathematics teacher education* (pp. 295–309). Switzerland: Springer, Cham.
- Chazen, D., & Ball, D. L. (2001). Beyond being told not to tell. *For the Learning of Mathematics*, 19(2), 2–10.
- Choy, B. H. (2015). *The focus framework snapshots of mathematics teacher noticing*. Unpublished doctoral dissertation, University of Auckland, New Zealand.
- Choy, B. H. & Dindyal, J. (2022). Teacher noticing, mathematics. In M. A. Peters (Ed.), *Encyclopedia of teacher education* (pp. 1860-1864). Singapore: Springer Nature.

- Cobb, P. (1988). The tension between theories of learning and instruction in mathematics education. *Educational psychologist*, 23(2), 87-103.
- Cohen, D. K. (1990). A revolution in one classroom: The case of Mrs. Oublier. *Educational evaluation and policy analysis*, 12(3), 311-329.
- Common Core Standards Initiative. (2011). Standards for mathematical practice. In *Common Core State Standards Initiative: Preparing America's Students for College and Career*. Retrieved from <https://learning.ccsso.org/common-core-state-standards-initiative>
- Council for the Accreditation of Educator Preparation, (2014). *CAEP Standards*. Retrieved from <http://www.ncate.org/standards>.
- Copur-Gencturk, Y. (2015). The effects of changes in mathematical knowledge on teaching: A longitudinal study of teachers' knowledge and instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(3), 280–330.
- Copur-Gencturk, Y., & Rodrigues, J. (2021). Content-specific noticing: A large-scale survey of mathematics teachers' noticing. *Teaching and Teacher Education*, 101, 103320.
- Crespo, S. (2000). Seeing more than right and wrong answers: Prospective teachers' interpretations of students' mathematical work. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3(2), 155-181.
- Crespo, S. & Nicol, C. (2003). Learning to investigate students' mathematical thinking: The role of student interviews. In N. A. Pateman, B. Dougherty, & J. T. Zilliox (Eds). *Proceeding of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 27, (vol. 2) (pp. 261-268).
- Cresswell, J. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çakıroğlu, E. & Çakıroğlu, J. (2003). Reflections on teacher education in Turkey. *European Journal of Teacher Education*, 26(2), 253–264.
- Darling-Hammond, L., & Sykes, G. (1999). *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Dede, Y. & Argün, Z. (2003). Cebir, öğrencilere niçin zor gelmektedir?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(24).
- Dede, Y., Bayazıt, İ., & Soybaş, D. (2010). Öğretmen Adaylarının Denklem Fonksiyon Ve Polinom Kavramlarını Anlamaları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(1).
- Dede, Y., & Soybaş, D. (2011). Preservice mathematics teachers' concept images of polynomials. *Quality & Quantity*, 45, 391-402.
- Didiş, M., Erbaş, A., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., & Alacacı C. (2015). Öğrenci Çalışmalarını İncelemenin Öğrenci Düşünme Şekillerini Anlamadaki Rolü ile İlgili Matematik Öğretmen Adaylarının Düşünceleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(2), 139-162.
- Dick, L. K. (2017). Investigating the relationship between professional noticing and specialized content knowledge. In E. O. Schack, M. H. Fisher, J.A. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 339-358.). Springer, Cham.
- Dikkat etme. (t.y.). Türk Dil Kurumu içinde. <https://sozluk.gov.tr/sayfasından> erişilmiştir.
- Ding, L., & Domínguez, H. (2016). Opportunities to notice: Chinese prospective teachers noticing students' ideas in a distance formula lesson. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19, 325-347.
- Doğan, O., & Kılıç, H. (2019). Mathematical opportunities: Noticing and acting. *Eğitim ve Bilim*, 44(199).
- Dreher, A., & Kuntze, S. (2015). Teachers' professional knowledge and noticing: The case of multiple representations in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 88(1), 89-114.
- Empson, S. B., & Jacobs, V. R. (2008). Learning to listen to children's mathematics. In T. Wood (Series Ed.) & D. Tirosh & T. Wood (Vol. Eds.), *International handbook of mathematics teacher education: Vol. 2. Tools and processes in mathematics teacher education* (pp. 257-281). Rotterdam, The Netherlands: Sense.

- Emre-Akdogan, E., & Yazgan-Sag, G. (2019). Transformation of theoretical knowledge into instructional practice: A mathematics teacher's journey. *Issues in Educational Research*, 29(1), 55-69.
- Erbaş, A. K., etinkaya, B. & Alacacı, C. (2013). Tarihi gelişimi ve önemi ile polinomlar, İ. Ö. Zembat, M. F. Özmantar, E. Bingölbalı, H. şandır, A. Delice (Ed.), *Tanımları ve tarihsel gelişimleriyle matematiksel kavramlar içinde* (s. 371-386). Ankara: Pegem Akademi.
- Erbay, H. N. (2018). *Matematik Öğretmeni Adaylarının Fark Etme Becerilerin Video- Kulüp Uygulamalarıyla Gelişim Sürecinin İncelenmesi*. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Estapa, A. T., Amador, J., Kosko, K. W., Weston, T., de Araujo, Z., & Aming-Attai, R. (2018). Preservice teachers' articulated noticing through pedagogies of practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21, 387-415.
- Esty, W. W. (2011). *The language of mathematics*. Montana State.
- Even, R. & Tirosh, D. (2002). Teacher knowledge and understanding of students' mathematical learning. In L. English (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (pp. 219–240). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Fark etme. (t.y.). Türk Dil Kurumu içinde. <https://sozluk.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Farkındalık. (t.y.). Türk Dil Kurumu içinde. <https://sozluk.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Fennema, E., & Franke, M. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 147–164). New York: Macmillan.
- Fennema, E., Carpenter, T. P., Franke, M. L., Levi, L., Jacobs, V. R., & Empson, S. B. (1996). A longitudinal study of learning to use children's thinking in mathematics instruction. *Journal for research in mathematics education*, 27(4), 403-434.
- Fraivillig, J. (2001). Children's Mathematical Thinking. *Teaching Children Mathematics*, 7(8), 454-459.

- Fraivillig, J. L., Murphy, L. A., & Fuson, K. C. (1999). Advancing children's mathematical thinking in everyday mathematics classrooms. *Journal for research in mathematics education*, 148-170.
- Fraleigh, J. B. (1970). *A first course in abstract algebra*. India: Pearson Education.
- Franke, M. L., Carpenter, T. P., Levi, L., & Fennema, E. (2001). Capturing teachers' generative change: A follow up study of professional development in mathematics. *American Educational Research Journal*, 38(3), 653–689.
- Franke, M. L., Kazemi, E., & Battey, D. (2007). Understanding teaching and classroom practice in mathematics. In F. K. Lester (Eds.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 225–256). Charlotte, NC: Information Age.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Hughton Mifflin Company, Boston.
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (A. Ersoy ve P. Yalçınoglu, Çev. Ed.). Ankara: Anı.
- Godfroid, A., Boers, F., & Housen, A. (2013). An eye for words: Gauging the role of attention in incidental L2 vocabulary acquisition by means of eye-tracking. *Studies in Second Language Acquisition*, 35(3), 483-517.
- Goldsmith, L. T., & Seago, N. (2011). Using classroom artifacts to focus teachers' noticing: Affordances and opportunities. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 169-187). New York: Routledge.
- Goleman, D. (1985). *Vital lies, simple truths: The psychology of self-deception*. New York: Simon & Schuster.
- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96, 606-633.
- Göksoy, S. (2019). Paradigma ve Paradigmalar. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-15.
- Greene, M., & Campbell, C. (1993). *Becoming a Teacher: the contribution of teacher education*, ERIC Report ED369769 45, Canada: Alberta.

- Greenwald, S. J. & Thomley, J. E. (Eds.). (2012). *Encyclopedia of Mathematics and Society*. Salem.
- Grossman, P. L., & McDonald, M. (2008). Back to the future: Directions for research in teaching and teacher education. *American Educational Research Journal*, 45(1), 184–205.
- Grossman, P., Compton, C., Igra, D., Ronfeldt, M., Shahan, E., & Williamson, P. W. (2009). *Teaching practice: A cross-professional perspective*. *Teachers College Record*, 111(9), 2055–2100.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y.S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*, (pp. 105-117) Thousands Oaks, CA: Sage.
- Guner, P., & Akyuz, D. (2020). Noticing student mathematical thinking within the context of lesson study. *Journal of Teacher Education*, 71(5), 568-583.
- Gupta, D., Soto, M., Dick, L., Broderick, S., & Appelgate, M. (2018). Noticing and deciding the next steps for teaching: A cross-university study with elementary pre-service teachers. In G. J. Stylianides & K. Hino (Eds.), *Research advances in the mathematical education of pre service elementary teachers – An international perspective* (pp. 261-275). Springer.
- Güler, M. (2019). *Az deneyimli ortaokul matematik öğretmenlerinin alanı öğretme bilgilerini geliştirmeye yönelik bir model önerisi: mentorluk uygulaması*. Doktora tezi, Trabzon Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gültekin, M. (2022). Öğretim Süreci. *Sosyal Bilimler Ansiklopedisi* içinde (c. 1, s.217). Tübitak Bilim ve Toplum Başkanlığı.
- Güner, P. (2017). *Investigating preservice middle school mathematics teachers' noticing of students' mathematical thinking in the context of lesson study*. Doctoral dissertation, Middle East technical University, Graduate School of Education, Ankara.

- Güner, P., & Akyüz, D. (2017). Ders imecesi (lesson study) mesleki gelişim modeli: öğretmen adaylarının fark etme becerilerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 16(2), 428-452.
- Haltiwanger, L., & Simpson, A. (2014). *Secondary mathematics preservice teachers' noticing of students' mathematical thinking*. In G. T. Matney & S. M. Che (Eds.), *Proceedings of the 41st annual meeting of the Research Council on Mathematics Learning* (pp. 49–56). San Antonio, TX.
- Hammer, D., & Schifter, D. (2001). Practices of inquiry in teaching and research. *Cognition and Instruction*, 19(4), 441-478.
- Hammerness, K., Darling-Hammond, L., Grossman, P., Rust, F., & Shulman, L. (2005). The design of teacher education programs. In L. Darling-Hammond & J. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (pp. 390-441). San Francisco: Jossey-Bass.
- Hand, V. (2012). Seeing culture and power in mathematical learning: Toward a model of equitable instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 80 (1–2), 233–247.
- Hiebert, J., Morris, A. K., Berk, D., & Jansen, A. (2007). Preparing teachers to learn from teaching. *Journal of Teacher Education*, 58(1), 47-61.
- Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for research in mathematics education*, 372-400.
- Hughes, E. K. (2006). *Lesson planning as a vehicle for developing pre-service secondary teachers' capacity to focus on students' mathematical thinking*. Doctoral dissertation, University of Pittsburgh.
- Hughes, E. K., & Smith, M. S. (2004). *Thinking through a lesson: Lesson planning as evidence of and a vehicle for teacher learning*., Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Diego, CA.
- Hungerford, T. W. (1974). *Algebra* (Vol. 73). Springer Science & Business Media.

- Ivars, P., & Fernández, C. (2018). The role of writing narratives in developing pre-service elementary teachers' noticing. In G. J. Stylianides & K. Hino (Eds.), *Research advances in the mathematical education of pre service elementary teachers – An international perspective*, (pp. 245-259). Springer.
- Ivars, P., Fernández, C., & Llinares, S. (2020). A learning trajectory as a scaffold for pre-service teachers' noticing of students' mathematical understanding. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 529-548.
- İnan, C. & Özgen, K. (2008). Matematik öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması sürecinde öğrencilere düşünme becerilerini kazandırmadaki yeterliliklerine yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(25), 39-54.
- Ingvarson, L., Beavis, A., Bishop, A., Peck, R., & Elsworth, G. (2004). *Investigation of effective mathematics teaching and learning in Australian secondary schools*. Canberra, Australian: Council for Educational Research.
- Jacobs, J. K., & Morita, E. (2002). Japanese and American teachers' evaluations of videotaped mathematics lessons. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33, 154-175.
- Jacobs, J. K., Yoshida, M., Fernandez, C., & Stigler, J. (1997). Japanese and American teachers' evaluations of mathematics lessons: A new technique for exploring beliefs. *Journal of Mathematical Behavior*, 16) 7-24.
- Jacobs, V. R. (2017). Complexities in measuring teacher noticing: Commentary. In E. O. Schack, M. H., Fisher, & J. A., Wilhelm, (Eds.), (2017). *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 273-279). Cham: Springer.
- Jacobs, V. R., & Empson, S. B. (2016). Responding to children's mathematical thinking in the moment: An emerging framework of teaching moves. *ZDM*, 48, 185-197.
- Jacobs, V. R., Empson, S. B., Jessup, N. A., Dunning, A., Pynes, D. A., Krause, G., & Franke, T. M. (2022). Profiles of teachers' expertise in professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1-30.

- Jacobs, V. R., Franke, M. L., Carpenter, T. P., Levi, L., & Battey, D. (2007). Professional development focused on children's algebraic reasoning in elementary school. *Journal for research in mathematics education*, 38(3), 258-288.
- Jacobs, V. R., Lamb, L. C., & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169–202.
- Jacobs, V. R., Lamb, L. C., Philipp, R. A., & Schappelle, B. P. (2011). Deciding how to respond on the basis of children's understandings. In M. G. Sherin, V. R., Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*. New York: Routledge.
- Jacobs, V., Lamb, L. C., Philipp, R., Schappelle, B., & Burke A. (2007, April). *Professional noticing by elementary school teachers of mathematics*. Paper presented at the American Education Research Association annual meeting, Chicago.
- Jacobs, V. R., & Spangler, D. A. (2017). Research on core practices in K-12 mathematics teaching. In J. Cai (Ed.), *Compendium for research in mathematics education* (pp. 766-792). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Jazby, D. (2016). An ecological analysis of mathematics teachers' noticing. In B. White, M. Chinnappan, & S. Trenholm (Eds.), *Opening up mathematics education research: Proceedings of the 39th conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 358-365). Adelaide: MERGA.
- Jupp, V. (2006). *The Sage dictionary of social research methods*. Sage.
- Kaiser, G., & König, J. (2019). Competence measurement in (mathematics) teacher education and beyond: Implications for policy. *Higher Education Policy*, 32(4), 597-615.
- Kaiser, G., Blömeke, S., König, J., Busse, A., Döhrmann, M. and Hoth, J. (2017). Professional competencies of (prospective) mathematics teachers – cognitive versus situated approaches, *Educational Studies in Mathematics* 94(2): 161–182, 183–184.

- Kaiser, G., Busse, A., Hoth, J., König, J., & Blömeke, S. (2015). About the complexities of video-based assessments: Theoretical and methodological approaches to overcoming shortcomings of research on teachers' competence. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 369–387.
- Kazemi, E., & Franke, M. L. (2004). Teacher learning in mathematics: Using student work to promote collective inquiry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, 203–235.
- Kennedy, M. M. (1999). The role of preservice teacher education. In L. Darling-Hammond & G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of teaching and policy* (pp.54-86). San Francisco: Jossey-Bass.
- Kersting, N. B., Givvin, K., Sotelo, F., & Stigler, J. W. (2010). Teacher's analysis of classroom video predicts student learning of mathematics: Further explorations of a novel measure of teacher knowledge. *Journal of Teacher Education*, 61, 172–181.
- Kersting, N. B., Givvin, K. B., Thompson, B. J., Santagata, R., & Stigler, J. W. (2012). Measuring usable knowledge: Teachers' analyses of mathematics classroom videos predict teaching quality and student learning. *American Educational Research Journal*, 49(3), 568–589.
- Kılıç H. & Doğan, O. (2020). Etkinlik temelli öğretimde öğrencilerin düşüncelerinin değerlendirilmesi. Y. Dede, M. F. Doğan & F. Aslan Tutak, *Matematik eğitiminde etkinlikler ve uygulamaları* içinde (s. 209-230). Ankara: Pegem Akademi.
- Kılıç, H. (2011). Preservice secondary mathematics teachers' knowledge of students. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 2(2), 17–35.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy.
- König, J., Santagata, R., Scheiner, T., Adleff, A. K., Yang, X., & Kaiser, G. (2022). Teacher noticing: A systematic literature review of conceptualizations, research designs, and findings on learning to notice. *Educational Research Review* 36, 100453.
- Köse, N. Y. ve Tanışlı, D. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının geometrideki zihinsel alışkanlıkları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri (KUYEB)*, 14(3), 1-28.

- Krupa, E. E., Huey, M., Lesseig, K., Casey, S., & Monson, D. (2017). Investigating secondary preservice teacher noticing of students' mathematical thinking. In E. O. Schack, M. H. Fisher, & J. A. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 49-72). Cham, Switzerland: Springer International.
- Kutluca, T., & Baki, A. (2009). 10. sınıf matematik dersinde zorlanılan konular hakkında öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(2), 609-624.
- Lampert, M. (2001). *Teaching problems and the problems of teaching*. New Haven: Yale University.
- Lampert, M., & Ball, D. (1998). *Teaching, multimedia and mathematics: Investigations of real practice*. New York, NY: Teacher's College.
- Lee, J. E. (2016). Toward a Holistic View: Analysis of Pre-Service Teachers' Professional Vision in Field Experiences and Its Implications. *Mathematics Teacher Education and Development*, 18(1), 4-19.
- Lee, M. Y., & Choy, B. (2017). Mathematical teacher noticing: The key to learning from lesson study. In E. O. Schack, J. Wilhelm, & M. H. Fisher (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 121-140). Springer.
- Lesseig, K., Casey, S., Monson, D., Krupa, E. E. and Huey, M. (2016). Developing an interview module to support secondary pst's noticing of student thinking. *Mathematics Teacher Educator*, 5(1), 29-46.
- Levin, D. M., Hammer, D., & Coffey, J. E. (2009). Novice teachers' attention to student thinking. *Journal of Teacher Education*, 60(2), 142-154.
- Liu, Y. (2014). *Teachers' in-the-moment noticing of students' mathematical thinking: a case study of two teacher*. Doctoral Thesis, The University of North Carolina.
- Llinares, S. (2013). Professional noticing: A component of the mathematics teacher's professional practice. *Sisyphus-Journal of Education*, 1(3), 76-93.

- Llinares, S. (2020). Tools and ways of thinking in mathematics teacher education: An introduction. In S. Llinares, O. Chapman (Eds.), *International Handbook of Mathematics Teacher Education, Vol. 2: Tools and Processes in Mathematics Teacher Education*, (pp. 1-19). Brill.
- Llinares, S., & Brown, L. (2018). Enactivism and professional noticing: In dialogue as mathematics teacher educators. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 38(3).
- Llinares, S., & Krainer, K. (2006). *Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners*. In A. Gutiérrez, P. Boero, (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education. Past, present and future* (pp. 429-459). Brill Sense.
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice: The discipline of noticing*. London: RoutledgeFalmer.
- Mason, J. (2008). Being mathematical with and in front of learners. In B. Jaworski (Vol. Ed.) & T. Wood (Series Ed.), *Handbook of mathematics teacher education (Vol. 4): The mathematics teacher educator as a developing professional* (pp. 31–56). Rotterdam, Netherlands: Sense.
- Mason, J. (2011). Noticing: Roots and branches. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 65-80). New York: Routledge.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2010). *Thinking mathematically*. Addison Wesley, London.
- McDuffie, A. R., Foote, M. Q., Bolson, C., Turner, E. E., Aguirre, J. M., Bartell, T. G., ... & Land, T. (2014). Using video analysis to support prospective K-8 teachers' noticing of students' multiple mathematical knowledge bases. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 17(3), 245-270.
- Melhuish, K., Thanheiser, E., & Guyot, L. (2020). Elementary school teachers' noticing of essential mathematical reasoning forms: Justification and generalization. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23, 35-67.

- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from "Case Study Research in Education."*. Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St, San Francisco, CA 94104.
- Metsäpelto, R. L., Poikkeus, A. M., Heikkilä, M., Husu, J., Laine, A., Lappalainen, K., ... & Suvilehto, P. (2022). A multidimensional adapted process model of teaching. *Educational assessment, evaluation and accountability*, 34:143–172.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *Ortaöğretim Matematik Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri*. Ankara, <http://oygm.meb.gov.tr> (24.09.2019 tarihinde erişilmiştir.)
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2017a). *Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri*. Ankara: Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. oymg.meb.gov.tr (24.09.2019 tarihinde erişilmiştir.)
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2017b). *Öğretmen strateji belgesi (2017-2023)*. Ankara: Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2015). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mitchell, R. N., & Marin, K. A. (2015). Examining the use of a structured analysis framework to support prospective teacher noticing. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 18(6), 551–575.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematics success for all*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics

- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academ.
- Nesin, A. (2010). *Matematik ve sonsuz*. Nesin.
- Olson, J. M., Roese, N. J., & Zanna, M. P. (1996). Expectancies. In E. T. Higgins, & A. W. Kruglanski (Eds.), *Social psychology: Handbook of basic principles* (pp. 211–238). New York: Guilford.
- Organization for EconomicCo-operation andDevelopment [OECD]. (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Retrieved from https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA%202012%20framework%20ebook_final.pdf.
- OECD. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030 Position Paper*. Retrieved from <http://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20.pdf>.
- Osmanoğlu, A. (2010). *Preparing pre-service teachers for reform-minded teaching through online video case discussions: change in noticing*. Doctoral dissertation, Middle East Technical University, Graduate School of Education, Ankara, Turkey.
- Osmanoğlu, A., Işıksal, M., & Koç, Y. (2015). Getting ready for the profession: Prospective teachers' noticing related to teacher actions. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(2), 29–51.
- pedagogy: Teaching elementary school mathematics*, 75-93.
- Philipp, R., Jacobs, V. R., & Sherin, M. G. (2014). Noticing of Mathematics Teachers. In S. Lerman (Eds.). *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 465-466). Springer Netherlands.
- Putnam, R. T., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4–15.

- Roller, S. A. (2016). What they notice in video: A study of prospective secondary mathematics teachers learning to teach. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(5), 477-498.
- Rowland, T. (2013). The knowledge quartet: The genesis and application of a framework for analysing mathematics teaching and deepening teachers' mathematics knowledge. *Sisyphus Journal of Education*, 1(3), 154-43.
- Rowland, T., Huckstep, P., & Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: The knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of mathematics teacher education*, 8, 255-281.
- Sánchez-Matamoros, G., Fernández, C., & Llinares, S. (2015). Developing pre-service teachers' noticing of students' understanding of the derivative concept. *International journal of science and mathematics education*, 13, 1305-1329.
- Sánchez-Matamoros, G., Fernández, C., & Llinares, S. (2019). Relationships among prospective secondary mathematics teachers' skills of attending, interpreting and responding to students' understanding. *Educational Studies in Mathematics*, 100, 83-99.
- Santagata, R. (2011). From teacher noticing to a framework for analyzing and improving classroom lessons. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teachers noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 152-168). Newyork, NY: Routledge.
- Santagata, R., & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM*, 43(1), 133-145.
- 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.
- Santagata, R., König, J., Scheiner, T., Nguyen, H., Adleff, A. K., Yang, X., & Kaiser, G. (2021). Mathematics teacher learning to notice: A systematic review of studies of video-based programs. *ZDM–Mathematics Education*, 53(1), 119-134.

- Santagata, R., Zannoni, C., & Stigler, J. W. (2007). The role of lesson analysis in pre-service teacher education: An empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based field experience. *Journal of mathematics teacher education*, 10(2), 123-140.
- Santos, D. A. (2008). *Precalculus an honours course*. GNU Free Documentation License.
- Schack, E. O., Fisher, M. H., & Wilhelm, J. A. (Eds.). (2017). *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks*. Cham: Springer.
- Schifter, D. (2001). Learning to see the invisible: What skills and knowledge are needed to engage with students' mathematical ideas?. In T. Wood, B.S., Nelson & J. Warfield (Eds.), *Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics* (pp. 109-134). Routledge.
- Schifter, D. (2001). Learning to see the invisible: What skills and knowledge are needed to engage with students' mathematical ideas? In T. Wood, B. S. Nelson, and J. Warfield (Eds.), *Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics* (pp. 109-134). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Schoenfeld, A. H. (2011a). Noticing matters. A lot. Now what? In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 223-238). New York, NY: Routledge.
- Schoenfeld, A. H. (2011b). Toward professional development for teachers grounded in a theory of decision making. *ZDM*, 43, 457-469.
- Schunk, D. (2012). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed). Pearson Education, Boston, MA.
- Seago, N. (2004). Using videos as an object of inquiry for mathematics teaching and learning. In J. Brophy (Ed.), *Using video in teacher education* (pp. 259-286). Oxford, UK: Elsevier.
- Seidel, T., & Stürmer, K. (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in preservice teachers. *American educational research journal*, 51(4), 739-771.
- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether

- teachers observe their own teaching or that of others?. *Teaching and teacher education*, 27(2), 259-267.
- Shavelson, R. J. (1973). What is the basic teaching skill?. *Journal of teacher education*, 24(2), 144-151.
- Shavelson, R. J., & Borko, H. (1979). Research on teachers' decisions in planning instruction. *Educational Horizons*, 57(4), 183–189.
- Sherin, M. G. (2001). Developing a professional vision of classroom events. In T. Wood, T. S. Nelson, & J. Warfield (Eds.), *Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics* (pp. 75–93). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sherin, M. G. (2004). New perspectives on the role of video in teacher education. In J. Brophy (Ed.), *Using video in teacher education* (pp. 1–28). Amsterdam, Netherlands: Elsevier.
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383–395). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Sherin, M. G., & Dyer, E. B. (2017). Mathematics teachers' self-captured video and opportunities for learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 20, 477-495.
- Sherin, M. G., & Han, S. Y. (2004). Teacher learning in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 20, 163-183.
- Sherin, M. G., Jacobs, V., & Philipp, R. (Eds.). (2011). *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*. Routledge/Taylor & Francis, New York.
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of teacher education*, 60(1), 20-37.
- Sherin, M. G., Russ, R. S. & Colestock, A. A. (2011). Accessing mathematics teachers' in-the-Moment noticing. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 79–94). New York: Taylor and Francis.

- Sherin, M. G., Russ, R. S., Sherin, B., & Colestock, A. (2008). Professional vision in action: An exploratory study. *Issues in Teacher Education*, 17(2), 27-46.
- Sherin, M. G., Linsenmeier, K. A., & van Es, E. A. (2009). Selecting video clips to promote mathematics teachers' discussion of student thinking. *Journal of Teacher Education*, 60(3), 213-230.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(4), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Silverman, D. (1993). *Interprting qualitative data: Methods for analysing talk, text and interaction*. London: Sage.
- Simpson, A., Vondrová, N., & Žalská, J. (2018). Sources of shifts in pre-service teachers' patterns of attention: The roles of teaching experience and of observational experience. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21, 607-630.
- Sleep, L., & Boerst, T. A. (2012). Preparing beginning teachers to elicit and interpret students' mathematical thinking. *Teaching and Teacher Education*, 28(7), 1038-1048.
- Sokolová, L. (2018, May). Learning to notice: Professional vision and challenging behaviour in the classroom. In *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference* (Vol. 7, pp. 251-260).
- Sowder, J. T. (2007). *The mathematical education and development of teachers*. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, (pp. 157-223). Charlotte, NC: Information Age Publishers and National Council of Teachers of Mathematics.
- Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Star, J. R., & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: Using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107–125.
- Stehlíková, N. (2010). Using videorecordings of lessons in the education of mathematics teachers. In T. Janík & P. Knecht (Eds.), *New Pathways in the Professional*

- Development of Teachers. Neue Wege in der Professionalisierung von Lehrer/-inne/-n.* Wien: LIT Verlag (265 – 273). ISBN 978-3-643-50153-0
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313-340.
- Steinberg, R. M., Empson, S. B., & Carpenter, T. P. (2004). Inquiry into childrens' mathematical thinking as a means to teacher change. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, 237-267.
- Stockero, S. L. (2014). Transitions in prospective mathematics teacher noticing. In J. J. Lo, K. R. Leatham, & L. R. Van Zoest (Eds.), *Research trends in mathematics teacher education* (pp. 239–259). Switzerland: Springer International.
- Stockero, S. L., & Rupnow, R. L. (2017). Measuring noticing within complex mathematics classroom interactions. In E. Schack, M. H. Fisher & J. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 281-301). Springer, Cham.
- Stockero, S. L., Rupnow, R. L., & Pascoe, A. E. (2017). Learning to notice important student mathematical thinking in complex classroom interactions. *Teaching and Teacher Education*, 63, 384–395.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and Procesures for Developing Grounded Theory*. Thousands Oaks, CA: Sage Publications.
- Şen-Zeytun, A., Çetinkaya, B., & Erbaş, A. K. (2010). Mathematics teachers' covariational reasoning levels and their predictions about students' covariational reasoning abilities. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 10(3), 1573–1612.
- Tataroğlu Taşdan, B. (2019). Matematik Öğretmeni Adaylarının Fark Etme Becerilerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(1), 232-259.

- Tataroğlu Taşdan, B (2021). The Development of Prospective Secondary Mathematics Teachers' Noticing Skills in School Experience Course. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 22(1), 44-65.
- Tataroğlu Taşdan, B., Tekin Dede, A., & Yiğit Koyunkaya, M. (2022). Examining pre-service mathematics teachers' argumentation-supported lesson plans and their noticing during planning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-21.
- Tavşancıl, E. ve Aslan, E. (2001). *Sözel, Yazılı ve Diğer Materyaller için İçerik Analizi ve Uygulama Örnekleri*. İstanbul: Epsilon.
- Taylan, R. D. (2014). Yeni Öğretmenlerin Öğrenci Düşüncelerine Gösterdiği Dikkat. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1495-1510.
- Taylan, R. D. (2017). Characterizing a highly accomplished teacher's noticing of third-grade students' mathematical thinking. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 20, 259-280.
- Taylan, R. D. (2018). 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*, 16(2), 337-356.
- Teuscher, D., Leatham, K. R., & Peterson, B. E. (2017). From a framework to a lens: Learning to notice student mathematical thinking. In E. O. Schack, M. H. Fisher, J.A. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 31-48). Springer, Cham.
- Teuscher, D., Leatham, K. R., & Peterson, B. E. (2017). From a framework to a lens: Learning to notice student mathematical thinking. In E. O. Schack, M. H. Fisher, J.A. Wilhelm (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 31-48). Springer, Cham.
- Tirosh, D. (2000). Enhancing prospective teachers' knowledge of children's conceptions: The case of division of fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 5-25.

- Tzur, R. (2001). Becoming a mathematics teacher-educator: Conceptualizing the terrain through self-reflective analysis. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 4(4), 259-283.
- Ulusoy, F. (2016). *Developing prospective mathematics teachers' knowledge for teaching quadrilaterals through a video case-based learning environment*. Doctoral dissertation, Middle East Technical University, Graduate School of Education, Ankara.
- Ulusoy, F. (2020). Prospective teachers' skills of attending, interpreting and responding to content-specific characteristics of mathematics instruction in classroom videos. *Teaching and Teacher Education*, 94, 103103.
- Ulusoy, F., & Çakıroğlu, E. (2018). Using video cases and small-scale research projects to explore prospective mathematics teachers' noticing of student thinking. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(9), 1-14.
- Usiskin, Z., Peressini, A., Marchisotto, E. A., & Stanley, D. (2003). *Mathematics for high school teachers: An advanced perspective*. Pearson Education, New Jersey.
- Vacc, N. N., & Bright, G. W. (1999). Elementary preservice teachers' changing beliefs and instructional use of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(1), 89-110.
- van Driel, J. H., & Berry, A. (2010). The teacher education knowledge base: Pedagogical content knowledge. In P. Peterson, E. Baker, & B. McGaw (Eds.), *International encyclopedia of education* (3rd ed., pp. 656-661). Oxford: Elsevier.
- van Es, E. A. (2009). Participants' roles in the context of a video club. *The Journal of the Learning Sciences*, 18(1), 100-137.
- van Es, E. A. (2011). A framework for learning to notice student thinking. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 134-151). New York: Routledge.

- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 571–596.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2006). How different video club designs support teachers in “learning to notice.” *Journal of Computing in Teacher Education*, 22, 125–135.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers “learning to notice” in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24, 244–276.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2010). The influence of video clubs on teachers' thinking and practice. *Journal of mathematics teacher Education*, 13, 155-176.
- van Es, E. A., Cashen, M., Barnhart, T., & Auger, A. (2017). Learning to notice mathematics instruction: Using video to develop preservice teachers' vision of ambitious pedagogy. *Cognition and Instruction*, 35(3), 165–187.
- Veenman, S. (1984). Perceived problems of beginning teachers. *Review of Educational Research*, 54(2), 143-178.
- Vondrová, N. & Žalská, J. (2012). Do student teachers attend to mathematics specific phenomena when observing mathematics teaching on video? *Orbis scholae*, 6(2), 85–101.
- Vondrová, N., & Žalská, J. (2013). Mathematics for teaching and pre-service mathematics teachers' ability to notice. *Proceedings of the 37th PME*, 4, 361-368.
- Vondrová, N., & Žalská, J. (2015). Ability to notice mathematics specific phenomena: What exactly do student teachers attend to. *Orbis scholae*, 9(2), 77-101.
- Walkoe, J. D. K. (2013). *Investigating teacher noticing of student algebraic thinking*. Doctoral dissertation, Northwestern University.
- Wallach, T., & Even, R. (2005). Hearing students: The complexity of understanding what they are saying, showing, and doing. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 393-417.
- Watkins, C., & Mortimore, P. (1999). Pedagogy: What do we know. In P. Mortimore (Eds.), *Understanding pedagogy and its impact on learning*, (pp. 1-19).

- Westerman, D. A. (1991). Expert and novice teacher decision making. *Journal of Teacher Education*, 42(4), 292-305.
- Wilson, P. H., Lee, H. S., & Hollebrands, K. F. (2011). Understanding prospective mathematics teachers' processes for making sense of students' work with technology. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42(1), 39-64.
- Wilson, P. H., Mojica, G. F., & Confrey, J. (2013). Learning trajectories in teacher education: Supporting teachers' understandings of students' mathematical thinking. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(2), 103–121.
- Türk, Y. (2020). *Ders imcesinin öğretmen adaylarının öğrencinin öğrenmelerine yönelik farkındalık becerilerine etkisi*. Doktora tezi, Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.
- Türker Biber, B. (2017). *İstatistikle ilgili modelleme etkinlikleri bağlamında öğretmen farkındalığı: Bir durum çalışması*. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yakıcı-Topbaş, E. S., Aktaş, F. & Argün, Z. (2018 Haziran). *Dikkat etme becerisinin video analizleri aracılığıyla incelenmesi: kıdemli bir matematik öğretmeni durumu*. ERPA International Congresses on Education' da sunulmuş bildiri, İstanbul.
- Yakıcı-Topbaş, E., Yazgan-Sağ, G., & Argün, Z. (2016). Reflections of prospective secondary mathematics teachers' subject matter knowledge on pedagogical content knowledge: the context of conics. *Route Educational & Social Science*, 3(3), 120-143.
- Yang, X., Kaiser, G., König, J., & Blömeke, S. (2021). Relationship between Chinese mathematics teachers' knowledge and their professional noticing. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 815-837.
- Yenilmez, K. & Ev-Çimen, E. (2012, Haziran). *Onuncu sınıf öğrencilerinin polinomlar konusunun öğreniminde karşılaştıkları güçlükler ve olası nedenleri*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde.

- Yetkin Özdemir, İ. E., & Altay, M. K. (2016). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşüncelerini Ortaya Çıkarma ve Yorumlama Becerileri. *İlköğretim Online*, 15(1).
- Yıldırım, C. (1996). *Matematiksel düşünme* (2. basım). İstanbul: Remzi.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (9. Genişletilmiş Baskı) Ankara: Seçkin.
- Yıldız Şentürk, B. (2018). *İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Bir Matematik Sınıfına Yönelik Farkındalıkları*. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yin, R. K. (2003). *Applications of case study research (2nd Ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.

EKLER

Ek 1. Araştırma için MEB İzin Belgesi



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.4309007
Konu : Araştırma İzni

30.03.2017

GAZİ ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) 14/03/2017 tarihli ve 694 sayılı yazınız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı doktora öğrencisi Esra Selcen YAKICI TOPBAŞ'ın "**Matematik Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünceleri Üzerine Farkındalıklarının İncelenmesi ve Geliştirilmesi**" konulu tez kapsamında uygulama talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüş ve uygulamanın yapılacağı İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bilgi verilmiştir.

Görüşme formunun (3 sayfa) araştırmacı tarafından uygulama yapılacak sayıda çoğaltılması ve çalışmanın bitiminde bir örneğinin (cd ortamında) Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme (1) Şubesine gönderilmesini rica ederim.

Vefa BARDAKCI
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Güvenli Elektronik İmza
Aslı ile Aynıdır.
30 Mart 2017

Ek 2. Katılımcı Onam Formu

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi Esra Selcen Yakıcı Topbaş ve Prof. Dr. Ziya Argün tarafından yürütülen “Matematik Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünceleri Üzerine Farkındalıklarının İncelenmesi ve Geliştirilmesi” başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu durumda sizin açınızdan olumsuz bir sonuç doğmayacaktır. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup, kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

Araştırmanın Amacı

Matematik öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünceleri üzerine farkındalıklarının tespit edilmesi ve öğretmen adaylarına sunulan deneyim fırsatları ile öğretmen adaylarının farkındalıklarındaki gelişimi (ya da değişimi) incelemektir.

Araştırmanın İçeriği

Öğretmen yeterliliği için önemli bileşenleri içeren öğretmen farkındalığını (ilgili yabancı literatürde öğretmen farkındalığı “*teacher noticing*” olarak karşımıza çıkmaktadır) öğretmen adaylarının tecrübe etmesi bağlamında araştırmacılar tarafından hazırlanan ve sunulan deneyim fırsatlarının (sınıf içi senaryolar, öğrenci etkinlik kağıdı örnekleri, öğrenci düşünmesi üzerine ders planı hazırlama protokolü aracılığıyla ders planı değerlendirme vb.) yanı sıra hem gerçek sınıf video örnekleri hem de öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarının videoları üzerine yapılacak video tartışma seansları üzerine öğretmen adayları ile klinik mülakatlar yapılacaktır.

Araştırmanın Nedeni ☐ Bilimsel Araştırma ☒ Tez Çalışması

Araştırmanın Öngörülen Süresi 14 hafta

Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı 6

Araştırmanın Yapılacağı Yerler

Gazi Üniversitesi Matematik Eğitimi Anabilim dalına ait derslikler ve Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı bazı lise ya da ortaokullar

KATILIMCI BEYANI

“Matematik Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünceleri Üzerine Farkındalıklarının İncelenmesi ve Geliştirilmesi” başlıklı araştırmanın yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Esra SelcenYakıcı Topbaş	13.01.2017
Adres ve Telefon	Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Bosna Binası No:4

Katılımcı Adı ve Soyadı	Tarih ve İmza
Adres ve Telefon	

Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin :

Veli/Vasinin Adı ve Soyadı	Tarih ve İmza
Adres ve Telefon	

Ek 3. Etik Komisyonu Onay Formu

Evrak Tarih ve Sayısı: 30/05/2017-E.77848

 **GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

T.C. GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı


* 8 6 6 3 5 6 1 2 8 *



Sayı : 17311665-044-
Konu : Anketler (Esra Selcen YAKICI
TOPBAŞ)

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

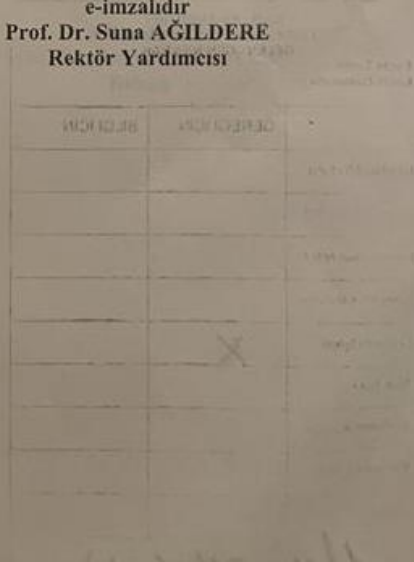
İlgi : a) 18/05/2017 tarihli ve 80287700-302.08.01- 72864 sayılı yazı.
b) 29/05/2017 tarihli ve 89377925-044- 77330 sayılı yazı.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı doktora öğrencisi Esra Selcen YAKICI TOPBAŞ'ın, Prof. Dr. Ziya ARGÜN'ün danışmanlığında yürütmüş olduğu "Matematik Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünceleri Üzerine Farkındalıklarının İncelenmesi ve Geliştirilmesi" konulu tezi kapsamında Üniversitemiz Gazi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü öğrencilerine anket uygulama isteğine ilişkin ilgi (a) yazınız adı geçen Fakülte Dekanlığına iletilmiş olup, alınan ilgi (b) cevabi yazı ilişikte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Suna AĞILDERE
Rektör Yardımcısı

Ek:İlgi (b) yazı (1 sayfa)





Bu belge



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi Eğitim Fakültesi Dekanlığı



Sayı : 89377925-044-
Konu : Anketler(Esra Selcen YAKICI
TOPBAŞ)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : 24/05/2017 tarihli ve 17311665-302.08.01- 75110 sayılı yazı.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı doktora öğrencisi Esra Selcen YAKICI TOPBAŞ'ın, Prof. Dr. Ziya ARGÜN'ün danışmanlığında yürütmüş olduğu "Matematik Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünceleri Üzerine Farkındalıklarının İncelenmesi ve Geliştirilmesi" konulu tezi kapsamında Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü öğrencilerine anket uygulama isteği Dekanlığımızca uygun görülmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Rabia SARIKAYA
Dekan



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GAZİ EĞİTİM FAKÜLTESİ
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölüm Başkanlığı



Sayı : 57618914-044-
Konu : Anketler

GAZİ EĞİTİM FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 25/05/2017 tarihli ve 89377925-044- 75855 sayılı yazınız.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Bilim Dalı doktora programı öğrencisi Esra Selcen YAKICI TOPBAŞ'ın, Prof. Dr. Ziya ARGÜN'ün danışmanlığında yürüttüğü "Matematik Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Matematiksel Düşünceleri Üzerine Farkındalıklarının İncelenmesi ve Geliştirilmesi" konulu tezi ile ilgili anket çalışmasını bölümümüz öğrencilerine uygulama isteği öğretim elemanlarından izin alarak yapması koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Musa SARI
Bölüm Başkanı

Ek 4. Polinom Kavramı Üzerine Öğretmen Adaylarının Alan Bilgilerini İncelemek İçin Adaylara Uygulanan Tarama Soruları

Sayın Katılımcı,

Aşağıda polinom kavramı ve kavramın özelliklerini ortaya çıkarıcı sorular bulunmaktadır. Yapmakta olduğumuz araştırma için bu sorularla ilgili düşüncelerinizi (yanlış-doğru kaygısı gütmenden) bu sorulara vereceğiniz yazılı cevaplar yoluyla paylaşmanız gerekmektedir. Çalışmanın sonuçlarının sağlıklı bir şekilde elde edilmesi, bu sorularla ilgili düşüncelerinizi ve fikirlerinizi açık ve ayrıntılı bir şekilde bizimle paylaşmanıza bağlıdır. Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Selcen Yakıcı Topbaş

Gazi Üniversitesi

Katılımcı: _____

Soru 1. “Polinom” kelimesinden anladıklarınızı ayrıntılı bir şekilde yazınız. Polinom kavramını matematiksel olarak açıklayınız.

Soru 2. Size “polinom kavramıyla ilişkili olan diğer matematiksel kavramlar nelerdir?” diye sorulduğunda cevabınız hangi kavramlar olurdu? Cevabınızın nedenlerini açıklayınız.

Soru 3. Aşağıda verilen cebirsel (sembolik) ifadelerden hangisi/ hangileri size göre bir polinomdur? Nedenlerini açıklayınız.

- a) $P(x) = xy^2$
- b) $P(x) = \sqrt{5}x + 1$
- c) $P(x, y) = xy^6 - 5$
- d) $P(x) = \sqrt{x} - 2$
- e) $P(t, z) = \sqrt[3]{t}z^5 - 4$
- f) $P(x) = \frac{1}{x} + x^2 - \sqrt{3}$
- g) $P(x) = 10x^0$
- h) $P(x) = x^{-7} + 2x^0$

Soru 4. Polinom kavramı bağlamında, terim, derece, katsayı, baş katsayı, sabit terim ifadelerini açıklayınız.

Soru 5. Gerçek katsayılı ve bir değişkenli polinom ifadesinden ne anlıyorsunuz? Buradaki “katsayı ve değişken” kelimeleri uygun bir şekilde kullanılmış mıdır? Cevabınızın gerekçelerini paylaşınız.

Soru 6. Bir öğrenciniz size “iki polinomun eşitliğini açıkla mısınız?” dediğinde ona nasıl bir açıklama yaptınız? Düşüncelerinizi paylaşınız.

Soru 7. Aşağıdaki önermelerin doğru olup olmadığını yazılı olarak tartışınız.

- a) Her polinom bir fonksiyondur.
- b) Her fonksiyon bir polinomdur.
- c) Sabit polinomun derecesi sıfırdır.
- d) Sıfır polinomunun derecesi yoktur.
- e) Sıfır polinomu sabit polinomdur.
- f) Eşit dereceli polinomlar eşittir.

Soru 8. Polinom kavramı üzerine bir matematik dersinde onuncu sınıf öğrencisinin biri öğretmene “bir polinomun terim sayısı sonsuz olabilir mi?” şeklinde bir soru yöneltmiştir. Eğer öğretmen siz olsaydınız bu soruya nasıl cevap verirdiniz?

Soru 9. Aşağıdaki önermeleri tartışınız:

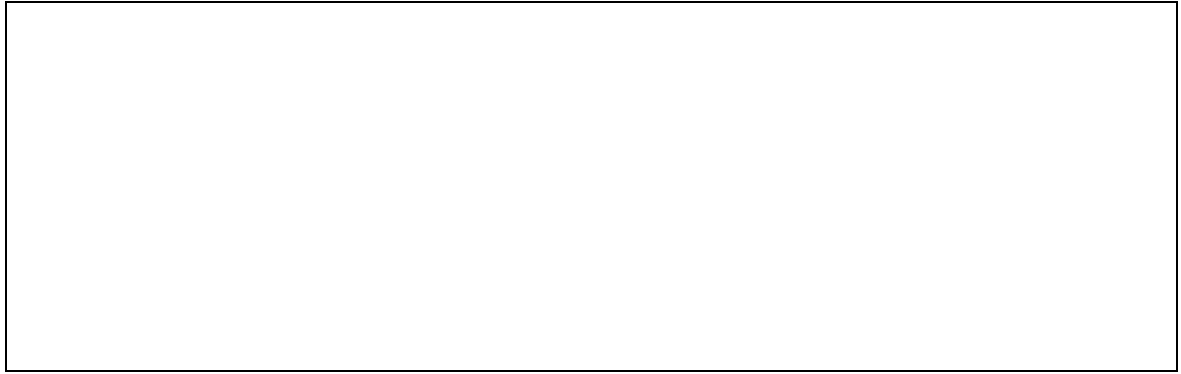
- a. Üçüncü dereceden bir polinomu $P(x)$ ile temsil edelim. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5) = 8$ dir.
- b. Üçüncü dereceden bir polinomu $P(x)$ ile temsil edelim. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5)$, 0 haricinde herhangi bir sayı olabilir.

(<http://map.mathshell.org/lessons.php?unit=9270&collection=8> adresinden ulaşılmıştır.)

Soru 10. $P(x - 2) = x^2 + 5x + 1$ ve $P(2x) = x^2 + 5x + 1$ polinomlarının derecelerini, sabit terimini ve katsayılar toplamını bulunuz. Nasıl bulduğunuzu tartışınız.

(21 yıllık matematik öğretmeninın ders tecrübelerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.)

Soru 11. Polinomlarda işlemler (toplama, çıkarma, çarpma, bölme) nasıl tanımlanır. Her bir işlem için birer örnek veriniz.



Ek 5. Pilot Çalışmada Kullanılan Gözlem Formu

GÖZLEM FORMU

Merhaba arkadaşlar,

Aşağıdaki soruları sormamızın nedeni sizlerin ilgili kazanımlara ait ders tasarımlarını ve sunarken bunlara dikkat etmeniz. Ders planlarını ve sunumlarını kendi bilgileriniz, inançlarınız doğrultusunda hazırlayınız ve sunmaya çalışınız.

Meslek hayatınıza başlamadan önce katılacağınız öğretmenlik uygulaması stajının hepiniz için verimli geçmesini umuyoruz. Bu uygulamada ilk gözlemlerinizi aşağıdaki sorular doğrultusunda gerçekleştirmenizi ve raporlaştırmanızı bekliyoruz.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederiz.

1. Öğretmen derse başlarken neler yapıyor?
2. Öğretmenin sınıfa olan genel tavır ve davranışları nasıl?
3. Öğretmen, öğrencilerin ilgi, tecrübe ve hazır bulunuşluklarını göz önüne alıyor mu, cevabınızı açıklayınız.
4. Öğrencilerin, matematiğe dair ne yaptıkları ve ne söylediklerine dikkat ediyor mu, cevabınızı açıklayınız.
5. Öğretmen, öğrencilerinin ders anında anlayıp anlamadıklarını, neler öğrendiklerini ve nerelerde zorlandıklarını sorguluyor mu, cevabınızı açıklayınız.
6. Öğrenci bazı şeyleri hatalı-yanlış söylese (cevaplasa) bile öğrenciyi anlamak için çaba harcıyor mu? Yani öğrencinin cevabında ne demek istediğini anlamaya çalışıyor mu, açıklayınız. Ayrıca öğretmenin yerinde siz olsanız ne yapardınız, cevabınızı açıklayınız.
7. Derste dikkatinizi çeken durumları not alınız. Bu durumun neden ilginizi çektiğini açıklayınız.
8. Gözlemlediğiniz kadarıyla sınıf ortamında ilginizi çeken kritik durumlar nelerdi? Öğretmen bu kritik durumlarda neler yaptı veya bu durumları nasıl karşıladı? Eğer o an öğretmen siz olsaydınız neler yapardınız? Ayrıntılı olarak yazınız.
9. Ayrıca bu durumların dışında sizin gözlemlediğiniz ve size göre önemli olduğunu düşündüğünüz tüm durumları yazınız ve neden önemli olduklarını açıklayınız.

Arş. Gör. E. Selcen Yakıcı Topbaş

Ek 6. Kıdem Yılı 16 Olan Bir Öğretmenin Gerçek Sınıf Ortamında Polinom Kavramı Ders Tekrarı Üzerine Çekilecek Video İçin Hazırlanan Tartışma Soruları

Soru 1. Polinom ile fonksiyon kavramları arasındaki ilişkiyi tartışınız.

Soru 2. Derecesi 4 olan polinomun terim sayısı en çok ve en az kaç olabilir?

Soru 3. Sıfır polinomunun derecesi nedir? Sıfır polinomu sabit polinom mudur? Sıfır polinomu ile sabit polinomun derecelerini karşılaştırınız.

Soru 4. $P(x - 2) = x^2 + 5x + 1$ ve $P(2x) = x^2 + 5x + 1$ polinomlarının derecelerini, sabit terimini ve katsayılar toplamını bulunuz. Nasıl bulduğunuzu tartışınız.

Soru 5. $der[P^2(x)Q(x)] = 8$ ve $der\left[\frac{P(x)}{Q(x)}\right] = 1$ ise $der[P(x) + Q(x)]$ nedir? Sonucunuzun doğruluğunu tartışınız.

Soru 6. Aşağıda verilen ifadelerin doğruluğunu tartışınız.

a. Üçüncü dereceden bir polinomu $P(x)$ ile temsil edelim. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5) = 8$ dir.

b. Üçüncü dereceden bir polinomu $P(x)$ ile temsil edelim. $P(1) = 0, P(3) = 0$ ve $P(4) = 0$ ise o zaman $P(5), 0$ haricinde herhangi bir sayı olabilir.

Soru 7. n . dereceden bir $P(x)$ polinomunun $(n + 2)$ kökü olabilir mi? Cevabınızı nedenleri ile açıklayınız.

Soru 8. $(x - 1) = x^3 - x + 1$ ise $P(x + 1)$ polinomunun $x - 1$ ile bölümünden kalan nedir? Nasıl bulduğunuzu açıklayınız.

Soru 9. $P(x) = x^2 + x$ ise $\frac{P(x-2)}{P(x-1)}$ nedir?

Soru 10. $P(x) = x + P(x + 1), P(1) = 1$ ise $P(16)$ kaçtır?

Ek 7. Öğretmen Adaylarına Sunulan Gerçek Sınıf Ortamına Ait Video-Kayıt İncelemeleri Üzerine Bireysel Görüşme Formu

Sayın katılımcı,

Biraz sonra izleyeceğiniz video Ankara ilinde bir Anadolu lisesinde 10. sınıf öğrencilerinin 16 yıllık deneyime sahip bir matematik öğretmeni ile polinom kavramını pekiştirmek için yapılan iki ders saatini (40' + 40') içermektedir. Bu tartışmalar esnasında sizin dikkatinizi çeken durumlarda videoyu durdurunuz. Bu durumların niye dikkatinizi çektiğini paylaşınız. Düşüncelerinizi paylaşırken rahat ve net olmanız (çekinmemeniz, bir şey saklamamanız ve durumları saptırmamanız), araştırmanın geçerliği açısından önem arz etmektedir.

Araştırma kapsamında isminiz kesinlikle gizli kalacak ve isminiz hiçbir yerde kullanılmayacak ve üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır.

Yardımlarınız ve katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Esra Selcen Yakıcı Topbaş

Görüşmede Tetikleyici Sorular:

1. (videoyu durdukları anlarda) Bu durum hakkındaki düşüncelerin nelerdir?
Öğretmen adaylarının dikkatini çeken durumlarda neden bu durumun dikkatini çektiğini yorumlaması, bu durumun sınıf içindeki yeri, o andaki ders için veya genel olarak önemli bir durum olup olmadığı sorgulanmıştır.
2. Öğretmenin öğrenciye verdiği cevaplar, dönütler öğretmen adayının dikkatini çekiyor ve bu durum üzerine açıklamada bulunuyorsa o zaman “öğretmenin yerinde sen olsaydın nasıl karşılık verirdin?”, “Sen derse nasıl devam ederdin?” şeklindeki sorular ile öğretmen adaylarının sesli düşünmesi sağlanmıştır (Jacobs, Lamb, & Philipp, 2010; Santagata, Zannoni, & Stigler, 2007).
3. (Video inceleme seanslarının sonunda) Sence, izlediğin videoda sınıf içi etkileşimler (öğretmen – öğrenci ve öğrenci – öğrenci) nasıldı? Düşüncelerinizi açıklayınız.
4. Genel olarak sınıf ortamı hakkındaki düşüncelerini açıklar mısın?

5. Böyle bir video incelemenin sende oluşturduğu izlenimlerden bahseder misin? (Borko, Jacobs, Eiteljorg, & Pittman, 2008).

Video inceleme görüşmelerinin sonunda ğretmen adayının video izlemeye dair yorumları üzerine, video izlemenin ne gibi faydaları olduğu sorgulanmıştır. Buradan video incelemenin adayların farkındalığını nasıl desteklediği üzerine çıkarımlarda bulunulmuştur.

Başkasına ait video-kaydı incelemenin ğretmen farkındalığı üzerine katkılarını veya sınırlılıklarını öğrenmek için ğretmen adaylarına söz konusu videonun kendileri üzerinde oluşturduğu izlenimler doğrudan sorulmuştur.



Ek 8. Öğretmen Adaylarının Sınıf İçi Senaryo İncelemelerine Dair Farkındalıklarını İncelemek İçin Sunulan Senaryolar

- a) Sıfır Polinomunun Derecesinin Tartışılması Üzerine Hazırlanan Sınıf İçi Senaryo Kesiti

Merhaba arkadaşlar,

30 öğrencinin bulunduğu bir sınıfta, polinom kavramıyla ilgili yapılan sınıf içi bir tartışmanın bir kesiti aşağıda verilmiştir. Bu kesitle ilgili olarak aşağıdaki maddelerde yer alan sorularla ilgili düşüncelerinizi (*söylemlerinizin doğruluğu-yanlışlığından ziyade düşünceleriniz önemli olduğu için*) ayrıntılı olarak paylaşmanız çalışmamız için önem arz etmektedir.

Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

...

Öğretmen: Derece kavramını öğrendiğinize göre şimdi sıfır polinomunun derecesini bulunuz.

Öğrenci-1: (hemen cevap verir) Sıfırdır, öğretmenim.

Öğrenci-2: Sıfır olamaz birdir, yook sıfır olmaz.

(Her kafadan bir ses çıkar..), 1 dir, 0 dır, tanımsızdır.

Öğretmen: (uğultuları önlemek için) Arkadaşlar kendi kendinize cevap vermeyin, sıfır olduğunu söyleyenler neden sıfır olarak düşündü?

Öğrenci-3: Bence de sıfır! Çünkü sıfır polinomu sabit polinom ve sıfır polinomunun yanında x li bir şey yok. O yüzden derecesi sıfır.

Öğretmen: “Sabit polinomun derecesinden yola çıkarak sıfır polinomunun derecesi 0 dır.” diye düşünüyor arkadaşınız.

Öğrenci-3: Bence öyle,

Öğretmen: Farklı düşünen var mı?

Öğrenci-4: Bence sıfır olamaz, $0x^1$ de sıfır polinomudur.

Öğrenci-5: Eee o zaman $0x^{15}$ de sıfır polinomu derecesi 15.

Öğretmen: Yani 1 mi 15 mi?

Öğrenci-5: Hatta $0x^{16}$ o zaman derecesi 16, yani derecesi yok.

Öğrenci-6: O zaman tüm sayılar sıfır polinomunun derecesi.

Öğretmen: Tüm sayılar?

Öğrenci-6: Yani doğal sayılar..

Öğretmen: Arkadaşınız gibi düşünen var mı?

Öğrenci 7: O zaman sıfır polinomunun derecesi sonsuzdur. Çünkü sonsuz değer alabilir.

Öğretmen: Hımm, yani polinomun derecesini n olarak düşünersek, n sonsuz değer alır diyorsun. Öyle mi?

Öğrenci 7: Siz öyle mi diye sorunca, karar veremedim hocam.

Öğretmen: Ben senin söylediklerini tekrarladım.

Öğrenci 8: Bence de öyle, sonsuz değeri var.

Öğretmen: Evet tüm doğal sayı değerleri sıfır polinomunun derecesi olabilir. Düşünceleriniz doğru. Anlamayan var mı?

... Sessizlik...

Öğretmen: Şimdi terimler üzerine konuşalım.

- Size göre, genel olarak öğretmenin bu tartışmayı gerçekleştirmekteki amacı, ne olabilir?



- Yukarıda verilen kesitteki sınıf içi tartışmada başlangıcından itibaren dikkatinizi çeken durumları (öğretmen tutumu, söylemi, öğrenci tutumu, matematiksel fikirler ya da düşünceler...) belirtiniz. Bu durumlarda “sizin dikkatinizi çekmeyi sağlayan tetikleyiciler nelerdir?” Ayrıntılı olarak açıklayınız.



- Eğer  ğretmen siz olsaydınız o zaman yukarıda verilen sınıf içi kesitteki tartışmayı başlangıcından itibaren nasıl devam ettirirdiniz ( rneğin; dikkatinizi çeken durumlarda sizler nasıl karşılık verirdiniz, hangi  rneği verirdiniz vb.)? Düşüncelerinizi ayrıntılı olarak yazınız.



b) “ $xy + 2$ ” İfadesinin Bir Polinom Belirtip Belirtmediği Üzerine Hazırlanan Sınıf İçi
Senaryo Kesiti

Merhaba arkadaşlar,

25 öğrencinin bulunduğu bir sınıfta, polinom kavramıyla ilgili yapılan bir tartışmanın bir kesiti aşağıda verilmiştir. Bu kesitle ilgili olarak aşağıdaki maddelerde yer alan sorularla ilgili düşüncelerinizi ayrıntılı olarak rahatça (*söylemlerinizin doğruluğu-yanlılığı bu çalışmayı bağlamamaktadır*) paylaşmanız, çalışmamız için önem arz etmektedir.

Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Öğretmen: $xy + 2$ bir polinom mudur?

Öğrenci-1: Hayır değildir.

Sınıfta bir çok öğrenci: Hayır değildir.

Öğretmen: Peki neden?

Öğrenci-2: Çünkü polinomlar (tahtaya koşarak çıkar)

$a_1x^1 + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$ (ifadesini yazar)

şeklinde gösterilir. $xy + 2$ bu gösterime uymuyor.

Öğretmen: Polinom sadece bir gösterim mi!!

Öğrenci-3: Hayır sadece bir gösterim değil, aynı zamanda bir fonksiyon.

Öğretmen: O halde $xy + 2$ ifadesi bir fonksiyon mudur?

Öğrenci-4: Evet.

Öğretmen: Yani... Polinom olmayan fonksiyonların varlığı söz konusu mudur?

Öğrenci-4...



Öğrenci-5: (söz alır) Bence polinom olmayan fonksiyon yoktur.
sessizlik...

Öğretmen: O halde $xy + 2$ bir polinomdur.
sessizlik...

- Size göre, genel olarak öğretmenin bu tartışmayı gerçekleştirmekteki amacı, ne olabilir?

- Yukarıdaki kesitte dikkatinizi çeken durumları (sorulan sorular, polinom ve fonksiyon arasındaki mantıksal geçiş, öğrencinin düşünmesinin önemsenmemesi, öğretmenin öğrenciye karşı tutumu vb.) yazınız. Bu durumlarda sizin dikkatinizi çekmeyi sağlayan tetikleyiciler nelerdir?” Ayrıntılı olarak açıklayınız.

- Eğer öğretmen siz olsaydınız o zaman yukarıda verilen sınıf içi kesitteki tartışmayı başlangıcından itibaren nasıl devam ettirirdiniz (örneğin; dikkatinizi çeken durumlarda sizler nasıl karşılık verirdiniz, hangi örneği verirdiniz vb.)? Düşüncelerinizi ayrıntılı olarak yazınız.

Ek 9. Öğrenci Düşünmesi Üzerine Ders Planı Hazırlama Protokolü

Hughes, (2006); Hughes ve Smith, (2004) tarafından geliştirilen *BİR DERSİ ÖĞRENCİ DÜŞÜNMESİ ÜZERİNE PROTOKOL YOLUYLA GÖZDEN GEÇİRME*; belli bir dersin öğretimi için öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dikkat etme, yorumlama ve değerlendirme süreçleri üzerine derinlemesine düşünmeyi gerektiren tetikleyicileri içermektedir. Araştırmamızda bu protokoldeki bazı sorular öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünceleri ile ilgili farkındalıklarını geliştirmek için tetikleyiciler olarak kullanılacaktır. Öğretmen adaylarının ‘Öğretmenlik Uygulaması’ dersi kapsamında yürütülen planlama hazırlıkları ve hazırladıkları planlarının uygulamaya yansımaları bu tetikleyiciler bağlamında incelenecektir.

1. Adayların ders planı hazırlıklarını (sorgulama) ve hazırlıklarının incelenmesine yönelik tetikleyici sorular:

- Kazanımlara göre hazırladığınız ders planının ve etkinliklerin hedefleri nelerdir? (yani, bu ders sonunda öğrencilerin neleri bilmelerini, ne kazanmalarını istiyorsunuz?)
- Hazırladığınız etkinlikler için öğrenciler ne gibi ön bilgi, deneyim ve becerilere sahip olmalıdır? (Bu etkinlikler için öğrenciler hangi tanım, kavram veya bağıntılar hakkında daha önceden fikir sahibi olmalıdır?)
- Öğrencileriniz etkinlikler üzerinde çalışırken ve etkinliği tamamlarlarken öğrencilerden beklentileriniz nelerdir?
- Etkinliğin tamamlanması için öğrencilerin kullanabilecekleri yollar (yöntemler) nelerdir? (genelleme, soyutlama, modelleme, işlem yapma, örüntü kurma, başka kavramlarla ya da tanımlarla bağlantı kurma)
- Öğrencileriniz bu derste kullanacağınız etkinlikle uğraşırken hangi kavram yanlışlarına sahip olabilirler? ya da hangi hatalara (anlık/ kalıcı) düşebilirler?
- Etkinliğe bütün öğrencilerin katılımını nasıl sağlamayı planlıyorsunuz?
- Öğrencileriniz neler yaparsa, neler söylerse (duyacağınız ne tür dönütler) onların etkinlikteki matematiksel içeriği anladıklarını fark etmenizi sağlar?

[Bu sorular öğretmen adaylarının öğrencilerin ön bilgileri, matematiksel düşünceleri üzerine dikkat etmeleri boyutu açısından önemli tetikleyiciler olarak kullanılmıştır.]

PLANIN SUNULMASINDAN ÖNCEKİ HAZIRLIKLAR

2. Öğretmen adaylarının -öğretim öncesinde ve öğretim esnasında - öğrencilerin etkinlikler (ders planı içerisindeki etkinlikler) üzerinde uğraşırken nelere dikkat

edebileceklerini, neleri yorumlamak ve cevap vermek için kayda değer bulduklarını ortaya çıkarmak için hazırlanan tetikleyici sorular:

- Bir öğrenci veya bir grup öğrenci etkinliğin ya da sorduğunuz sorunun matematiksel olmayan yönlerine (onların ulaşması gereken hedeflerden uzaklaştırıcı yönlere) odaklanırlarsa, bir öğretmen olarak ne/neler yaparsınız? Paylaşınız.
- Hazırladığınız etkinlikte yer alan temel matematiksel fikirler nelerdir? Listeleyiniz.
- Bu temel fikirlerin etkinliğinizde yer alma gerekçelerini açıklayınız.
- Öğrencileriniz etkinlikte yer alan temel fikirlerle (noktalarla) uğraşmazlarsa; anlamalarını, keşfetmelerini istediğiniz fikre, bağıntıya, ilişkiye odaklamak için onlara hangi soruları soracaksınız?
- Öğrencilerinizin vereceği cevapların hangilerini kabul edeceksiniz? Yani onlardan, hangi cevapları (sözel, yazılı, görsel, cebirsel, sembolik, şematik..) vermelerini bekliyorsunuz?
- Öğrencileriniz etkinlikle uğraşırken açığa çıkan temel matematiksel düşünceleri, problem çözme stratejilerini veya kavramların gösterimlerini (cebirsel, grafik, sembolik vb.) anlayıp anlamadıklarını belirlemek için hangi soruları soracaksınız? (farkındalık için anahtar noktaları (kazanımdakiler dahil olmak üzere o an yaşanan durumlardaki temel anahtar noktalar), fikirleri belirlemeleri beklenmektedir)
- Öğrencilerinizin *-öğrenmeleri gereken ve sınıfta paylaşılan matematiksel düşünceleri-* anladıklarını fark etmenize katkı sağlayacak göreceğiniz veya duyacağınız göstergeler neler olabilir/olmalıdır? (Öğrencilerinizin soyutlamalar, genellemeler, modeller, örüntüler oluşturmaya başlamaları ya da farklı fikirlerle bağlantı kurmalarını sağlamak için sınıf içi paylaşımları ve tartışmaları nasıl düzenleyeceksiniz?)
- Öğrencilerinizin *-analiz edip yorumladığınız-* matematiksel düşüncelerinden cevaplamak durumunda kaldıklarınıza cevap verirken ne/neleri göz önünde bulundurursunuz? (Öğrencilerin hazırbulunuşluklarına, soruların bilimsel alt yapılarına, soruların konuyla ilgisi ve bağlantısı, öğrencilerin düştüğü hatalara, doğru cevap verdi ama başka çözüm yolu ya da bakış açısıyla..)

Ek 10. Öğretmen Adaylarının Ders Sunumlarından Sonrası İçin Hazırlanan Görüşme Soruları

Merhaba arkadaşlar,

- Dersinizin hedefleri neydi, ne kadarına ulaştınız?
- Bu derste yapmayı planladığınız uygulamalar (etkinlik, materyal) nelerdi? Ne kadarını uygulayabildiniz?
- Öğrencilerinizin bu uygulamaları nasıl tamamlamasını bekliyordunuz (tahmin ediyordunuz)? Onlar uygulamalara nasıl yaklaştı?
- Sınıf içi uygulamanızda öğrencilerin düşüncelerinde dikkatinizi çeken size göre önemli olan durumlar, fikirler nelerdi? Size göre bu durumlar ne anlam ifade ediyor?
- Siz ders anında bu durumlara nasıl karşılık verdiniz (dönüt veya tepki olabilir)?
- Bu ders bağlamında beklemediğiniz durumlarla karşılaştınız mı? Karşılaştıysanız bunlar nelerdir? (özellikle öğrencilerden gelen cevaplar, sorular, fikirler...)
- Beklemediğiniz durumlara nasıl karşılık verdiniz?
- Varsayalım ki bu dersi tekrar yapacaksınız neleri değiştirirdiniz? Neleri tekrar yapardınız?

Ek 11. Öğretmen Adaylarının Farkındalıklarını Belirlemek İçin Veri Analizi Örneği

Anlamlı Birim Fikir Kodu	Öğretmen Farkındalığı Bileşenleri								
	Dikkat Etme			Yorumlama & Anlamlandırma			Karşılık Verme & Karşılık Vermeye Karar Verme		
	Kod	Açıklama	Örnek	Kod	Açıklama	Örnek	Kod	Açıklama	Örnek
Öğretmenin Pedagojik Yaklaşımı	Öğretmenin öğrenci düşünmesini sorgulayan sorular sorması Dolaylı olarak öğrencilerin matematiksel düşünmesi	Öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığa odaklanır ve değerlendirir.	Burada <i>öğretmenin hep güzel noktalara değindiğini düşünüyorum. Öğretmen öğrencinin aklındaki fikrini tam olarak dönebileceği sorular soruyor ya da aksine bir örnek veriyor. Hani şey dedi ya polinomu direk doğru olarak düşündü ama sadece bir dereceli polinomlardan bahsetmiyoruz biz sen doğru demekle bir dereceliden bahsettiğini söylüyor. Yani öğrencinin tezini çürütmüş oluyor. Öğrencinin daha ileriye dönük düşünmelerini ya da daha farklı bir şekilde yaklaşmalarını sağlıyor ya da bu düşüncesinin ne hangi açıdan yanlış olduğunu görmüş oldu derece açısından. [4]</i>	Tanımlayan değerlendiren ve açıklayan	Öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığı değerlendirir ve öğretmenin öğrenci düşünmesini açması üzerine açıklayıcı yorumlar getirir.	[4]	Öğrencinin fikrini açmak	Öğretmenin öğrenciye verdiği karşılığı destekleyen açıklamalar da bulunur.	Öğretmenin öğrencinin aklındaki fikrini tam olarak dönebileceği sorular soruyor ya da aksine bir örnek veriyor. Hani şey dedi ya polinomu direk doğru olarak düşündü ama sadece bir dereceli polinomlardan bahsetmiyoruz biz sen doğru demekle bir dereceliden bahsettiğini söylüyor.

Öğrencilerin matematiksel düşünmesi	Kavramlar arası ilişki	Öğrencinin kavramlar arası kurduğu ilişkiyi dile getirir ayrıca neden bu ilişkiyi kurmuş olabileceğini sorgular.	Doğruyla ilişkilendirdi yine fonksiyonu. Galiba doğru öğrencilere çok basit bir şey gibi geliyor. Ya da sürekli doğru üzerinden bir şeyler yaptığımız için mi hep doğruya bağlıyorlar. Fonksiyonu da doğru gibi polinomu da o şekilde düşündü. Çünkü daha basit olduğu için ya da tek dereceli olduğu için ya da hemen gözünün önünde grafikte canlandırabildiği için her şeyi doğruya endeksliyorlar. [5]	Tanımlayan ve açıklayan	Öğrencinin kavramlar arasında kurduğu ilişkinin neden olabileceğini kendi bilgilerini işe koyarak yorumlar.	[5]	Öğrenci fikirlerindeki hataları düzeltmek	Öğrencide var olan hatalı düşüncesi üzerine aksi örnekler sunarak tekrar düşünmesini sağlanmasını şeklinde karşılık vereceğini belirtir.	Mesela yine doğrunun denklemini dedi ya yine parabolü düşünebiliriz. Sadece doğru denklemini değil de parabolü düşündüğümüzde bunun fonksiyon olduğunu düşünmüyor musun? Felan diyebilirim. Ya da yine aynı şekilde doğru da birinci dereceden ama fonksiyon genel bir fonksiyon yapsak atıyorum x^3 fonksiyonu sence bu bir fonksiyon değil mi? Neden sadece doğruyla kısıtlıyorsun diyebilirdim her halde. Diye düşünüyorum.
Matematiksel düşünme	Matematiksel dil	Öğretmenin kavram için kullandığı ifadeyi sorgular.	Mesela burada götürüyor terimini Mehmet ¹³ hoca ile tartıştığımızda çok yanlış bir terim.	Tanımlayan ve değerlendiren	Öğretmenin kullandığı ifadeyi lisans derslerinden öğrendikleri	[6]	-	-	-

¹³ Öğretim üyesine takma isim verilmiştir.

			Götürüyor tabiri yanlış, götürüyor demeyelim de hani sezgimizde olsun ama götürüyor tabiri çok yanlış demiştik. Burada lise öğrencileri için düşündüğümde kullanılabilir bir terim olarak geliyor. Gözünde canlandırması açısından önemli. [6]		ni işe koşarak değerlendirir . Herhangi bir açıklamada bulunmaz.				
Kavramın matematiksel yapısı	Kavram işlevi	Polinom kavramında değer verme ifadesini sorgular.	Öğretmen polinomlarda böyle bir şey yapabiliyor muyuz dedi? Galiba hani bu şu üçlere felan geldiğimizde f için x yerine koydu ama P için de koyar.	Tanımlayan	Sadece öğretmenin sorusunu tekrarlamaktır.	-	-	-	-
Öğretmenin Pedagojik Yaklaşımı	Sınıf Yönetimi Öğretmen Davranışı	Öğretmenin sınıf içi davranışını değerlendirir.	Şimdi öğretmen hep tahtada duruyor. Arkadaki öğrenci, bence aralarda gezmesi gerekiyor ya da bir yaklaşması bir uzaklaşması gerekiyor. Ben geçen dönem ders anlatımlarımda sürekli geziniyordum. Çünkü arkada gerçekten bir kopukluk oluyor hocam. Öğretmen tahtada olduğu zaman arkadaki öğrencilerin dikkatini çekmiyor. tahtada da görüldüğü üzere arkadaşiler kopuyor.	Tanımlayan ve Değerlendiren	Öğretmenin sınıf içindeki davranışın doğru olmadığını kendi deneyimini işe koşarak belirtir.				
Öğrencinin Matematiksel Düşünmesi	Öğrenci düşünmesi altındaki fikir	Kendi alan bilgisine dayanarak öğrenci düşünmesini sorgulamaktadır.	Şimdi yansıma dediğimiz zaman, her yansıma bir fonksiyon mu? Ya da her fonksiyon bir yansıma	Tanımlayan ve analiz eden	Öğrencinin fonksiyon için kullandığı matematikse	[7]	Sorgulam a	Öğrenci fikirlerini açıcı sorular yönlendire	Şimdi yansıma dediğimiz zaman, her yansıma bir fonksiyon mu?

	Bir kavramı başka bir kavram ile açıklama		olur mu? Gibi bir soru yöneltebilirdim. Yansıma birebir fonksiyon olması gerekiyor. Ama her fonksiyon bire bir olmak zorunda değil. Bu şekilde ilerleyebilirdim. O zaman, yansıma fonksiyonlar var. Her fonksiyon bir yansıma olmaz ama her yansımayı bir fonksiyon olarak kabul edebilir miydik? Evet. Yansıma birebir ve örten bir fonksiyondur o zaman her yansımayı bir fonksiyon olarak kabul edebiliriz. [7]		1 ifadeyi sorgular			bileceğini belirtir.	Ya da her fonksiyon bir yansıma olur mu? Gibi bir soru yöneltebilirdim.
Kavramın matematiksel Yapısı Öğretmenin pedagojik yaklaşımı	Öğrenci düşünmesini n önemi Öğretmenin yaklaşımı	Öğretmenin öğrencilerin düşünmesini sağlayacak ortam oluşturmasına dikkat eder.	Şimdiye kadar bunları düşünmeleri dahi ya da öğretmenin yönlendirmesi, şuan çok saçma bir şey bile söylese <i>öğrenci düşündüğü için ya da yansımayla bağdaştırdığı için bu bile çok önemli geliyor bana.</i> Önceden düşünüyorum fonksiyona fonksiyon olarak bakıyordum hani polinomla bir ilişkisi var mı bunu dahi düşünmüyordum. Burada gerçekten öğretmenin yaptığı, öğrenciler yanlış bir şeyler bile söylese	Tanımlayan ve Değerlendiren	Öğrencilerin düşünmesini n önemini vurgular.	[8]			

			bunun önemli olduğunu düşünüyorum. [8]						
Öğrencilerin Matematiksel Düşünmesi Öğretmenin Pedagojik Yaklaşımı	Öğrencilerin kavramları ilişkilendirme çabası ve zihnindekileri ortaya çıkarması	Öğretmenin kavramsal ilerlemesini vurgular. Öğrencilerin zihnindekileri yanlış bile olsa ortaya çıkarmasını değerlendirir.	Öğrenci hani alakasız olsa bile bir bağ kurmaya çalışıyor, <i>bağdaştırıyor yanlış olsa bile zihnindekileri ortaya çıkarıyor. Öğretmenin yaptığı zaten çok güzel kavramsal olarak sağlam adımlarla ilerlemeye çalışıyor.</i> Bunu hiçbir şekilde görmüyorduk yani kendi lise zamanımdan aklıma geliyor. Fonksiyonsa fonksiyon ne olduğunu bilmiyordum. Ama cebirsel işlemleri çok güzel yapıyordum. [9]	Tanımlayan ve Değerlendiren	Öğretmenin sınıf içi yaklaşımını olumlu yönde değerlendirir . Öğrencilerin düşünmesini n kavramlar arası ilişki kurmasının önemini vurgular.	[9]			
Öğrenci düşünmesi	Öğrencinin kavram hakkındaki fikri	Öğrencinin kavrama dair “soyut olan matematiği somutlaştırma” ifadesini açar.	Bilgisayarlarda felan hani girdileri çıktılarını felan düşünerek demiştir diye düşünüyorum. Güzel bir yaklaşım olmuş. [10]	Değerlendiren	Öğrencinin fonksiyona yaklaşımını değerlendirir .	[10]	-	-	-

Ek 12. Bulguların Sunumu

4.1.	Öğretmen adaylarına sunulan video-kaydı incelemelerine dair öğretmen adaylarının farkındalıkları		
	4.1.1.	Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dair farkındalıkları	
		4.1.1.1.	Matematiksel ilişkilendirme
		I.	Kavramı günlük hayatla ilişkilendirme (Selin, Kaan)
		II.	Kavramlar arası ilişkilendirme
		a.	Her fonksiyon bir polinom değildir ama her polinom bir fonksiyondur. (Hepsi)
		b.	Polinom ve fonksiyon kavramlarını doğru/ doğru denklemi ile ilişkilendirme (Selin)
		c.	Polinom ve fonksiyon kavramlarının farkı (Çoklu terim ve derece) (Selin, Kaan)
		d.	Bir polinomun terim sayısı ile o polinomun derecesi arasındaki ilişki (Selin)
		e.	Fonksiyonlarda değişkene polinomlarda belirsiz değer atama (Selin, Gizem, Ela)
		4.1.1.2.	Matematiksel iletişim
		I.	Matematiksel dil kullanımı
		a.	Fonksiyon kavramı için kullanılan $f(x)$ ifadesi (Kaan)
		b.	Fonksiyon kavramı için kullanılan bir kümedeki elemanı başka bir kümedeki elemana götürüyor ifadesi (Selin, Kaan)
		c.	Sıfır polinomu için kullanılan sembolik ifade (Kaan)
		d.	Sabit polinom için kullanılan yanında x değişkeni olmayan ifadesi (Selin, Gizem, Kaan)
		e.	Polinomun kökü ifadesi (Ela)
		II.	Matematiksel olarak ikna etme (Ela)
		4.1.1.3.	Öğrencilerin polinomlara dair kavrayışları
		I.	Polinom ve fonksiyon kavramlarının tanımları üzerine öğrenci fikirleri
		a.	Polinomun çoklu fonksiyon olması fikri (Selin)
		b.	Fonksiyon için eşleme, kümeler arası elemanları eşleştirme fikirleri (Kaan, Selin)
		c.	Görüntü kümesinde boşta eleman kalmayacak fikri (Selin, Ela)
		d.	Fonksiyon için yansıma fikri (Selin, Gizem, Ela)
		II.	Polinomlarda derece, derece-terim sayısı arasındaki ilişki ve sıfır polinomunun derecesi üzerine öğrenci fikirleri
		a.	Derecesi 4 olan polinomun terim sayısı en az “0” olur fikri (Kaan)
		b.	Derecesi 4 olan polinomun terim sayısı en az “1” en fazla “5” olur cevabı (Selin, Gizem)
		c.	Derecesi 4 olan polinomun terim sayısının en fazla “sonsuz+1” olur fikri (Selin, Ela)
		d.	Derecesi 4 olan polinomun terim sayısının en fazla “sonsuz” olur fikri (Gizem, Selin)
		e.	Sıfır polinomunun derecesi tanımsız fikri (Ela, Selin)
		f.	Polinomun derecesini bulma ile üssü ifadeler arasındaki ilişki (Ela)
		III.	Polinomlarda işlemler aracılığıyla iki polinomun derecesini belirleme üzerine öğrenci fikirleri (Hepsi)

			IV.	Öğrenciye özgü kavrayış durumları
			a.	Öğretme & Öğrenme Yaklaşımı (Ela)
			b.	Öğrenci Seviyesi (Kaan, Selin)
			c.	Kritik bir öğrenci durumu (Kaan, Selin)
			d.	Öğrencilerin fikirlerini kurala dayandırması (Selin, Kaan, Ela)
4.1.2.	Öğretmen adaylarının öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair farkındalıkları			
	4.1.2.1.	Öğretmenin öğrencilere verdiği karşılıklar (Hepsi)		
	4.1.2.2.	Öğretim anında nihai bir sonuca ulaşma (Ela, Gizem)		
	4.1.2.3.	Sınıf Yönetimi		
		I.	Öğretmenin Sınıf Yönetimi (Hepsi)	
		II.	Sınıf ortamı ve zaman yönetiminin sınıf içi uygulamalara etkisi (Ela)	
4.1.3.	Öğretmen adaylarının kavramın matematiksel yapısına veya kavramın öğretim bağlamındaki yapısına dair farkındalıkları			
	4.1.3.1.	Matematiksel terimler arası ilişki		
		I.	Sabit polinom ve sıfır polinomu arasındaki ilişki (Ela, Kaan)	
	4.1.3.2.	Polinomlarda belirsiz değer atama (Ela)		
	4.1.3.3.	Sıfır polinomunun derecesi (Selin)		
		I.	Sıfır polinomunun derecesi bilinmez (belirsiz) fikri (Selin, Kaan)	
	4.1.3.4.	“Polinomun Kökü” Kavramı (Selin, Gizem)		
4.2.	Öğretmen adaylarına sunulan sınıf içi öğretime ait senaryo incelemelerine dair farkındalıkları			
	4.2.1.	Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşüncelerine dair farkındalıkları		
	4.2.1.1.	Sıfır polinomunun derecesi üzerine		
		I.	Öğrencilerin sıfır polinomunun derecesi üzerine kavrayışı (Hepsi)	
		II.	Öğrenciye Özel Kavrayış Durumları (Ela)	
	4.2.1.2.	“ $xy + 2$ ” ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği bilişsel çatışmasına dair farkındalıkları		
		I.	Matematiksel İlişkilendirme	
		a.	Polinom bir fonksiyondur ilişkilendirmesi (Hepsi)	
		II.	Matematiksel dil kullanımı (Gizem, Kaan)	
4.2.2.	Öğretmen adaylarının öğretmenin pedagojik yaklaşımına dair farkındalıkları			
	4.2.2.1.	Sıfır polinomunun derecesi üzerine (Hepsi)		
	4.2.2.2.	“ $xy + 2$ ” ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği bilişsel çatışması üzerine (Hepsi)		
4.2.3.	Öğretmen adaylarının kavramın matematiksel yapısına veya kavramın öğretim bağlamındaki yapısına dair farkındalıkları			
	4.2.3.1.	Sıfır polinomunun derecesi üzerine		
		I.	Öğretim programı odağında kavramın öğretimsel açıklanması (Hepsi)	
	4.2.3.2.	“ $xy + 2$ ” ifadesinin bir polinom belirtip belirtmediği bilişsel çatışması üzerine		
		I.	İki belirsizli polinomda kalan bulma (Selin, Ela, Gizem)	
4.3.	Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması dersi sürecindeki farkındalıkları			

4.3.1.	<i>Öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünmelerine dair farkındalıkları</i>		
4.3.1.1.	Matematiksel İlişkilendirme		
I.	Kavramlar arası ilişkilendirme		
a.	Fonksiyonlarda değişkene polinomlarda belirsiz değer atama		
b.	Her fonksiyon bir polinom değildir ama her polinom bir fonksiyondur.		
II.	Farklı temsiller (gösterimler) arası ilişkilendirme		
4.3.1.2.	Matematiksel Akıl Yürütme		
I.	Formüle etme (algoritma oluşturma)		
II.	Genelleme Yapabilme		
4.3.1.3.	Matematiksel İletişim		
4.3.1.4.	Öğrencilerin polinomlara dair kavrayışları		
I.	Öğrenciye özgü kavrayış durumları		
4.3.2.	<i>Öğretmen adaylarının öğrenme ve öğretme süreçlerine dair farkındalıkları</i>		
4.3.2.1.	Sınıf içi öğrenci motivasyonu		
4.3.2.2.	Öğretmen adayının pedagojik yaklaşımı		
I.	Öğretmen adayının dönütü		
II.	Ders süresinin yönetimi		
III.	Öğretmen adayına özgü durumlar		
4.3.3.	<i>Öğretmen adaylarının polinom kavramının matematiksel yapısı ve öğretim bağlamındaki yapısına dair farkındalığı</i>		
4.3.3.1	Adayların polinom kavramıyla ilgili öğretim programının açıklamalarına dair farkındalıkları		
I.	Polinomun bir temsil aracı olması		
II.	“Polinomun kökü” kavramı		
4.3.3.2	Öğrenci seviyesine göre polinomun öğretimine dair açıklamalar		
4.3.3.3	Öğrenci ön bilgisine göre polinomun öğretimine dair açıklamalar		



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..