

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ  
ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN  
GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK TASARLANAN ÖĞRENME  
ORTAMLARINDA ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL  
MODELLEME YETERLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Funda AYDIN GÜÇ**

**TRABZON  
Şubat, 2015**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ  
ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN  
GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK TASARLANAN ÖĞRENME  
ORTAMLARINDA ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL  
MODELLEME YETERLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Funda AYDIN GÜÇ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Doktora Unvanı  
Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı  
Prof. Dr. Adnan BAKİ**

**TRABZON  
Şubat, 2015**

**KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne**

**Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi  
Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 13/02/2015**

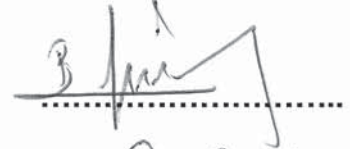
**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Adnan BAKİ**



**Üye : Prof. Dr. Cengiz ALACACI**




**Üye : Doç. Dr. Bülent GÜVEN**



**Üye : Yrd. Doç. Dr. Derya ÇELİK**



**Üye : Yrd. Doç. Dr. Temel KÖSA**



**Onay**

**Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.**

**Doç. Dr. Nevzat YİĞİT  
Enstitü Müdürü**

## **BİLDİRİM**

**Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.**

**Funda AYDIN GÜÇ**

**13 / 02 / 2015**

## ÖN SÖZ

Akademisyenliğin ilk adımlarından biri olan doktora eğitimimin sonuna gelmiş bulunuyorum. Mesleğimde ilerlemek ve bilime katkı sağlamak için önümde gidilecek uzun yollar ve aşmam gereken engeller olduğunun farkında olarak;

Lisans ve doktora eğitimim boyunca ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, danışmanım olma lütfünü gösteren, öğrencisi olmaktan onur duyduğum, tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam, danışmanın sayın Prof. Dr. Adnan BAKİ'ye en içten şükranlarımı sunarım. Yine lisans öğrenimimde ufkumu genişleten, öğretmenliğe ve akademisyenliğe bakış açımı değiştiren, kendini geliştirmenin ne anlama geldiğini ve öğretime ne derece katkı sağladığını davranışlarıyla öğreten, model aldığım, bu yola başlama kararı almamda büyük rol oynayan, doktora öğrenimimde de öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, bu güne gelmemde büyük emek ve pay sahibi olan saygıdeğer hocalarım Doç. Dr. Bülent GÜVEN ve Doç. Dr. Selahattin ARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Doktora öğrenimim süresince verdiğim seminerlerde tezimin gelişimine yönelik yapıcı eleştirilerde bulunan ve sundukları önerilerle çalışmamda katkı sağlayan, sayıca çok olmalarından ötürü burada adlarına yer veremediğim tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma, çalışma bağlamında hazırlanan öğretim sürecin uygulanmasında desteğini ve yardımını esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. Derya ÇELİK ve Yrd. Doç. Dr. Temel KÖSA'ya, çalışmaya katılan tüm öğrencilerime, tez döneminde çalışmalarımı yürütmem adına her zaman kolaylık sağlayan sayın Prof. Dr. Feyzullah AHMETOĞLU'na, çalışmalarım sırasında bana her türlü desteği esirgemeyen dönem arkadaşım sayın Arş. Gör. Zeynep Medine ÖZMEN'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca doktora öğrenimim süresince sağladığı maddi katkıdan ötürü TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Tez döneminde motivasyonumu kaybettiğimde her zaman destekçim olan mesai arkadaşım ve dostum sayın Arş. Gör. Seda ÇAVUŞ GÜNGÖREN'e, stresli olduğumda tüm huysuzluklarıma katlanan mesai ve oda arkadaşlarım sayın Arş. Gör. Ümmü Gülsüm DURUKAN ve Arş. Gör. Yasemin HACIOĞLU'na, yoğun çalışmalarımın dolayısıyla ihmal ettiğim ancak geri döndüğümde beni her zaman sıcacık karşılayan manevi kardeşim sayın Neşe ARIK'a teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip olan, maddi manevi her türlü desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, yoğun çalışmalarımın dolayısıyla ihmal ettiğim ancak hiçbir zaman sıcacık sevgilerini esirgemeyen, her zaman korumaları altında

olduğumu hissettiğim sevgili annem Hatice AYDIN, sevgili babam Ali Engin AYDIN ve canım kardeşim Mustafa Fuat AYDIN'a, bu uzun ve zorlu sũreçte her zaman destekçim olan sevgili eşim Fikretcan GũÇ'e ve emeklerini hiçbir zaman ۆdeyemeyeceđim Geniş Ailem'e minnet ve řũkranlarımı sunarım. Artık sizinim...

Funda AYDIN GũÇ

13 / 02 / 2015

## İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	XI
TABLolar LİSTESİ.....	XIII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XV
GRAFİKLER LİSTESİ.....	XXI
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XXIII
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1. 1. Araştırmanın Amacı.....	8
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	8
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	13
1. 4. Araştırmanın Varsayımları .....	14
1. 5. Tanımlar .....	14
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI.....</b>	<b>15</b>
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi .....	15
2. 1. 1. Araştırmada Yer Alan Kavramlar.....	15
2. 1. 1. 1. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme .....	15
2. 1. 1. 2. Matematiksel Modelleme Süreci.....	17
2. 1. 1. 3. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri .....	27
2. 1. 1. 4. Matematiksel Model Oluşturma Etkinlikleri .....	34
2. 1. 2. Konu İle İlgili Araştırmalar .....	38
2. 1. 2 .1. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi İçin Öğrenme Ortamları Tasarlama Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	39

2. 1. 2. 2. Matematiksel Modelleme Sürecinde Yaşanan Zorluk ve Yanılgıları Belirlemeye Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	51
2. 1. 2. 3. Matematiksel Modelleme Yeterliklerini Değerlendirmeye Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	59
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu .....	68
<b>3. YÖNTEM .....</b>	<b>78</b>
3. 1. Araştırma Deseni.....	78
3. 2. Katılımcılar .....	84
3. 3. Öğrenme Ortamının Tasarımı.....	86
3. 3. 1. Etkinliklerin Tasarımı.....	88
3. 3. 2. Haftalık Plan .....	95
3. 3. 3. MOE'lerin yürütülmesi .....	101
3. 3. 4. Araştırmacının Rolü .....	109
3. 4. Veri Toplanma Araçları.....	109
3. 4. 1. Video Kayıtları.....	110
3. 4. 2. Alan Notları .....	111
3. 4. 3. Klinik Mülakatlar.....	111
3. 5. Verilerin Analizi.....	113
3. 5. 1. Analitik rubriğin geliştirilmesi .....	113
3. 5. 2. Veri analiz süreci.....	118
3. 6. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları .....	122
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>124</b>
4. 1. Gerçek Problemi Anlama ve Gerçeğe Dayalı Bir Model Oluşturma Yeterliği ile İlgili Bulgular .....	124
4. 2. Gerçek Modelden Bir Matematiksel Model Oluşturma Yeterliği ile İlgili Bulgular.....	198
4. 3. Oluşturulan Matematiksel Model ile Matematiksel Problemleri Çözme Yeterliği ile İlgili Bulgular .....	254



4. 4. Matematiksel Sonuçları Gerçek Durumlarda Yorumlama Yeterliği ile İlgili Bulgular.....	273
4. 5. Çözümü Doğrulama Yeterliği ile İlgili Bulgular .....	292
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>327</b>
5. 1. Gerçek Problemi Anlama ve Gerçeğe Dayalı Bir Model Oluşturma Yeterliğine İlişkin Tartışma .....	328
5. 2. Gerçek Modelden Bir Matematiksel Model Oluşturma Yeterliğine İlişkin Tartışma.....	335
5. 3. Oluşturulan Matematiksel Model ile Matematiksel Problemleri Çözme Yeterliğine İlişkin Tartışma .....	340
5. 4. Matematiksel Sonuçları Gerçek Durumlarda Yorumlama Yeterliğine İlişkin Tartışma .....	342
5. 5. Çözümü Doğrulama Yeterliğine İlişkin Tartışma .....	344
5. 6. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Doğasına İlişkin Tartışma .....	349
<b>6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>354</b>
6. 1. Sonuçlar .....	354
6. 1. 1. Tasarlanan Öğrenme Ortamının Matematiksel Modelleme Alt-Yeterliklerinin Önemli Bir Bölümünün Gelişimine Katkı Sağladığı Görülmüştür .....	354
6. 1. 2. Matematiksel Modelleme Alt-Yeterliklerini Dikkate Alarak Yapılan Değerlendirmenin Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Yorumlanmasında Önemli Olduğu Görülmüştür .....	355
6. 1. 3. Matematiksel Modelleme Alt-Yeterliklerinin Öğretimin Faaliyetleri Dışında Birçok Faktörden Etkilendiği Görülmüştür.....	355
6. 2. Öneriler .....	357
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler .....	358
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler.....	361
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>363</b>
<b>8. EKLER .....</b>	<b>376</b>

<b>9. ÖZ GEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ .....</b>	<b>408</b>
---	------------

## ÖZET

### **Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Tasarlanan Öğrenme Ortamlarında Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi**

Eğitimin olduğu gibi matematik eğitiminin amaçlarından biri de bireyleri gerçek yaşama hazırlamaktır. Ancak sadece kavram gelişimine odaklanan bir matematik eğitiminde bu amaca ulaşmanın oldukça zor olduğu görülmektedir. Matematik öğretim programının oldukça ağır ve yoğun olmasından dolayı, matematik derslerine modellemeyi entegre etmeye yönelik çalışmalar çoğu zaman kısıtlı kalmaktadır. Bu durum da matematiksel modellemeye yönelik özel ders içeriklerinin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda matematiksel modelleme yeterliliklerinin geliştirilmesi için öğretmen yetiştirme programlarından başlanılarak programlar yeniden dizayn edilmelidir.

Bu çalışmanın amacı; mevcut literatürde bütüncül matematiksel modelleme yaklaşımı olarak tanımlanan öğrenme ortamlarında, öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesidir. Araştırma iki farklı üniversitede eğitim gören iki farklı matematik öğretmeni adayı grubuyla gerçekleştirilmiştir. Gruplardan yalnızca biri tasarlanan öğrenme ortamına alınmıştır. Buna göre bir üniversitede bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan matematiksel modellemeye yönelik ders ile öğretmen adaylarına modelleme deneyimi yaşatılırken, diğer üniversitede ise öğretmen adaylarına matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir eğitim verilmemiştir. Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının alt-yeterliklerin süreç içindeki değişimi bütüncül yaklaşıma göre geliştirilen analitik puanlama anahtarı yardımıyla incelenmiştir. Süreç içindeki değişimin modelleme deneyimine bağlı olup olmadığını belirlemek amacıyla da, öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının alt-yeterlikleri ile karşılaştırılmıştır.

Araştırmaya ait bulgular, tasarlanan öğrenme ortamında deneyimin, öğrenme ortamı özelliklerinin ve duyuşsal faktörlerin modelleme yeterliliklerinin ortaya çıkmasında etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca bulgular modelleme yeterliklerinin gelişiminin doğrusal olmadığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte alt-yeterliliklerin varlığının, otomatik olarak ait oldukları matematiksel modelleme yeterliğinin varlığını işaret etmediği belirlenmiştir. Bazı alt-yeterliklerin gelişime dirençli olduğu, birçok alt-yeterliğin modelleme deneyimine bağlı olarak geliştirilebildiği, bazı yeterliklerin ise modelleme deneyiminden olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca bazı alt-yeterliğin gelişiminin ise modelleme deneyimine doğrudan bağlı olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında, matematiksel modelleme

yeterlikleri değerlendirilirken alt-yeterliklere odaklanılması önerilmektedir. Bununla birlikte, ek desteğe ihtiyaç duyan alt-yeterliklere yönelik mikro-düzey yaklaşımlar da içeren karma bir yaklaşımın benimsenmesi önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Matematiksel Modelleme, Matematiksel Modelleme Yeterlikleri, Bilişsel Yeterlikler, Yeterlik Geliştirme, Bütüncül Yaklaşım

## ABSTARCT

### **Examining Mathematical Modeling Competencies of Teacher Candidates in Learning Environments Designed to Improve Mathematical Modeling Competencies**

Similar to the other fields of education, one of the goals of mathematics education is to prepare individuals for real life. However, achieving this goal seems to be quite difficult within the current educational system which focuses only on specific content objectives. Therefore mathematics curriculum is quite heavy and loaded, efforts to integrate mathematical modeling to mathematical education is often limited. This shows the need for developing lesson content specific to mathematical modeling. As a starting point undergraduate programs for student mathematics teachers could be designed to support competencies for mathematical modeling.

The purpose of this study is to examine mathematical modeling competencies of teacher candidates in learning environments based on a holistic approach. Participants consisted of two group of mathematics teacher candidates continuing their education in two different universities. One group had access to designed learning environment while the other group did not. In one university, a mathematical modelling course was conducted using the holistic approach and teacher candidates were able to experience mathematical modeling while participants in the other university followed the traditional curriculum with no emphasis on mathematical modeling. Sub-competencies of teacher candidates who participated in the learning environment were examined by using analytic rubrics designed according to the holistic approach within the context of the study. In order to determine whether observed changes are related to the experiences of modeling, these results were compared to sub-competencies of the control group.

Research findings showed that experience, learning environment and affective factors helped modeling competencies to emerge. Study results also indicated that development of modeling competencies were not linear. In addition, results implied that the existence of sub competencies did not automatically evidence the existence of main competencies. Furthermore, it was observed that some sub-competencies were hard to develop, many sub-competencies were engendered by modeling experiences while some of them were adversely affected by it. Also, a group of sub-competencies were found not to be directly linked to modeling experiences. In light of these findings, it is recommended to focus on sub-competencies when evaluating mathematical modeling competencies.

Also, it is suggested that the adoption of a mixed approach including atomistic approach for sub-competencies that need additional support.

**Key Words:** Mathematical Modeling, Mathematical Modeling Competencies, Cognitive Competencies, Competency Development, Holistic Approach

## TABLULAR LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Matematiksel Modelleme Süreci, Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Alt-yeterlikler Arası İlişki.....	3
2.	Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Basamaklar ve Bu Basamaklara Ait Anahtar Davranışlar.....	20
3.	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Alt Yeterlikler.....	30
4.	Matematiksel Modelleme Yaklaşımları .....	40
5.	Matematiksel Modellemeye Yönelik Öğrenme Ortamı Yaklaşımları .....	42
6.	Matematiksel Modelleme Sürecinin Farklı Basamaklardaki Performanslar ile Kişisel Faktörler Arasındaki İlişki .....	52
7.	Matematiksel Modellemede Hata Türleri .....	54
8.	Matematiksel Modelleme Basamakları Arasındaki Geçişlerde Öğrenci Zorluklarını Belirlemek İçin Ortaya Çıkan Çerçeve.....	54
9.	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Yaklaşımları .....	59
10.	Matematiksel Modelleme Yeterliğinin İki Boyutlu Değerlendirilmesine Yönelik Matris .....	66
11.	Asıl Çalışmaya Dahil Olan Katılımcıların Demografik Özellikleri.....	85
12.	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri, Alt Yeterlikler ve İlgili Yönergeler .....	86
13.	Tasarlanan Öğrenme Ortamında Uygulanan MEO'ler ve Amaçları.....	89
14.	Asıl Uygulamada Öğrenme Ortamına Dahil Olan Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Etkinliklerin MOE Prensipleri ile İlişkisi.....	91
15.	Öğrenme Ortamına Dahil Edilen Etkinliklerin İçerdiği Yönergelerin Alt Yeterliklere ile İlişkisi.....	92
16.	Asıl Uygulamada Öğrenme Ortamına Dahil Olmayan Öğretmen Adaylarına Uygulanan Etkinliklerin MOE Prensipleri ile İlişkisi .....	94
17.	Pilot Uygulamada Yürütülen Haftalık Ders Planı .....	95

18.	Pilot Uygulama Sonucu Etkinliklerin Değerlendirilmesi .....	98
19.	Asıl Uygulama Süreci .....	100
20.	Video Kayıtlara Ait Bilgiler .....	110
21.	Klinik Mülakatlara Ait Bilgiler .....	112
22.	Pilot Uygulama Sonrası Analitik Puanlama Anahtarında Yer Alan Alt-Yeterlikler ile İlgili Verilen Kararlar .....	116
23.	MOE'ler ve MOE'lerin hitap ettikleri alt –yeterlikler .....	118
24.	BA etkinliğinde yürütülen çalışmaların analitik puanlama anahtarı ile değerlendirilmesi sonucu belirlenen yeterlik ölçütlerindeki öğretmen adayı sayısı .....	121
25.	Problem İçin Varsayımlarda Bulunma Yeterlik Ölçütlerinin Süreç İçindeki Dağılımı .....	122
26.	VKİ Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı.....	403
27.	ÇF Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı.....	404
28.	TÜFE Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı.....	405
29.	TKİ Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı.....	406
30.	HA Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı.....	407
31.	İD Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı.....	408
32.	BPlerde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı .....	409



## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Matematiksel modellemedeki basamaklar.....	17
2.	Matematiksel modelleme sürecinin basit bir görünümü .....	18
3.	Matematiksel modelleme döngüsü .....	20
4.	Matematiksel modelleme döngüsü.....	21
5.	Matematiksel modelleme döngüsü.....	22
6.	Bilişsel perspektif altında matematiksel modelleme döngüsü .....	23
7.	Matematiksel modelleme etkinlikleri için "Çözüm Planı" .....	49
8.	Verilere uygun doğrusal modele ilişkin Excel ekran görüntüsü .....	57
9.	Kavram yanılıgısına sahip öğrencinin olası cevabı.....	58
10.	Üç boyutlu yeterlik değerlendirme yaklaşımının görselleştirilmesi .....	67
11.	McKernan'ın eylem araştırması modeli .....	79
12.	Eylem araştırması sürecinde yapılan çalışmalara ait akış şeması .....	80
13.	MOE'ler yürütülürken B yeterliğine yönelik gerçekleştirilen öğrenci çalışmalarına bir örnek .....	106
14.	MOE'ler yürütülürken D yeterliğine yönelik gerçekleştirilen öğrenci çalışmalarına bir örnek .....	107
15.	Öğretmen adaylarının A1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	131
16.	K11'in MSK etkinliğinde A2 alt-yeterliğine yönelik yapmış olduğu çalışmalar.....	138
17.	Öğretmen adaylarının A2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	140
18.	ÇF etkinliğinde A3 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	144
19.	Öğretmen adaylarının A3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	150
20.	BA etkinliğinde A4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	153

21.	K10'un A4 alt-yeterliği kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar .....	161
22.	Öğretmen adaylarının A4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımlı.....	163
23.	BA etkinliğinde A5 yeterliğine yönelik yapılan alışmalar.....	166
24.	HA etkinliğinde A5 alt-yeterliğine yönelik yapılan alışmalar .....	171
25.	HA etkinliğinde A5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü.....	172
26.	Öğretmen adaylarının A5 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımlı.....	176
27.	BA etkinliğinde A6 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	179
28.	Öğretmen adaylarının A6 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımlı.....	185
29.	Bireysel projelerde A7 yeterliğine yönelik yapılan alışmalar.....	194
30.	K10'un A7 alt-yeterliği kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar .....	195
31.	Öğretmen adaylarının A7 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımlı.....	197
32.	Kullanılan cetvel BA etkinliğinde B1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü.....	201
33.	Bireysel projelerde B1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	207
34.	Öğretmen adaylarının B1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımlı.....	210
35.	HA etkinliğinde B2 yeterliğine yönelik yapılan alışmalar .....	216
36.	İD etkinliği B2 yeterliğine yönelik yapılan alışmalar.....	217
37.	Bireysel projelerde B2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	218
38.	Öğretmen adaylarının B2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımlı.....	220
39.	İD etkinliğinde B3 yeterliğine yönelik yapılan alışmalar.....	226
40.	Bireysel Projelerde B3 yeterliğinde yönelik yapılan alışmalar .....	227
41.	K12'in B3 alt-yeterliği kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar .....	228
42.	Öğretmen adaylarının B3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımlı.....	230
43.	F etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan alışmalar.....	235

44.	TÜFE etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	235
45.	TKİ etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	236
46.	HA etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü.....	237
47.	İD etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	238
48.	Bireysel projelerde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	239
49.	K12'nin B4 alt-yeterliği kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar .....	240
50.	Öğretmen adaylarının B4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	242
51.	ÇF etkinliğinde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	244
52.	TÜFE etkinliğinde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	245
53.	TKİ etkinliğinde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	246
54.	HA etkinliğinde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	247
55.	İD etkinliği sınıf tartışmasında B5 yeterliğine yönelik görüntü .....	248
56.	Bireysel projelerde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	249
57.	K12'nin İG etkinliği için oluşturduğu grafik ve seçmiş olduğu gösterimler .....	250
58.	K12'nin İG etkinliğinde matematiksel model ile problemi çözme çalışmaları .....	251
59.	Öğretmen adaylarının B5 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	253
60.	ÇF etkinliğinde C1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	256
61.	HA etkinliğinde C1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü.....	257
62.	İD etkinliği sınıf tartışmasında C1 yeterliğine yönelik görüntü-1 .....	258
63.	İD etkinliği sınıf tartışmasında C1 yeterliğine yönelik görüntü-2.....	258
64.	K12'nin İG etkinliğinde C1 yeterliğine yönelik yapmış olduğu çalışmalar .....	260
65.	Öğretmen adaylarının C1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	262
66.	VKİ etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	264

67.	ÇF etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	265
68.	TÜFE etkinliği için oluşturulan matematiksel model.....	266
69.	TÜFE etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü.....	266
70.	TKİ etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	266
71.	HA etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	267
72.	İD etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	268
73.	Bireysel projelerde C2 yeterliğine yönelik çalışmalar .....	269
74.	Öğretmen adaylarının C2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	272
75.	HA etkinliğinde D1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	278
76.	Bireysel projelerde D1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	280
77.	Öğretmen adaylarının D1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	282
78.	ÇF etkinliğinde D2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	285
79.	TKİ etkinliğinde D2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	287
80.	K6'nın bireysel projesine oluşturduğu matematiksel model .....	288
81.	Bireysel projelerde D2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar .....	289
82.	Öğretmen adaylarının D2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	291
83.	İD etkinliğinde E1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	298
84.	Bireysel projelerde E1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	299
85.	Öğretmen adaylarının E1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	302
86.	VKİ etkinliğinde E2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	304
87.	TKİ etkinliğinde E2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	307
88.	Öğretmen adaylarının E2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	310
89.	İD etkinliğinde E3 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar.....	315
90.	Öğretmen adaylarının E3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	319

91.	Öğretmen adaylarının E4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı.....	325
-----	---	-----

## GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Öğretmen adaylarının A1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	125
2.	Öğretmen adaylarının A2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	132
3.	Öğretmen adaylarının A3 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	141
4.	Öğretmen adaylarının A4 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	151
5.	Öğretmen adaylarının A5 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	164
6.	Öğretmen adaylarının A6 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	177
7.	Öğretmen adaylarının A7 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	186
8.	Öğretmen adaylarının ilgili B1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı.....	199
9.	Öğretmen adaylarının B2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	211
10.	Öğretmen adaylarının B3 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	221
11.	Öğretmen adaylarının B4 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	231
12.	Öğretmen adaylarının B5 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	243
13.	Öğretmen adaylarının C1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	255
14.	Öğretmen adaylarının C2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	263
15.	Öğretmen adaylarının D1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	274
16.	Öğretmen adaylarının D2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	283

17.	Öğretmen adaylarının E1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	293
18.	Öğretmen adaylarının E2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	303
19.	Öğretmen adaylarının E3 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	311
20.	Öğretmen adaylarının E4 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı .....	320

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>MOE</b>	: Model Oluşturma Etkinliği
<b>NCTM</b>	: National Council of Teachers of Mathematics
<b>MEB</b>	: Milli Eğitim Bakanlığı
<b>KTÜ</b>	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
<b>GRÜ</b>	: Giresun Üniversitesi
<b>MMY</b>	: Model ve Modelleme Yaklaşımı



## 1. GİRİŞ

İnsanların hep daha iyiye ulaşma arzusu, her geçen gün mühendislik, tıp, mimarlık, teknoloji ve daha birçok alanda yeni gelişmelerin olmasına sebep olmaktadır. Ancak bu gelişmelerin çözülmesi gereken birçok sorunu da gündeme getirmektedir. Bireyin okul yılları boyunca aldığı eğitimin bu problemlerin çözümünde yeterli olmadığı ilgili literatürle belirtilmektedir (Busse, 2011; Lesh ve Doerr, 2003). Bu bağlamda matematik eğitiminin amaçları da gerçek yaşam ihtiyaçlarına cevap verecek ve gerçek yaşam problemlerini çözebilecek becerilere sahip bireyler yetiştirmek olarak değişim göstermiştir (Baki, 2008; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de matematik öğretim programı günlük hayatında matematiği kullanabilen, karşılaştığı problemleri matematik ile çözebilen bireyler yetiştirme amacıyla 2005 yılında revize edilmiştir (Baki, 2008). Yapılan araştırmalar öğrencilerin gerçek yaşam bağlamlarını ele alırken hem matematiği hem de gerçek dünya durumlarını işe koymak yerine, bazı öğrencilerin gerçeklik ve matematik bakış açısından hangisini kullanacağına karar veremedikleri, bazı öğrencilerin ise durumu sadece matematiksel olarak veya durumu sadece gerçek dünya bağlamında inceleyen bir bakış açısıyla ele almakta olduğunu göstermektedir (Baki ve Aydın-Güç, 2014; Busse, 2005). Ancak matematik eğitiminin amaçları doğrultusunda öğrencilerden beklenen günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri matematik yardımıyla çözebilmeleridir. Öğrencilerden beklenen günlük yaşamda karşılaştıkları problem karşısında “Bu problemin çözümü için yardımcı olabilecek matematik, problemin neresindedir?” arayışıyla, probleme çözüm getirebilmeleridir (Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007, aktaran, Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards, 2007).

Günlük hayatta karşılaşılan problemlere matematiksel bir bakış açısıyla çözüm üretilmesinde ise matematiksel modelleme süreci önemli bir role sahiptir. Matematiksel modelleme süreci genel olarak bir gerçek yaşam problemini matematiksel bir probleme dönüştürerek matematiksel çözümler üretme ve bu matematiksel çözümleri gerçek bağlamda yorumlama alt-süreçlerinin yaşandığı döngü olarak tanımlanabilir (Berry ve Houston, 1995; Blum ve Leib, 2007; Borromeo-Ferri, 2006; Lesh ve Doerr, 2003; Mason, 1988). Bu süreç bireylerin öğrenmiş oldukları matematiğin gerçek yaşam ile ilişkisinin farkına varmalarını da gerektirmektedir.

Matematiksel modellemenin ne kadar önemli olduğu 1990’lı yılların başında anlaşılmış ve matematiksel modellemeye matematik öğretim programlarında yer vermeye başlanmış (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006) ve birçok ülkenin matematik öğretim

programında geliştirilmesi gereken beceriler arasında yer almıştır (Australia Ministry of Education, 2008; Department for Education and Employment, 1999; Ministry of Education, 1992; García, Maaß ve Wake, 2010; Jorgensen ve Ryan, 2004; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2009, 2012a, 2012b, 2013; NCTM, 2000; Niss, Blum ve Galbraith, 2007; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003; Queensland Board of Senior Secondary School Studies, 2000; The New German Educational Standards and Curricula akt. Maaß, 2006; Victorian Curriculum and Assessment Authority, 2005). Ayrıca matematiksel modellemenin okul öncesinden lise son sınıfa kadar uygulanabilir olduğu (Borromeo-Ferri, 2014) ve matematiksel modellemeye öğretim programlarında yer verilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (NCTM; 2000). Ülkemizde de ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretim programlarında matematiksel kavram ve sistemleri günlük yaşamda kullanabilecek, model kurabilecek, modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilecek bireylerin yetiştirilmesi önemli amaçlar olarak vurgulanmıştır (MEB, 2009a, 2009b, 2013). Ülkemizde 5-8.sınıf matematik öğretim programının genel amaçları arasında “model kurabilecek, modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilecek” bireylerin yetiştirilmesi vurgulanmakta (MEB, 2009a), benzer şekilde 1-5.sınıf programında da “kendi düşüncelerini açıklarken matematiksel modeller, kurallar ve ilişkileri kullanma” genel amacı benimsenmiştir (MEB, 2009b). Ayrıca matematik öğretim programında (MEB, 2011) yer alan “Bilgiye erişimin bu kadar kolaylaştığı dünyamızda artık bilgiyi ezberleyen, kuralları bilen insan ihtiyacı yerini (...) karşılaştığı problemleri matematiksel akıl yürütme ile modelleyebilen insan ihtiyacına bırakmıştır” ifadeleriyle matematiksel modellemenin önemi vurgulanmaktadır. Ayrıca matematik öğretim programında (MEB, 2013, s.1) yer alan

“Teknolojik gelişmelerle birlikte daha önceki kuşakların karşılaşmadığı yeni problemlerle karşılaşılan günümüz dünyasında, matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş, matematiği modelleme ve problem çözmeye kullanabilen bireylere her zamankinden daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. (...) Bu çerçevede, matematik öğretim programının geliştirmeyi hedeflediği matematiksel beceri ve yeterlilikler arasında matematiksel modelleme ve problem çözme yer almaktadır.”

ifadeleriyle teknolojik gelişmelere bağlı olarak matematiksel modelleme becerisine sahip bireylere eskiye nazaran daha çok ihtiyaç duyulduğu ve bu bağlamda bireylerin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Matematiksel modelleme becerisinin öğrenme ortamlarına entegrasyonu ilgili ise matematik öğretim programında (MEB, 2013, s.1-4),

“Programın uygulanmasında matematik öğrenme aktif bir süreç olarak ele alınmalı; öğrencilere araştırma yapma, matematiksel ilişkileri keşfetme ve ispatlama, modelleme ve problem çözme, çözüm ve yaklaşımları sınıf ortamında paylaşma ve

tartışma olanakları sunulmalıdır. (...) Bu bağlamda, eğitim materyalleri (kitap, video, yazılım vb.) ve bunların kullanılacağı matematik öğrenme ortamları/etkinlikleri yapılandırılırken programın yaklaşımını hayat geçirebilmek için [dikkat edilmesi gereken bir husus] öğrencilerin seviyesine ve ilgilerine uygun, aktif katılımlarını sağlayacak gerçekçi problem çözme ve modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamları tercih edilmelidir.”

ifadelerine yer verilmiş ve öğretim sürecine dahil edilmesi gereken bir beceri olarak önerilmiştir. Tüm bunlardan anlaşılacağı gibi ülkemizdeki matematik eğitiminin dünyadaki önemli gelişmeler doğrultusunda değişim gösterdiği ve günlük yaşamda matematik dersinde öğrenilen bilgileri kullanarak matematiksel modelleme süreciyle problemleri çözebilen bireyler yetiştirmeye önem verildiği görülmektedir.

Matematiksel modellemeye yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, matematiksel modelleme terimi öğretim programlarında ve uygulamalarında genellikle iki farklı şekilde yorumlanmaktadır. Bakış açılarından biri, matematiksel modellemeyi belirli matematiksel bağlamların ilişkisini göstermek, geliştirmek ve öğrencileri motive etmek için bir araç olarak görmektedir (Chinnappan, 2010). Yani matematiksel modelleme farklı kazanımların sağlanması için bir araçtır. İkinci bakış açısına göre matematiksel modelleme, öğretimin sonunda bazı matematiksel öğrenmelerin gelişimi için bir araç değil eğitim amaçlarına ulaşabilmek için bir amaçtır. Her iki bakış açısı da matematiksel modellemenin formülasyon, matematikselleştirme, çözüm, yorumlama ve değerlendirme gibi bazı genel bileşenleri içeren genel bir süreç olduğunu kabul eder (Stillman, 2012). Bu bağlamda her iki yaklaşıma göre de matematiksel modelleme süreci önemli olduğundan, öncelikle matematiksel modelleme sürecinde öğrencilere yaşatılması gereken alt süreçler, alt süreçlerin tamamlanmasını sağlayan yeterlikler ve yeterliklerin içerdiği alt-yeterlikler belirlenmelidir. Matematiksel modelleme süreci, matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt-yeterlikler arasındaki ilişki Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Matematiksel Modelleme Süreci, Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Alt-yeterlikler Arası İlişki

Matematiksel Modelleme Süreci (Borromeo-Ferri, 2006)	Matematiksel Modelleme Alt-süreçleri (Borromeo-Ferri, 2006)	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri (Blum ve Kaiser, 1997, akt. Maaß, 2006)	Matematiksel Modelleme Alt-yeterlikleri (Blum ve Kaiser, 1997, akt. Maaß, 2006)
Gerçek Durum			
↓			
Durumun Zihinsel Temsili	1. Problemi Anlama		A1. Problem için varsayımlarda bulma ve durumu sadeleştirme
		A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	A2. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme
Durumun Zihinsel Temsili	2. Problemi basitleştirme/ yapılandırma; problem için gerekli matematik dışı bilgileri kullanma		A3. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma
↓			A4. Problemi çözmek için uygun/ulaşılabilir bilgileri bulma ve ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme
Gerçek Model			

Tablo 1'in devamı

Gerçek Model ↓ Matematiksel Model	3. Matematikselleştirme	B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	<p>B1. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirme</p> <p>B2. Gerekli olduğu ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme ayrıca nicelik ve ilişkilerin sayısı ile karmaşıklığını azaltma</p> <p>B3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak temsil etme</p>
Matematiksel Model ↓ Matematiksel Sonuçlar	4. Matematiksel çalışma	C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	<p>C1. Problemi daha küçük parçalara bölme, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme, probleme farklı bir formda bakma, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi buluşsal stratejiler kullanma</p> <p>C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma</p>
Matematiksel Sonuçlar ↓ Gerçek Sonuçlar	5. Yorumlama	D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	<p>D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama</p> <p>D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme</p> <p>D3. Problemin çözümünü uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme</p>
Gerçek Sonuçlar ↓ Durumun Zihinsel Temsili	6. Doğrulama	E. Çözümü doğrulama yeterliği	<p>E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapma</p> <p>E2. Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme süreci üzerinden tekrar geçme</p> <p>E3. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme</p>

Borromeo-Ferri (2006) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme süreci incelendiğinde, matematiksel modelleme *gerçek durum*, *gerçek model*, *matematiksel model*, *matematiksel sonuçlar* ve *gerçek sonuçlar* olmak üzere bir çok basamağı içermektedir. Basamaklar arası geçişler ise alt süreçlerle sağlanmaktadır. Örneğin gerçek durumdan gerçek bir model basamağına geçişin sağlanması için problemi anlama ve problemi basitleştirme alt süreçlerinin yaşanması gerekmektedir. Görüldüğü gibi matematiksel modelleme basamaklar arası geçişleri gerektiren alt-süreçleri içerir.

Yapılan araştırmalar matematiksel modelleme sürecinin iyi şekilde tamamlanması için bireylerin alt süreçler arası geçişleri sağlayacak bazı yeterliklere ve bu yeterliklere dair alt-yeterliklere sahip olması gerektiğini göstermiştir (Maaß, 2006). Blum ve Kaiser (1997) matematiksel modelleme alt-süreçleri arasındaki geçişleri sağlayacak matematiksel modelleme yeterliklerini "*gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği*", "*gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği*", "*oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği*", "*matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği*" ve "*çözümü doğrulama yeterliği*" olarak

ifade etmektedir (akt. Maaß, 2006). Aynı zamanda bu yeterliklerin ortaya çıkmasında da bazı alt-yeterlikler söz konusudur (Blum ve Kaiser, 1997'den aktaran Maaß, 2006). Örneğin, bireylerin gerçek probleme yönelik gerçek bir model oluşturabilmesi için *gerçek problemi anlama ve gerçek tabanlı bir model kurma yeterliği*; *“problem için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme”*, *“durumu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme”*, *“değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma”*, *“problemi çözmek için uygun/ulaşılabilir bilgileri bulma ve ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme”* alt yeterliklerini gerektirmektedir. Görüldüğü gibi matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanabilmesi için bir çok alt-yeterliğe sahip olunması gerekmektedir. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliğine sahip bireyler yetiştirilebilmesi için bu yeterlik ve alt yeterliklerin kazandırılmasına yönelik öğrenme ortamları geliştirilmelidir.

Matematiksel modelleme yeterlikleri göz önünde bulundurulduğunda, matematiksel modelleme öğretimine yönelik mikro-düzeyde (atomistic) ve bütüncül (holistic) olmak üzere iki farklı yaklaşım dikkat çekmektedir (Grünwald, 2012). Matematiksel modellemeye yönelik mikro-düzeydeki yaklaşıma göre, öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme alt-yeterlikleri ayrı ayrı ele alınmalı ve ayrı ayrı değerlendirilmelidir (Crouch ve Haines, 2004; Haines ve Crouch, 2001, 2007; Izard, Haines, Crouch, Houston, ve Neil, 2003). Başka bir deyişle mikro-düzeyde bir yaklaşımla matematiksel modelleme yeterlikleri geliştirilmek isteniyorsa, matematiksel modelleme yeterliklerinden bir veya birkaç tanesini içeren etkinlikler üzerinde öğrenciler çalıştırılmalıdır. Yani bir etkinlik boyunca tüm matematiksel modelleme yeterliklerinin işe koşulması yerine, bazı yeterliklere odaklanacak etkinliklerle bir veya birkaç yeterliğin işe koşulması söz konudur. Böylece matematiksel modelleme sürecinin tamamının yaşanması yerine, işe koşulan yeterliklere yönelik alt süreçlerin yaşanması ve bu yeterliklerin öğrencilere kazandırılması amaçlanmaktadır. Benzer şekilde yeterlikleri değerlendirmeye yönelik etkinlikler de yine bir veya birkaç yeterliğin değerlendirilmesine yönelik olmaktadır. Bütüncül yaklaşıma göre ise, öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilecek yeterlikleri kazanabilmesi için bir etkinlik boyunca tüm matematiksel modelleme süreçlerinden geçmesi ve bu doğrultuda değerlendirilmesi gerekir (Bukova-Güzel, 2011; Galbraith ve Clatworthy, 1990; Ji, 2012; Kaiser, 2007; Kaiser, Schwarz, ve Tiedemann, 2010; Maaß, 2006; Samira ve Gatabi, 2014). Bir başka deyişle bütüncül yaklaşıma göre matematiksel modelleme öğreniminde, bir etkinlik boyunca öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinin tamamını yaşamaları amaçlanmakta ve matematiksel modelleme yeterliklerinin tamamı işe koşulmaktadır. Benzer şekilde matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde yine tüm yeterlikleri işe koşacak etkinliklerle bütüncül bir değerlendirme yapılması önerilmektedir.

Mikro-düzeyde yaklaşım, bir bütün olarak ele alınmasa dahi matematiksel modelleme sürecinin bir bütün olarak gerçekleştirilebileceği varsayımına dayanmaktadır. Başka bir deyişle mikro-düzeydeki yaklaşımda bireylerin farklı etkinliklerde farklı yeterliklere yönelik yaşadıkları deneyimleri, gerçek yaşamdaki bir problemi çözerken bir araya getirebileceği varsayılır. Ancak matematiksel modelleme sürecinin ve yeterliklerinin karmaşık yapısı ve alt-yeterlikleri düşünüldüğünde bu pek olanaklı görülmemektedir. Bütüncül yaklaşımı mikro-düzeyde yaklaşımdan ayıran özellik ise, yeterliklerin bir etkinlik boyunca bütüncül olarak işe koşulması gerekliliğidir. Benzer şekilde yeterlik değerlendirilmesinin de matematiksel modelleme sürecinin tamamını işe koştan yeterliklerin bir bütün olarak değerlendirilmesi iki yaklaşım arasındaki en önemli farktır. Gerçek yaşamlarında bir bütün olarak problemlerle karşılaşacak ve bir bütün olarak problemlerle baş etme durumda kalacak bireylere, öğrenim sürelerinde bu tür problemleri çözebilecek yeterlikler kazandırmak önemlidir. Başka bir deyişle gerçek yaşamda karşılaştığımız bir çok problem bir bütün olarak karşımıza çıkmakta ve bütüncül bir yaklaşımla tüm matematiksel modelleme sürecine yönelik yeterliklerin birlikte işe koşulmasını gerektirmektedir. Bu ise matematiksel modelleme yeterliklerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak öğretilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamları incelendiğinde, farklı yöntemlere başvurulduğu görülmektedir. Öğrencilere matematiksel modelleme sürecinin basamakları hakkında bilgi verme ve model oluşturma etkinliği üzerinde çalışırken matematiksel modelleme sürecinin basamaklarını içeren bir diyagramı takip ettirme bu yöntemlerden biridir (Örn., Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Bokova-Güzel, 2011; Galbraith, 2012; Ji, 2012; Kaiser, 2007; Mehraein ve Gatabi, 2014). Bu çalışmaların sonucunda ise matematiksel modelleme süreci hakkında bilgiye sahip olmanın matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde etkili olduğu rapor edilmektedir (Örn., Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Galbraith, 2012; Mehraein ve Gatabi, 2014). Bu yaklaşımlar bütüncül yaklaşıma paralel olarak öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinin tamamını gerçekleştirmelerini sağlamaktadır. Böyle bir öğrenme ortamında öğrenciler matematiksel modelleme sürecinde verilen basamakları izlemektedir ancak bu basamakları gerçekleştirmek için gerekli alt-yeterliklerden habersizdir. Oysaki matematiksel modelleme sürecinin basamakları arasındaki geçiş süreçlerinin başarılı şekilde sağlanması için bireylerin birçok yeterliğe ait alt-yeterliklere sahip olması gerekmektedir. Ayrıca bireylerin basamakları takip etmesine odaklı bir deneyim, onları bu basamakları gerçekleştirmeye odaklayarak kendi süreçleri hakkında kendilerine sormaları gereken anahtar soruları göz ardı etmelerine sebep olabilir. Söz

konusu dezavantajı ortadan kaldırmak için ve bütüncül yaklaşıma uygun matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl geliştirileceği incelenmelidir.

Öğrencilere matematiksel modellemeye yönelik deneyimler yaşatma ve matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirilmesine yönelik öğrenme ortamları tasarlama görevi büyük oranda öğretmenlere düşmektedir (Blum, 1991; Ji, 2012). Bir çok çalışmada öğretmenlerin öğrencilerine etkili bir biçimde matematiksel modellemeyi öğretebilmesi için, öncelikle bu konuda kendilerinin beklenen düzeyde olması gerektiği vurgulanmaktadır (Krauss ve diğ., 2008). Dolayısıyla öğretmen adaylarına üniversite öğrenimlerinde matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirebilecek uygun eğitim verilebilirse, öğrencilerinin de matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme fırsatı sağlanabilecektir (Borromeo-Ferri ve Blum, 2009). Bu doğrultuda geleceğin öğretmeni olacak matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymak ve onların matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik öğrenme ortamları tasarlayarak, tasarlanan öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Çünkü bu tür çalışmalar öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ışık tutacak ve geliştirilmesine yönelik ipuçları verecektir. Bu çalışmada bütüncül yaklaşıma uygun matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik bir öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Bu araştırmayla bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamının ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini destekleyip desteklemediği problemine cevap aranacaktır. Bu çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri Maaß (2006) tarafından aktarılan Blum ve Kaiser (1997) tarafından matematiksel modelleme alt-süreçleri arasındaki geçişleri sağlayacak matematiksel modelleme yeterlikleri olarak tanımlanan “*gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği*”, “*gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği*”, “*oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği*”, “*matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği*” ve “*çözümü doğrulama yeterliği*” olarak ele alınmıştır. Çalışmanın ana problemi aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Bütüncül yaklaşımla tasarlanan matematiksel modelleme süreçlerine katılan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri nasıl gelişmektedir?

Ana probleme bağlı olarak çalışmanın alt problemleri aşağıdaki gibidir:

1. Öğretmen adaylarının gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği nasıl gelişmektedir?
2. Öğretmen adaylarının gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği nasıl gelişmektedir?

3. Öğretmen adaylarının oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği nasıl gelişmektedir?
4. Öğretmen adaylarının matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği nasıl gelişmektedir?
5. Öğretmen adaylarının çözümü doğrulama yeterliği nasıl gelişmektedir?

### **1. 1. Araştırmanın Amacı**

Matematik eğitiminin amaçlarından biri bireyleri günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm üretebilecek becerilerin kazandırılmasıdır (Baki, 2010). Gerçek yaşam problemlerinin çözümünde ise matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt-yeterliklerinin işe koşulması gerekmektedir. Dolayısıyla eğitimin bu amacının gerçekleştirilebilmesi için bireylere öğrenim süreçleri boyunca matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılması gerekmektedir. Matematiksel modelleme yeterliğine sahip bireylerin yetiştirilebilmesini sağlayacak, öğretim programını okutacak olan öğretmenler olduğuna göre bu yeterliklerin öncelikle öğretmenlerde gelişmesi gerekmektedir. “Nasıl öğrendiyse öyle öğretir” ilkesinden yola çıkarak, geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarına üniversite öğrenimlerinde matematiksel modelleme deneyimlerinin yaşatılması ve bu yeterliklerin kazandırıldığı öğrenme ortamlarının sunulması önemlidir. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı bütüncül yaklaşımla matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamı sürecinin, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine nasıl katkı sağladığını belirlemektir. Bu amaçla; matematiksel modelleme etkinlikleri sürecine katılan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerindeki gelişimi incelenmektedir.

### **1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi**

Yaşam devam ettiği sürece sürekli çözülmesi gereken sorunlarla karşılaşmaktayız. Bu sorun bazen bir şehirden başka bir şehre en kısa ve uygun bütçe ile nasıl ulaşılacağı iken, bazen de buzulların yaşamımızı etkileyecek derecede erime sınırına ne zaman ulaşacağı problemidir. Bu problemler gibi her insanın karşılaşılabileceği basit problemlere veya bilim adamlarının ilgilendiği karmaşık problemlere çözüm getirilebilmesi için farklı disiplinlerde öğrenilen bilgilere ihtiyaç duyarız. Bu disiplinlerin başında da matematik gelmektedir. Dolayısıyla gerçek yaşamda karşılaşılan problemlere bir matematikçi gözüyle bakabilmek, problemlerin çözümünde önemli bir yere sahiptir. Matematiksel bakış açısını sağlayacak ise bireylerin sahip oldukları matematiksel modelleme yeterlikleridir. Dolayısıyla birçok matematik öğretim programında matematiksel



modelleme geliştirilmesi gereken bir beceri olarak ele alınmaktadır.

Öğretim programlarında matematiksel modellemenin önemine yönelik vurgulamalar yapılmasına rağmen, hem ulusal hem de uluslararası çalışmalar, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamlarında matematiksel bilgilerini istenen düzeyde kullanamadıklarını göstermektedir (Örn., Arcavi, 2002; Baki ve Aydın-Güç, 2014; Busse, 2005; Carpenter, Lindquist, Matthews ve Silver, 1983; Maaß, 2005; Umay, 2003; Vinner, 2007). Öğrencilerin matematiksel bilgileri ile karşılaştıkları gerçek yaşam problemlerine çözüm üretebilmeleri için matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi gerekir (Baki ve Aydın-Güç, 2014; Busse, 2005; Maaß, 2005). Yapılan araştırmalar, matematiksel modellemenin öğretilbilir ve öğrenilebilir olduğunu, matematiksel modellemeye yönelik eğitim alan bireylerin matematiksel modellemede daha başarılı olduğunu belirtmektedirler (örn., Borromeo-Ferri, 2014; Borromeo-Ferri ve Blum, 2012; Özer-Keskin, 2008). Bu durum ise araştırmacıları matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasında hangi öğrenme deneyimlerinin etkili olduğunu araştırmaya yönlendirmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik farklı öğrenme ortamlarının tasarlanarak değerlendirilmesi, iyi derecede matematiksel modelleme yeterliğine sahip bireyler yetiştirilmesi açısından önemlidir.

Bu çalışmada kullanılacak olan bütüncül yaklaşımla matematiksel modelleme öğretimi için tasarlanan öğrenme ortamlarının kendi içinde farklılaştığı görülmektedir. Matematiksel modelleme öğretimine yönelik bütüncül bir yaklaşımla öğrenme ortamı tasarlayan Bukova-Güzel (2011), Kaiser (2007) ve Maaß (2006) gibi araştırmacılar, öğrenme ortamında öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili teorik bilgiler vermiş ve hiçbir yönerge içermeyen, modelleme sürecinin tamamından geçmeye imkan sağlayan model oluşturma etkinlikleriyle öğrencilerin çalışmasını sağlamıştır. Korkmaz (2010), Braun (2014), Mehraein ve Gabati (2014) gibi araştırmacılar da öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili teorik bilgi vermeden, yönerge içermeyen model oluşturma etkinlikleri üzerinde çalışmalarına olanak sağlayan bütüncül öğrenme ortamlarıyla matematiksel modelleme öğrenimi sağlamaya çalışmıştır. Matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir deneyime sahip olmayan öğretmen adaylarının, oldukça karmaşık bir yapıda olan matematiksel modelleme sürecine herhangi yönlendirme olmadan bırakılması öğrencilerin bazı süreçleri göz ardı etmelerine sebep olabilir. Nitekim bu tür yaklaşım benimseyen öğrenme ortamlarında öğrencilerin yorumlama ve doğrulama süreçlerine yönelik çalışmalarının yetersiz olduğu görülmektedir (Bukova-Güzel, 2011; Kaiser, 2007; Maaß, 2006). Ancak bu süreçlerde yaşanan zorlukların hangi alt-yeterliklerin eksikliğinden kaynaklandığı ele alınmamaktadır. Blum ve Borromeo-Ferri (2009), Tekin-Dede ve Yılmaz (2013), matematiksel modelleme sürecinin karmaşık yapısını bireylerin zihninde

yapılandırmak amacıyla bütüncül bir yaklaşımla tasarladıkları öğrenme ortamlarında çalışılan model oluşturma etkinliklerini, matematiksel modelleme basamaklarını takip etme prosedürü ile yürütmüşlerdir. Bu ortamlarda matematiksel modelleme sürecinin genellikle alt basamaklarına odaklanılmış, basamaklar arası geçişteki gerekli yeterliklere ait alt-yeterliklere ise değinilmemektedir. Böyle bir yaklaşımda ise matematiksel modelleme sürecini başarıyla tamamlamak için gerekli alt-yeterliklere yönelik deneyimlerin desteklendiği varsayımı mevcuttur. Ancak böyle bir yaklaşımda bazı alt-yeterliklere yönelik deneyimler göz ardı edilmiş olabilir. Nitekim çalışma sonuçlarında bu tür öğrenme ortamlarında öğrencilerin bazı basamaklarda zorluklar yaşadığı belirtilmektedir. Bu çalışmalarda da basamaklar arası geçişlerde yaşanan zorlukların hangi alt-yeterliklerin eksikliğinden kaynaklandığı ele alınmamaktadır.

Matematiksel modelleme öğretimine yönelik bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamlarının eksiklikleri dikkate alındığında, öğrencilerin modelleme sürecini başarıyla tamamlamasına destek olacak matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin sistemli bir şekilde yapılandırıldığı bütüncül öğrenme ortamlarına duyulan ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada matematiksel modelleme alt-yeterliklerine yönelik yönergeler içeren, yapılandırılmıştan yapılandırılmamışa doğru bir sıra izleyen model oluşturma etkinlikleri ile öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinin alt süreçlerine yönelik bilişsel yapıyı oluşturmalarına destek sağlayacak bir öğrenme ortamı tasarlanmış ve değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda çalışma sonunda alt-yeterlik gelişimi destekli bütüncül bir öğrenme ortamının matematiksel modelleme gelişimine nasıl etki ettiğine yönelik elde edilen sonuçlar, matematiksel modelleme öğretimi gerçekleştirmek isteyen matematik eğitimcilerine, ortamın bileşenleri ile ilgili eksiklikler ve etkili bir öğrenme ortamı hakkında bilgi verecektir.

Diğer taraftan matematiksel modelleme öğretimine yönelik bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamlarında genellikle matematiksel modelleme sürecinin basamaklarına yönelik değerlendirmeler yapıldığından, öğrencilerin yetersiz oldukları basamakların matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin hangisi veya hangilerinin eksikliğinden kaynaklı yürütülemediği bilinmemektedir. Bu bağlamda öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin alt-yeterliklere odaklanılarak değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu tür değerlendirmeler matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında kazanılmayan veya yeterince kazanılmayan yeterliklerin hangi alt-yeterliklerin eksikliğinden kaynaklandığı hakkında bilgi verecektir. Matematiksel modelleme yeterliklerinin hangi alt-yeterliklerden kaynaklı gelişim göstermediğinin bilinmesi ise, matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik tasarlanacak öğrenme ortamlarında hangi alt-yeterliklere

mikro-düzyey bir yaklaşımla ele alınmaya ihtiyaç duyduğuna ışık tutması bakımından önemlidir. Böylece öğrencilere matematiksel modelleme yeterliği kazandırmak isteyen matematik eğitimcileri hangi alt-yeterlilerin gelişime dirençli olduğunu bilecek ve matematiksel modelleme öğretimine yönelik tasarladıkları öğrenme ortamlarına bu doğrultuda yön verebilecektir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde, yine mikro-düzyey ve bütüncül olmak üzere iki farklı yaklaşımlın benimsendiği dikkat çekmektedir. Haines, Crouch ve Davis (2001) gibi araştırmacılar mikro-düzyey bir yaklaşımla bir gerçek yaşam bağlamı bir matematiksel modelleme yeterliğini değerlendirmeye yönelik tasarlayarak modelleme yeterliklerini değerlendirmektedirler. Bu her yeterliğin kendine özgü bir bağlamla değerlendirildiği anlamına gelmektedir. Böyle bir değerlendirme yeterliklere sahip bireylerin gerçek yaşamda karşılaştıkları problemleri özzerken, yeterliklerini birleştirdikleri varsayımı mevcuttur. Schwarz ve Kaiser (2007), Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), Ludwig ve Xu (2010) ve Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) gibi araştırmacılar bu varsayımı ortadan kaldırmak için matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmelerine imkan sağlayan modelleme etkinlikleri üzerinde öğrencileri çalıştırarak tüm modelleme yeterliklerini aynı etkinlikteki çalışmalar ile değerlendiren bütüncül bir yaklaşımla benimsenmektedir. Öğrencilerin matematiksel model oluşturma etkinlikleri boyunca çalışmalarını değerlendiren Schwarz ve Kaiser (2007), hangi matematiksel modelleme yeterliklerinin gerçekleştiği, hangilerinin gerçekleşmediğine odaklanmıştır. Bu yaklaşımdan farklı olarak Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), her matematiksel modelleme yeterliğinin ne ölçüde gerçekleştirildiğine odaklanmıştır. Ludwig ve Xu (2010) ise yeterliklere ayrı ayrı odaklanmak yerine modelleme sürecini bir bütün olarak ele almış ve öğrenci çalışmalarını modelleme basamaklarına göre düzeylere ayırarak değerlendirmiştir. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yürütölen ve kısaca özetlenen çalışmalar incelendiğinde değerlendirmenin matematiksel modelleme yeterlikleri bağlamında yapıldığı dikkat çekmektedir. Böyle bir değerlendirme matematiksel modelleme yeterliklerine yönelik yapılan değerlendirmenin alt-yeterlikleri de yansıttığı varsayımına dayanmaktadır. Bu çalışmalardan farklı olarak Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) modelleme etkinlikleri üzerinde çalışan öğrenci çalışmalarını matematiksel modelleme alt-yeterlikleri bağlamında değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda ise bir yeterliğe ait alt-yeterliklere yönelik çalışmaların aynı olmadığına yönelik bulgular elde edilmiştir. Başka bir deyişle alt-yeterliklere yönelik çalışmalar aynı olmadığından, alt-yeterlikler ait oldukları yeterliklerin bütününe temsil etmemektedir. Dolayısıyla öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme sürecine yönelik deneyim kazandırmının yeterliklerin ortaya çıkmasına imkan sağlamasına rağmen, her alt-yeterliğe yönelik eşit

imkan sağlamadığı söylenebilir. Yapılan çalışma sonuçları da yeterliklerin varlığının, otomatik olarak genel matematiksel modelleme yeterliklerinin varlığını içermediğini vurgulamaktadır (Zöttl, 2010, aktaran Grünewald, 2012). Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) tarafından elde edilen bulgular ve Zöttl (2010) tarafından yapılan vurgulamalar matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin varlığının, otomatik olarak ait oldukları matematiksel modelleme yeterliklerinin varlığını içerip içermediği sorusunu getirmektedir. Bu soruya cevap verebilmek için ise matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin bir dizi modelleme etkinliği süresince ayrı ayrı değerlendirilmesi ve alt-yeterliklerin kapsamlı bir şekilde ele alınarak incelenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışmada alt-yeterliklere yönelik yapılacak bir değerlendirme yaklaşımı benimsenmiştir. Bu çalışma ile elde edilecek sonuçlar, matematiksel modelleme ile ilgili henüz literatürde açık olmayan alt-yeterliklerin ait oldukları yeterlikleri yansıtıp yansıtmadığı ve alt-yeterliklere bakılarak ait oldukları yeterlikler hakkında bir genellemelerin yapılıp yapılamayacağı hakkında bilgi verecektir. Uzun süreli bir uygulama sonucunda elde edilen bu bilgiler matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt-yeterliklerinin teorik yapısı hakkında ayrıntılı bilgi verecektir.

Matematiksel modelleme günlük hayatta karşılaştığımız fen, mühendislik, tıp gibi alanlardaki problemleri çözmekte oldukça önemli bir yere sahiptir. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin okul yıllarında geliştirilmesi önemlidir. Bu bağlamda matematik öğretiminin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik çalışmalar içermesi ve öğrencilere gerçek yaşam problemlerini çözmeye matematiksel modelleme yeterliklerini kullanma fırsatı sağlanması önemlidir. Ülkemizde ise matematiksel modelleme becerisi öğretim programlarına yeni eklenen bir beceridir. Dolayısıyla çalışmakta olan matematik öğretmenleri ve şu an lisans eğitimi gören matematik öğretmen adayları matematiksel modellemeye yönelik bir deneyime sahip değildir. Farklı araştırmaların umut verici sonuçları gösteriyor ki, matematiksel modelleme başarıyla öğrenilebilir, öğretilebilir ve ilkokuldan üniversiteye kadar uygulanabilir, yeter ki,

- Günlük öğretime ve öğretmen eğitimine uygulansın
- Öğretmenler ve üniversite öğretim elemanları gerekli yeterliklere sahip olsun
- Kaliteli öğretimin kriterleri dikkate alınsın (Borromeo-Ferri, 2013).

Görüldüğü gibi matematiksel modellemenin öğretilebilir olması için gerekli olan önemli unsurlardan biri öncelikle öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olması gerektiğidir. Eğitim fakültelerinde matematik öğretmenliği programlarındaki öğretmen adaylarının kendileri nasıl öğrenmişlerse, benzer şekilde bir öğretim yaptıkları düşünüldüğünde (Noss ve Baki, 1996), öğretmenlerin derslerinde matematiksel modellemeyen etkin bir şekilde yararlanabilmeleri için öncelikle öğretmen adaylarına

matematiksel modelleme yeterliklerinin öğretilmesi gerektiği düşünülmektedir (Kaiser, 2007; Borromeo-Ferri ve Blum, 2011). Çünkü öğretim programında vurgulanan matematiksel modelleme becerisini öğrencilere kazandıracak olan öğretmenlerdir. Ancak öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan az sayıda çalışma (Bal ve Doğanay, 2014; Bukova-Güzel ve Uğurel, 2010; Korkmaz, 2010; Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013; Özdemir ve Üzel, 2013), öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine yeteri düzeyde sahip olmadığını göstermektedir. Eğer öğrencilerin uygun yollarla matematiksel modelleme öğrenmeleri isteniyorsa, öğretmen eğitimindeki öğretilerin de aynı yolla tasarlanması gerekmektedir (Borromeo-Ferri, 2014). Dolayısıyla öğretmen ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik hizmet içi ve hizmet öncesi programlarda öğrenme ortamlarının tasarlanması gerekmektedir. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik öğrenme ortamı tasarlayan bu çalışmanın, matematiksel modelleme yeterliklerine sahip bireyler yetiştirilmesine ait halkadaki eksikliği tamamlanması noktasında önemi büyüktür.

Matematiksel modellemenin doğası gereği geleneksel öğrenme ortamlarına entegre edilmesinde yaşanan zorlukları belirten çalışmalar incelendiğinde matematiksel modellemenin matematik derslerine entegre edilmesinin zaman gerektirdiği ve öğrenciler için matematiği daha da zorlaştırdığı belirtilmektedir. Dolayısıyla matematiksel modellemenin bir amaç olarak ele alınması ve matematik derslerinin dışında matematiksel modelleme dersleri ile öğretilmesi fikri dikkat çekmektedir. Bu bağlamda matematiksel modellemenin matematik derslerine entegre edilme sürecindeki zorlukları ortadan kaldırmak amacıyla matematik dersleri dışında matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini amaçlayan öğrenme ortamlarının geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada matematiksel modelleme, matematik derslerinin dışında ayrı bir ders olarak tasarlanmıştır. Bu bağlamda bu çalışmada tasarlanan öğrenme ortamı, matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik öğretmen eğitimi programlarında yer verilebilecek örnek bir ders içeriği niteliğindedir.

### **1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu araştırmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Süreç değerlendirmesi oldukça güç olduğundan yeterlik gelişimi tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan gruplar arasından seçilen iki grupta bulunan, 9 öğretmen adayının süreç içindeki gelişimi ile sınırlı tutulmuştur.
2. Öğrenme ortamının etkililiğinin belirlenmesi uygulamaya katılan öğretmen adayları ile katılmayan 3 öğretmen adayının matematiksel modelleme yeterliklerinin

karşılaştırılmasıyla sınırlı tutulmuştur.

#### **1. 4. Araştırmanın Varsayımları**

Bu araştırmanın varsayımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Araştırma kapsamında öğretmen adaylarının grup çalışmaları süresince verilen etkinlikleri ciddi bir şekilde yürüttükleri varsayılmıştır.
2. Yapılan klinik mülakatlarda öğrencilerin soruları cevaplarken samimi oldukları varsayılmıştır.

#### **1. 5. Tanımlar**

**Model:** Karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsilinin bütünüdür (Lesh ve Doerr, 2003).

**Matematiksel Model:** Gerçek bir modelin matematik yardımıyla oluşturulan modelidir (Blum ve Niss, 1989: 2).

**Matematiksel modelleme:** Matematik veya matematik dışındaki bir olayı, olguyu, olaylar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade etmeye çalışma, bu olaylar ve olgular içerisinde matematiksel ilişkiler ortaya çıkarma sürecidir (Verschaffel, Greer ve De Corte, 2002).

**Yeterlik:** Bir kişinin belirli bir durumun zorluklarıyla karşılaştığında, bir şekilde harekete geçmeye bilinçli ve derinlemesine hazır olmasıdır (Jørgesen, 1999'den akt. Blomhøj ve Jensen, 2003).

**Matematiksel modelleme yeterliği:** Bir kişinin verilen bir durumun modellenmesi sürecinin tüm aşamaları boyunca karşılaştığı zorluklarla başetmede bilinçli ve derinlemesine hazır olmasıdır (Jensen, 2007).

## **2. LİTERATÜR TARAMASI**

### **2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi**

Literatür taramasının bu bölümünde, araştırmada yer alan kavramlara ilişkin literatür ile araştırma konusu ile ilgili yapılmış çalışmalara ve bu çalışmaların sonuçlarına yönelik bilgiler sunulmuştur.

#### **2. 1. 1. Araştırmada Yer Alan Kavramlar**

Bu bölümde, araştırmada yer alan kavramlar literatürce kabul görmüş tanımları ile açıklanmıştır.

##### **2. 1. 1. 1. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme**

Matematiksel modelleme sürecinin açıklanabilmesi için öncelikle model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme terimlerinin tanımlanması uygun olacaktır. Bu bölümde model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme terimleri tanımlandıktan sonra matematiksel modelleme süreci tanımlanacaktır.

Modeller, karmaşık sistemleri oluşturma, tanımlama ve açıklama sürecinde ele alınan kural, işlem ve ilişkiler gibi farklı yapıları içeren zihindeki kavramsal sistemlerin farklı gösterimlerle dış dünyaya aktarılmış hali olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Burada zihindeki kavramsal sistemler, öğrencilerin modelleme sürecinde kullandıkları zihinsel araçların tamamı olan zihinsel modeller olarak tanımlanmaktadır. Bunlar bireylerin gerçek yaşamı anlamaya çalışırken geliştirdikleri fikirler, bakış açıları, kurallar ve bir takım araç gereçler olabilir. Başka bir deyişle model, karmaşık bir sistemi etkileyen durumlara yönelik zihinsel modellerin (örn. bağlam veya alan ile ilgili zihinsel modeller) harmanlanmasıyla, karmaşık sistemin farklı bir formda dış dünyaya aktarılmış halidir. Model, genel olarak karmaşık sürecin nasıl meydana geldiğini veya karmaşık bir nesnenin nasıl oluştuğunu anlamamızı sağlayan basitleştirilmiş temsildir (Harrison, 2001).

Modelleme ise, karşılaşılan bir problemle ilişkili olayları tanımlama, açıklama veya oluşturma sürecinde ortaya çıkan problem durumlarını zihinde düzenleme, farklı şema ve modeller kullanma ve oluşturma sürecidir (Lesh ve Doerr, 2003). En genel anlamıyla modelleme, gerçek hayattan bir objenin veya bir durumun prototipini oluşturma olarak tanımlanabilir (Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Çakıroğlu, Alacacı ve Baş, 2014). Genel olarak

denilebilir ki modelleme bir süreci ifade ederken, model ise modelleme sonucunda ortaya çıkan ürünü ifade etmektedir (Siriraman, 2005).

Model ve modelleme terimlerinin tanımları göz önünde bulundurulduğunda, matematikte model ve modelleme, karmaşık olan sistemleri, matematiksel dili kullanarak matematiksel olarak anlamlı hale getirebilme yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme yaklaşımının öncülerinden olan Lesh ve Doerr (2003), matematiksel model ve modelleme terimlerinin anlam bakımından her ikisini de içeren “model oluşturma (model eliciting)” kavramını kullanmıştır.

Matematiksel model, gerçeğin bir bölümünün belli bir amaca hizmet etmek için matematik dilini kullanarak soyut olarak taklit edilmesi olarak tanımlanabilir (Bender, 1978). Lesh ve Doerr (2003) da matematiksel modeli, öğrencilerin bir durumu matematiksel olarak açıklamak, tanımlamak, yorumlamak ve temsil etmek amacıyla geliştirdikleri kavramsal sistemler olarak tanımlamaktadır. Başka bir deyişle matematiksel modeller, gerçek yaşamdaki problemlerin yorumlanmasında ve çözümlenmesinde yardımcı olan zihinsel yapıların matematiksel forma dönüştürülmüş dış temsilleridir (Lesh ve Doerr, 2003). Yani bireylerin çözüm getirmek istedikleri gerçek yaşam durumlarına, çözüm üretmek için kullanmaya karar verdikleri matematiksel bilgi ve durumu etkileyen diğer kavramlara ait zihinsel yapılarının harmanlanmış matematiksel dış temsili matematiksel model olarak tanımlanmaktadır.

Matematiksel modelleme, gerçek hayattaki problemlere çözüm getirebilmek için problemin matematiksel bir forma dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır (Berry ve Houston, 1995; Cheng, 2001). Niss (1988) matematiksel modellemeyi gerçek dünya durumunun bir bölümünü temsil etmek amacıyla kullandığımız matematiksel oluşumlar ve oluşumlar arasındaki ilişkilerin birleşimi olarak tanımlamaktadır. Gravemeijer (2002) ise matematiksel modellemeyi gerçek yaşam durumlarının işleyişini ve yapısını anlamlandırabilmek için, gerçek yaşam durumlarının matematiğe aktarılarak matematiğin sembolik diliyle ifade edilme süreci olarak tanımlamaktadır. Birçok araştırmacı da matematiksel modellemeyi gerçek hayattaki bir problemin matematik dünyasına taşınarak, matematiksel yöntemlerle analiz edilmesini içeren bir süreç olarak tanımlamaktadır (Borromeo-Ferri, 2006; Bukova-Güzel ve Uğurel, 2010; Erbaş ve diğ., 2014; Maaß, 2006).

Yapılan tanımlamalar incelendiğinde modelleme sürecinin zihinsel modellerden etkilendiğine ve modelin zihinsel modellerin dış temsili olduğuna vurgu yapıldığı görülmektedir. Ayrıca tanımlarda dikkat çeken iki unsur söz konusudur. Birincisi gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında arasındaki ilişkiye yapılan vurgu, ikincisi ise matematiksel modellemenin bir süreç olarak ele alınmasıdır. Bu çalışmada da



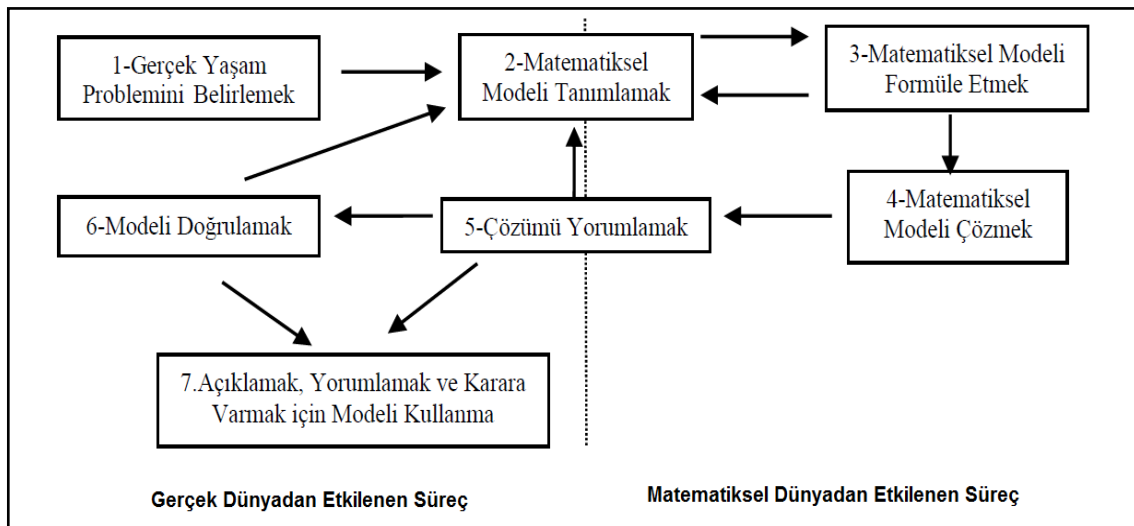
matematiksel modelleme, gerçek hayattaki problemlere zihindeki kavramsal yapılar yardımıyla matematiksel bir çözüm getirme süreci olarak tanımlanmaktadır.

### 2. 1. 1. 2. Matematiksel Modelleme Süreci

Eğitimin amaçlarının günlük yaşamda karşılaşılan problemleri çözebilen bireyler yetiştirmeye eğilimi, matematiksel modellemenin önemli bir bileşen olarak öğretim programlarında ele alınmasına sebep olmuştur. Bu bağlamda araştırmacılar matematiksel modelleme yapabilen bireyler yetiştirmek için öğrencilere yaşatılması gereken süreci belirlemek amacıyla, matematiksel modelleme sürecinde geçilen basamakları ve bu basamaklar arasındaki geçişleri belirlemeye çalışmışlardır ve yapılan çalışmalar matematiksel modellemenin birçok etkinliği içeren karmaşık bir süreç olduğunu göstermiştir (Justi ve Gilbert, 2002).

Bu alanda yapılan ilk çalışmalardan biri Kapur (1982) tarafından yapılmıştır. Kapur (1982) matematiksel modelleme sürecinin; uygun değişkenleri seçme, değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma, değişkenler ve ilişkileri dikkate alarak matematiksel bir model ortaya koyma, model ve modelin uygulamalarını test etme basamaklarının bütünü olarak açıklamaktadır.

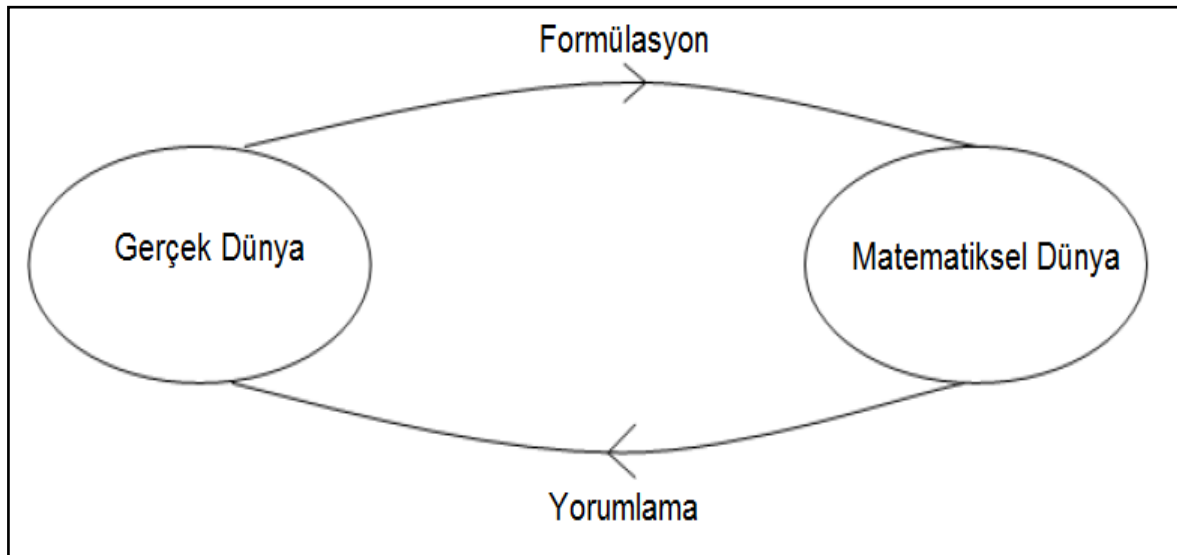
Mason (1988) ise matematiksel modelleme sürecini gerçek dünyadan etkilenen ve matematiksel dünyadan etkilenen iki farklı sürece ayırmış ve bu süreçlerde yaşanan basamakları Şekil 1'deki gibi açıklamıştır:



Şekil 1. Matematiksel modellemedeki basamaklar (Mason, 1988)

Mason (1988), ilk basamaktan son basamağa doğru gidişin genel olarak tanımladığı basamaklar bağlamında gerçekleştiğini, ancak özellikle gerçek sonuçlara ulaşırken karşılaşılan yapının daha karmaşık olduğunu vurgulamaktadır. Mason (1988), oluşturulan modelin gerçeğe uygun olduğu düşünülse de, modelden elde edilen sonuçların gerçek yaşama uygun olmayan veya gerçek yaşama dönüştürülemeyen sonuçlar olduğu görülebileceği ve bu durumda da geçilen süreç yeniden incelenmesi ve gerekli basamağa yeniden dönülmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla Mason (1988), kendinden önceki çalışmalara farklı olarak matematiksel modelleme sürecinde “modelin doğrulanması” basamağına yer vermektedir.

Mason (1988) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme sürecinden farklı olarak, Berry ve Houston (1995), matematiksel modelleme sürecini basit bir şekilde gerçek dünya ile matematiksel dünya etkileşimi olarak ifade edilebileceğini dile getirmekte ve Şekil 2’deki gibi şematize etmektedir.



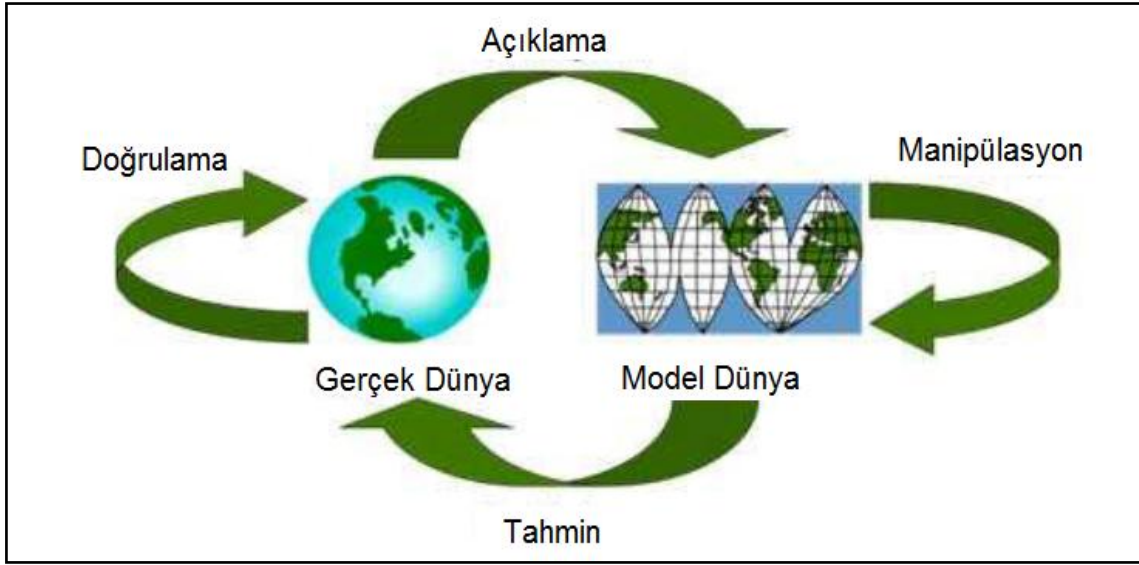
Şekil 2. Matematiksel modelleme sürecinin basit bir görünümü (Berry ve Houston, 1995)

Bu sürece göre matematiksel modelleme sürecinde gerçek yaşamdaki bir problem, matematiksel bir probleme dönüştürülmekte, matematiksel olarak elde edilen sonuçlar da gerçek dünyada yorumlanarak gerçek yaşam problemine çözüm getirilmektedir. Berry ve Houston (1995) bu süreci Tablo 2’deki gibi ayrıntılandırmış ve her basamakta ortaya çıkması beklenen anahtar davranışları açıklamıştır.

Tablo 2. Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Basamaklar ve Bu Basamaklara Ait Anahtar Davranışlar (Berry ve Houston, 1995)

Basamaklar	Anahtar Davranışlar
1. Problemi anlama	Gerçek yaşam problemi tanımlanarak gerekli veriler toplanır, analiz edilir.
2. Değişkenleri belirleme	Model oluştururken kullanılacak değişkenler belirlenir.
3. Matematiksel model oluşturma	Varsayımlar doğrultusunda matematiksel yapılar kullanılarak, gerçek durumu temsil edecek matematiksel model oluşturulur.
4. Matematiksel problemi çözme	Matematiksel bilgiler kullanılarak oluşturulan model ile problem çözülür.
5. Çözümü yorumlama	Matematiksel analiz sonuçları değerlendirilir ve modelin doğrulanması için gerekli verilerin ne olduğuna karar verilir.
6. Modeli doğrulama	Uygun veriler kullanılarak modelin ideal olup olmadığı test edilir. Model ve modelden elde edilen sonuçlar sorgulanır.
7. Başka problemler için modeli geliştirme	Varsayımların geliştirilmesiyle yeni modeller geliştirilir. Çözme, yorumlama ve doğrulama süreçleri tekrar edilir.
8. Rapor	Problem durumu ve çözümünü içeren bir rapor hazırlanır.

Lesh ve Doerr (2003) ise Berry ve Houston (1995) gibi matematiksel modelleme sürecini gerçek dünya ile model dünya arasında arası geçişlerden oluşan basit bir görünümle Şekil 3'deki gibi açıklamaktadır. Berry ve Houston (1995) tarafından tanımlanan süreçten farklı olarak matematiksel modelleme sürecini açıklama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama olmak üzere Şekil 3'deki gibi dört basamakla açıklamaktadır.

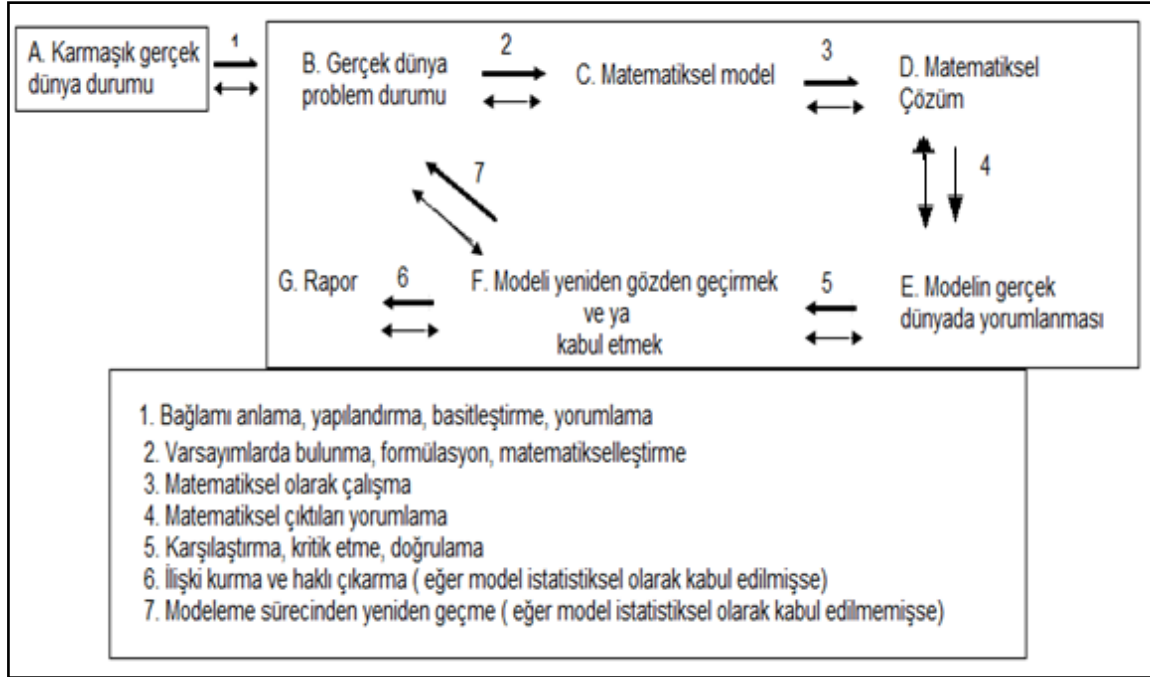


Şekil 3. Matematiksel modelleme döngüsü (Lesh ve Doerr, 2003, s.17)

Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modelleme sürecinde öncelikle gerçek dünya ile model dünya arasında bir ilişki kurulması gerektiğini vurgulamaktadır. İlişkinin kurulduğu basamak açıklama basamağı olarak adlandırılmaktadır. Bu basamakta öncelikle gerçek dünyaya ait çözülebilen bir problem tanımlanır ve problem matematiksel olarak analiz edilerek verilen bilgilerin önemi belirlenir. Böylece önemli ve daha az önemli bilgiler belirlenir ve durum basitleştirilir. Bu basamakta aynı zamanda gerçek yaşam durumları ile ilgili varsayımlar yapılır. İkinci basamak olan manipülasyon basamağında ise problemin birinci basamakta belirlenen bileşenleri matematiksel olarak temsil edilir ve bileşenler arasındaki ilişkiler oluşturulur. Bu aşamada tamamen matematiksel beceriler kullanılır. Öncelikle kabaca oluşturulan model zamanla daha gerçekçi hale getirilir. Tahmin basamağında ise modelle elde edilen sonuçlar gerçek dünya ile ilişkilendirilir. Bu aşamada belirlenen problem durumuna ait çözümler yürütülür. Ardından çözümün problem durumu için anlamlı olup olmadığı test edilir ve değerlendirilir. Doğrulama basamağında ise yapılan çalışmalar ve tahminlerin gerçek dünya ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilir. Modelin gerçek durumdaki geçerliliği ve kullanılabilirliği incelenir. Yani modelin tanımlanan amaçla tutarlığı belirlenir.

Bazı araştırmacılar matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan basamakların yanı sıra, basamaklar arasındaki geçişi de betimlemiştir. Galbraith ve Stillman (2006) matematiksel modelleme sürecini karmaşık dünya durumu, gerçek dünya problemi durumu, matematiksel model, matematiksel çözüm, modelin gerçek dünyada yorumlanması, modelin revize edilmesi veya kabul edilmesi son olarak da rapor basamaklarını içeren döngüsel bir süreç olarak açıklamış ve bu basamaklar arası

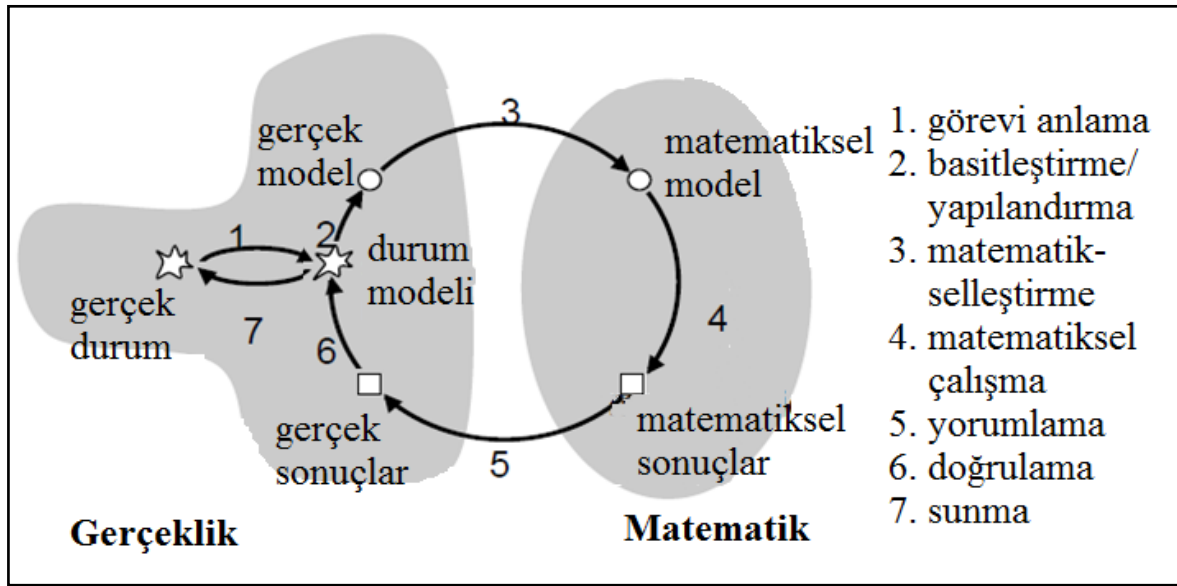
geçişlere karşılık gelen süreçleri belirlemiştir. Galbraith, Stillman, Brown, ve Edwards (2007) ise geçişlere karşılık gelen süreçleri matematiksel modelleme sürecine entegre ederek matematiksel modelleme döngüsünü Şekil 4'deki gibi açıklamaktadır (aktaran, Galbraith ve diğ., 2007).



Şekil 4. Matematiksel modelleme döngüsü (Galbraith v.d., 2007)

Tanımlanan bu matematiksel modelleme döngüsünde iki yönlü ok, basamaklar arasındaki ileri ve geri yönlü yansımaları içeren üst-bilişsel aktiviteleri temsil etmektedir.

Blum ve Leiß (2007), DISUM(Didactical intervention modes for mathematics teaching oriented towards self-regulation and directed by tasks) projesinde matematiksel modelleme sürecini tanımlayan diğer araştırmacılar farklı olarak matematiksel modelleme sürecindeki "durum modeli" (situation model) basamağına odaklanmıştır. Blum ve Leiß (2007) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme süreci Şekil 5'de verilmiştir.

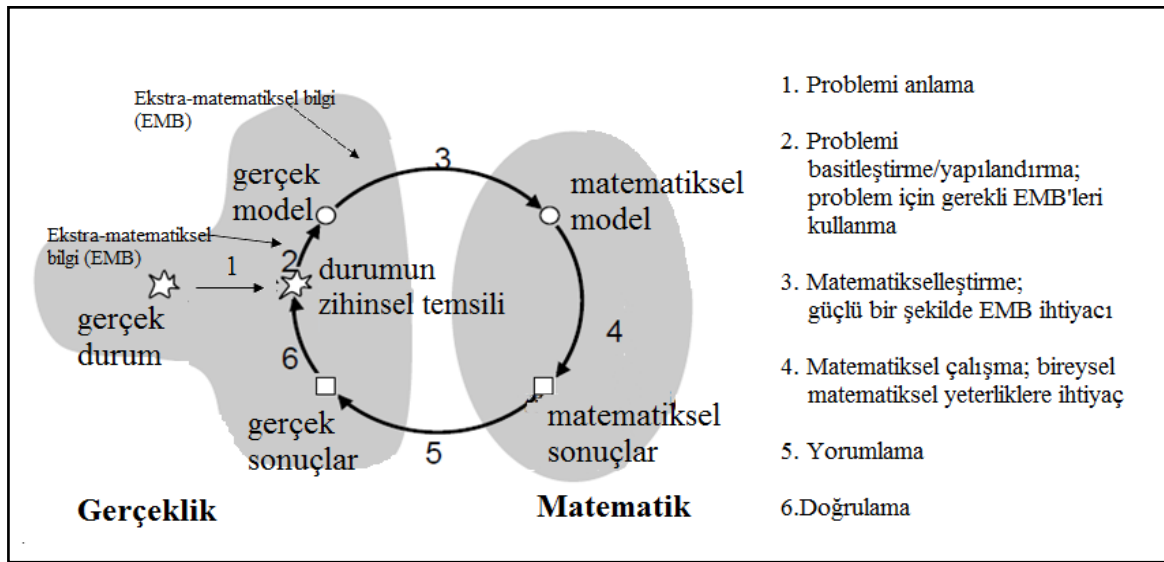


Şekil 5. Matematiksel modelleme döngüsü (Blum ve Leiß; 2007)

Blum ve Leiß (2007) problem durumu olarak verilen bağlam, problem metninde nasıl tanımlandığından bağımsız olarak öğrencilerin bağlamla ilgili deneyimlerine bağlı bir şekilde tanımlandığını vurgulamaktadır. Yani bağlam ile ilgili gerçek durum ile bireyin deneyimleri doğrultusunda temsil edilen durum birbirinden farklıdır. Bundan dolayı da bağlam ile ilgili öğrenci tarafından yapılan tasvir matematiksel modelleme sürecinde “durum modeli” olarak adlandırılmaktadır.

Borromeo-Ferri (2006), COM<sup>2</sup> (Cognitive psychological analysis of modelling processes in mathematics lessons) projesinde, matematiksel modellemenin modellenmesine yönelik yapılan çalışmaları incelemiş ve matematiksel modelleme döngüsünün ilk üç basamağıyla ilgili farklı tanımlamaların olduğunu ifade etmiştir. Borromeo-Ferri (2006), bu çalışmaların bazılarında “gerçek durum”, “durum modeli”, “gerçek model” ve “matematikselsel model” basamaklarının yer aldığını, bazılarında ise bu basamakların farklı olarak ele alınmadığını belirtmiştir. Bu bağlamda dört farklı yaklaşım olduğu belirlenmiştir. Bu yaklaşımlardan ilkinin “gerçek durum”, “durum modeli”, “gerçek model” ve “matematikselsel model” i birer basamak olarak ele alan ve matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel sürece odaklanan bir yaklaşım olduğunu belirtmektedir. İkinci grup yaklaşımda olan çalışmalarda ise kullanılan problemlerin genellikle zaten problem durumu temsil eden basitleştirilmiş bir hali olması ve bu yüzden çalışmaların doğası gereği de “durum modeli” ve “gerçek model” farklı basamaklar olarak görülmemektedir. Üçüncü grup ise “gerçek durum”, “gerçek model” ve “matematikselsel model”i matematiksel modelleme sürecinin basamakları olarak ele alındığını ve “gerçek

model” ile “durum model”inin ayırt etmemektedir. Dördüncü gruptaki araştırmacılar ise matematiksel modelleme sürecinin basamaklarını “gerçek durum” ve “matematiksel model” basamaklarını içerecek şekilde modellemişlerdir. Bu matematiksel modellemelere göre matematiksel modelleme sürecinde “gerçek model” ve “durum modeli” basamakları gerçekleşmeden gerçek durumdan doğrudan matematiksel modele geçiş söz konusudur. Borromeo-Ferri (2006) bu durumun kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin bir sonucu olarak ortaya çıktığını düşünmektedir. Sonuç olarak Borromeo-Ferri (2006), COM<sup>2</sup> projesinde yürütülen uzun çalışmalar sonucu “durum modeli”ni “durumun zihinsel temsili” olarak adlandırmış ve matematiksel modelleme sürecini Şekil 6’deki gibi modellemiştir.



Şekil 6. Bilişsel perspektif altında matematiksel modelleme döngüsü (Borromeo-Ferri, 2006)

Bu modellemeye göre, gerçek durum ve durumun zihinsel temsili matematiksel modelleme sürecinin bir basamağı olarak ele alınmamaktadır. Çünkü gerçek durum etkinlikte verilen durum olduğundan öğrencilerin modelleme süreci bu basamaktan sonra başlamaktadır. Durumun zihinsel temsili ise öğrencilerin çalışmaları sırasındaki ifadelerinden belirlenemeyecek bir olgudur. Çünkü zihinsel şemalar aynı duruma ilgili uzun süreli çalışmalar doğrultusunda belirlenebilir. Bu durumda zihinsel temsillerin dışa yansımaları olan gerçek modeller değerlendirilebilir. Ayrıca Borromeo-Ferri (2006), Blum ve Leiß (2007)'den farklı olarak “sunma” basamağını matematiksel modelleme sürecine dahil etmemiştir. “Sunma” basamağı matematiksel modelleme sürecinde yürütülen çalışmaların paylaşımını ve modelin yorumlanmasını gerektiren bir basamaktır. Bu basamakta bireyler modelleme süreçlerini ve modellerini diğer öğrencilerle tartışma fırsatı bulurlar. Grup

çalışmalarıyla yürütülen modelleme süreçlerinde zaten tartışma, doğrulama ve yorumlama süreçleri derinlemesine yaşandığından, “sunma” basamağı daha yüzeysel olarak model dökümantasyon süreci olarak kalmaktadır. Bu sebeplerden dolayı Borromeo-Ferri (2006), Blum ve Leiß (2007)’den farklı olarak “sunma” basamağını matematiksel modelleme sürecine dahil etmemiştir.

Şen-Zeytun (2013), öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreci boyunca geçtiği basamakları belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, matematiksel modelleme sürecinde geçilen basamakların yanı sıra bu basamakların içerdiği alt basamakları da belirlemiştir. Şen-Zeytun (2013) matematiksel modelleme sürecini aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

### 1. Anlama

A. Doğru anlamayı sağlamak için problemi okuma/tekrar okuma

B. Problemi çeşitli koşullarda değerlendirme

a. Matematiksel yapı

b. Matematiksel içerik

c. Zorluk derecesi

d. Problemin bağlamsal yapısı

C. Verilen bilgileri özetleme

a. Anahtar noktaları yazma

b. Çizim kullanma

### 2. Planlama

A. Zihinde problem durumunu hayal etme ve temsil etme

a. Kendilerini problem durumunda hayal etme

b. Bağımlı/bağımsız bağlamları gözünde canlandırma

B. Plan tasarlama

a. Bir önceki deneyim ile problemin bağlantısını kurma

b. Değişkenleri ve kriterleri belirleme



c. Varsayımlar yapma

- i. Problemi kolayca çözebilmek için varsayımları basitleştirme
- ii. Sezgisel cevapların doğruluğunu güçlendirmek için destekleyici varsayımlar
- iii. Problemin bağlamı hakkındaki bilgilereine dayalı varsayımlar

d. Durum modelini çizme

e. Matematiksel kavramları kullanmak için araştırma yapma

f. Aşağıdaki imkanları sağlayacak bir plan oluşturmayı amaçlama

- i. Sezgisel cevapları ispatlama
- ii. Bir formül/matematiksel ifade ile sonuçlanma

C. Bir çözüm yoluna karar verme

- a. Gerçek tabanlı sezgisel karar verme
- b. Uygun/pratik çözüm yolu seçme
- c. Genel bir çözüm yaklaşımına karar verme ve hemen çalışmaya başlama
- d. Grup üyelerinden birinin çözümünü kullanmaya karar verme

3. Çalışma

A. Sezgisel bir karar dayalı planın uygulanması (matematikselleştirme değil)

B. Matematik kullanarak planı uygulama

- a. Matematiksel temsil etme
- b. Matematiksel ilerleme için stratejiler uygulama (matematiksel analiz)
  - i. Bir çözüme ulaşmak veya bir fikir ortaya koymak için özel durumların kullanımı
  - ii. Problemi kolayca çözebilmek için manipulatif ve manipulasyonların kullanımı
  - iii. Bilinmeyen değişkenler ve ilişkiler hakkında tahminde bulunma
  - iv. Bir çözüme ulaştırabilecek bazı (önemli) değişkenleri gözardı etme
  - v. Diğer öğrenciler tarafından geliştirilen fikirler üzerine çalışma

- vi. Amacın yeniden incelenmesi
- vii. Farklı hesaplama stratejileri kullanma
- c. İfadeleri basitleştirme
  - i. Varsayımlar yaparak
  - ii. Mantıklı varsayımlar kullanarak
  - iii. İfadeleri kıyaslanabilir bir formda yazma
- 4. Yorumlama ve Doğrulama
  - A. Yorumlama ve doğrulama yok
  - B. Yorumlama/yanlış yorumlama
  - C. Doğrulama
    - a. Gerçek yaşamda yorumlayarak ulaşılan çözümü doğrulama
    - b. Sonuçların doğruluğunu kontrol etmek için matematiksel gerçekler veya değişkenlerin bazı özel değerlerini kullanma
    - c. Cevabın amaçlarını yerine getirip getirmediğini çapraz kontrol etme
    - d. Modellerinin doğruluğunun kontrolü için alanında uzman yetkiliye sorma
- 5. Sunum
  - A. Notasyonlar ve varsayımları açıklama
  - B. Çözümü aşağıdakilere odaklanarak sunma
    - a. Sonuçlar
    - b. Prosedür ve nedenler

Şen-Zeytun (2013) tarafından tanımlanan süreç incelendiğinde diğer tanımlanan süreçlerden farklı olarak her süreç için öğrencilerin yaşayabileceği farklı alt-süreçleri tanımladığı görülmektedir. Örneğin, birinci basamak olan “anlama” basamağında öğrencilerin yaşayacağı üç farklı alt-süreç tanımlanmaktadır. Bu basamak için alt-süreçler “doğru anlamayı sağlamak için problemi okuma/tekrar okuma”, “problemi çeşitli koşullarda değerlendirme” ve “verilen bilgileri özetleme” şeklinde tanımlanmaktadır.

Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı çalışmalar incelendiğinde, genel olarak hem fikir olunan durumun matematiksel modelleme sürecinde hedefe ulaşmak için katı bir prosedürün söz konusu olmadığıdır (Örn. Borrmoeo-Ferri, 2006; Blum ve Niss, 1991; Crouch ve Haines, 2004; Lesh ve Doer, 2003). Bir diğer hem fikir olunan durum ise matematiksel modelleme sürecinin döngüsel bir süreç olduğudur (Zbiek ve Conner, 2006). En genel anlamıyla matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında etkileşimlerin yaşandığı bir süreç olarak açıklanmaktadır. Yapılan tanımlamalar ise bu iki dünya arasında yaşanan etkileşimlerin hangi basamakları içerdiği konusunda farklılaşmaktadır. Bu basamaklar bazı çalışmalarda daha basit açıklanırken, bazı çalışmalarda oldukça ayrıntılı şekilde ele alınmaktadır. Hatta bazı çalışmalarda basamaklar boyunca ilerlenirken yaşanacak alt-süreçler tanımlanmakta ve alt-süreçler arası geçişler ayrıntılı şekilde ele alınmaktadır. Matematiksel modelleme sürecinde bir basamaktan başka bir basamağa geçiş olarak adlandırılabilir olan ilerleme ise, bilişsel engellerin başarılı bir şekilde üstesinden gelmeyi gerektirmektedir (Blum, 2007'den akt. Ludwig ve Reit, 2013a). Bu ilerlemenin sağlanması yani karşılaşılan bilişsel engellerin aşılması için de bireylerin bazı yeterliklere sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu yeterlikler ise alanyazında "matematiksel modelleme yeterlikleri" olarak adlandırılmaktadır. Bu bağlamda Blum ve Kaiser (1997) de tanımladıkları matematiksel modelleme süreci basamaklarını dikkate alarak bu basamaklar arası geçişi sağlayan matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere ait alt-yeterlikleri tanımlamıştır (akt. Maaß, 2006). Bu çalışmada da matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasını sağlayan matematiksel modelleme yeterlik ve alt-yeterliklerinin ayrıntılı şekilde tanımlanmasından dolayı Blum ve Kaiser tarafından tanımlanan matematiksel modelleme süreci benimsenmiştir.

### **2. 1. 1. 3. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri**

Şimdiki ve gelecek yaşamlarında bilimsel, çevre ve günlük yaşam gibi alanlarda karşılaştıkları problemleri çözebilen bireyler yetiştirmek eğitimin hedeflerinin başında gelmektedir. Bunu sağlayacak yaklaşımların başında ise matematiksel modelleme yaklaşımı gelmektedir. Bu yaklaşıma göre bireyler gerçek yaşamdan bir probleme matematiksel çözümler getirir ve çözümlerini gerçek dünyada yorumlar. Ancak bu gerçekleştirilirken yaşanan bilişsel süreçte bazı engellerle karşılaşılır. Karşılaşılan engellerin başarıyla aşılabilmesi için bazı yeterliklere ihtiyaç duyulur. İlgili alan yazında adı geçen yeterlikler "matematiksel modelleme yeterlikleri" olarak adlandırılır.

Literatür incelendiğinde bazı çalışmaların matematiksel modellemeyi bir beceri, bazı çalışmaların ise bir yeterlik olarak ele aldığı görülmektedir (Henning ve Keune, 2007).

Yapılan tanımlamalar “modelleme yeterlikleri” ile “modelleme becerileri” arasındaki farkı açıklamaktadır. Kaiser (2007) matematiksel modelleme yeterliklerini, sadece beceri değil aynı zamanda gerçek dünyaya dayalı matematiksel yönleri dikkate alarak matematiksel modelleme yoluyla problemlerle çalışmak için bilinçli ve derinlemesine hazır olmak olarak tanımlamaktadır. Henning ve Keune (2007) matematiksel modelleme becerilerinin doğrudan gözlenemeyeceğini, ancak öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışırken sergilemiş oldukları davranışların gözlemlenebileceğini, bu nedenle teorik incelemeler ve deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlara dayanarak matematiksel modelleme yeterlikleri üzerine odaklanması gerektiğini vurgulamaktadır. Matematiksel modelleme yeterliği, model oluşturma etkinliklerinde karşılaşılan zorluklarla baş etmede matematiksel modelleme becerisini işe koşmak için bilinçli bir şekilde hazır olunması olarak tanımlandığında, öğrenci çalışmaları sırasında gözlemlenen davranışların matematiksel modelleme yeterlikleri olduğu söylenebilir. Bu bağlamda bu çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri ele alınacaktır.

Bu bölümde matematiksel modelleme yeterliği tanımının daha iyi anlaşılması için öncelikle yeterlik ve matematiksel yeterlik terimlerinin tanımları yapılmış, ardından matematiksel modelleme yeterliği tanımlanarak, literatürce kabul gören alt yeterlikler ve performans göstergeleri tanıtılmıştır.

Yeterlik, verilen bilgili birinin verilen bir durumdaki zorluklara yanıt vermek için harekete geçmeye bilinçli ve derinlemesine hazır olmasıdır (Blum ve Jensen, 2006’dan aktaran Jensen, 2007). Tanımından anlaşılacağı gibi “eylem” yeterlik kavramının temelidir. Burada “eylem” verilen durumda bireyin belirli özelliklerle ilgili bilinci ile yönlendirilmesidir (Jensen, 2007). Bu eylem esnasında durumla ilgili güçlü kavrayış yeterliğinin de güçlü olmasını gerektirmez ve her yeterlik belirli bir olgunluğa getirilebilir. Ayrıca yeterlikler, yeterlik tanımında adı geçen “verilen durum”un tarihsel, sosyal, psikolojik v.b.” durumları anlamında bağlamsaldır (Wedegé, 1999’dan aktaran Jensen, 2007). Yapılan tanımlamalardan da anlaşılacağı gibi yeterlik, değerlendirilmesi ele alınan ve açıkça bir kişi tarafından kullanılan bir beceridir (Weinert, 2001’den aktaran Ludwig ve Reit, 2013b). Daha geniş anlamda bu tanımlama, matematiksel modelleme yeterliğini “eylem için yönelmek” olarak tanımlayan Blomhøj ve Jensen (2003) tarafından yapılan tanımlama ile uyum göstermektedir.

Matematiksel yeterlik ise yeterlik tanımına paralel olarak ele alındığında, yeterlik tanımında geçen “verilen durum” ifadesindeki durumun matematik alanında bağlamsal olduğu yeterlik olarak tanımlanabilir. Yeterlik tanımında belirtilen zorluklar matematiksel olduğunda buna matematiksel yeterlikler denir. Yani matematiksel yeterlik, bir kişinin verilen bir durum ile ilgili matematiksel zorlukların bazılarında eyleme geçmek için bilinçli

ve derinlemesine hazır olması olarak tanımlanabilir (Jensen, 2007). Blomhoj ve Jensen (2007), matematiksel yeterliği “bireyin verilen bir durumda belirli bir matematiksel zorluğuna cevap vermek üzere harekete geçmeye derinlemesine hazır olması” olarak tanımlamaktadır. Matematik eğitiminin gelişimi amacıyla matematiksel zorlukların neler olduğu hakkında yapılan analizler ve tartışmalarla, matematiksel zorluklar çeşitlendirilmiş ve konuya özgü matematiksel yeterlikler belirlenmiştir. Niss (1999), matematiksel yeterlikleri iki genel gruba ayırmıştır. Birinci grup matematiksel yeterlikler *matematiksel sorular sormayı ve cevaplarmayı* içeren matematiksel düşünme, problem kurma/çözme, matematiksel modelleme ve matematiksel muhakeme yeterlikleridir. İkinci grup matematiksel yeterlikler ise *matematiksel dil ve araçları yönetmeyi* içeren matematiksel varlıkları temsil, matematiksel sembolleri/biçimleri ele alma, matematik hakkında iletişim, matematik ile iletişim, matematiksel iletişim ve araç / gereçlerin kullanımı yeterlikleridir. Görüldüğü gibi matematik bağlamındaki yeterliklerin bağlamları da kendi içlerinde özelleştirilmiş ve matematiksel yeterliğin içerisinde olan yeterlikler tanımlanmıştır. Bu çalışmada özel olarak matematiksel yeterlikler arasında yer alan matematiksel modelleme yeterliği ele alınmıştır.

Yeterliğin ve matematiksel yeterliğin tanımları göz önüne alındığında, matematiksel modelleme yeterliği, verilen durumun matematiksel modelleme bağlamında olduğu yeterlik olarak tanımlanabilir. Belirtilen zorluklar ise matematiksel modelleme sürecine aittir. Yani matematiksel modelleme yeterliği, bir kişinin verilen bir durumda matematiksel modelleme sürecinin tüm aşamaları boyunca karşılaştığı zorluklarla başetmede bilinçli ve derinlemesine hazır olması olarak tanımlanabilir (Jensen, 2007). Blomhøj ve Jensen (2003) de benzer şekilde matematiksel modelleme yeterliğini, bir kişinin belirli bir durumda bir matematiksel modelleme sürecini tüm basamakları boyunca yürütmek için derinlemesine hazır olması olarak tanımlamaktadır. Maaß (2006), matematiksel modelleme yeterliklerini, matematiksel modelleme sürecini amaca yönelik ve uygun bir şekilde tamamlamak için gerekli olan yeterlik ve yeteneklerin bütünü olarak tanımlamakta ve aynı zamanda matematiksel modelleme yeterliklerinin bireyin sahip olduğu yeterlikleri süreç içinde eyleme dönüştürmede bilinçli ve derinlemesine hazır olmasını da içerdiğini belirtmektedir. Bu çalışmada da matematiksel modelleme yeterliği, yeterlik kavramının genel tanımına uygun bir şekilde, bireyin, belirli bir durumda matematiksel modelleme sürecinin tüm aşamalarını başarmak için gerekli kavrayış ve hazır olma durumu olarak ele alınmıştır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri birçok faktör içeren, bilişsel psikolojik yönlere (gerçek yaşamdan matematiğe geçiş sürecindeki farklı düşünme stillerinin etkisi gibi) ulaşan oldukça karmaşık bir yapıdır (Borromeo-Ferri, 2010). Matematiksel modelleme

yeterliklerinin tam olarak anlaşılması, alt yeterliklerin tespit edilerek daha da detaylandırılması için yeterliklerin doğrudan matematiksel modelleme süreci ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir (Maaß, 2006). Bu bağlamda Blum ve Kaiser (1997) matematiksel modelleme yeterliklerini anlamlandırmış oldukları matematiksel modelleme sürecine bağlı olarak tanımlamış ve bu yeterlikleri de detaylandırarak her yeterliğin içerdiği alt-yeterlikleri belirlemiştir. Bu sınıflama Tablo 3'de verilmiştir (Blum ve Kaiser 1997'den aktaran Maaß, 2006):

Tablo 3. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Alt Yeterlikler

A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterlikleri
A1. Problem için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme yeterliği
A2. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme yeterliği
A3. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği
A4. Problemi çözmek için uygun/ulaşılabilir bilgileri bulma ve ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterliği
B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterlikleri
B1. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği
B2. Gerektiğinde ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme ayrıca nicelik ve ilişkilerin sayısı ile karmaşıklığını azaltma yeterliği
B3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak temsil etme yeterliği
C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterlikleri
C1. Problemi daha küçük parçalara bölme, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme, probleme farklı bir formda bakma, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi buluşsal stratejiler kullanma yeterliği
C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği
D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterlikleri
D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği
D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği
D3. Problemin çözümünü uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme yeterliği

Tablo 3'ün devamı

## E. Çözümü doğrulama yeterlikleri

- 
- E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapma yeterliği
  - E2. Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği
  - E3. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği
  - E4. Genel olarak modeli sorgulama yeterliği
- 

Görüldüğü gibi bu tanımlanan matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere ait alt-yeterlikler, matematiksel modelleme sürecindeki zorluklarla baş etmek için gerekli yeterliklerdir. Yani matematiksel modelleme sürecinin basamaklarına paralel olarak karşılaşılan zorlukların ortadan kaldırılmasına olanak sağlayacak yeterlikler ve alt-yeterliklerdir.

Maaß (2006) ise, Blum ve Kaiser (1997) tarafından tanımlanan bu matematiksel modelleme yeterliklerini “matematiksel modelleme sürecinin bir basamağının yürütülmesi için kısmi yeterlikler” olarak adlandırmakta ve tüm matematiksel modelleme sürecinin tamamlanması için önemli başka yeterliklerin de olduğunu belirtmektedir. Maaß (2006) tarafından matematiksel modelleme yeterlikleri;

- matematiksel modelleme sürecinin bir basamağının yürütülmesi için gerekli bilişsel yeterlikler (Matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanması için gerekli yeterlikler. Örneğin, gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterlikler),
- üst-bilişsel matematiksel modelleme yeterlikleri, örneğin matematiksel modelleme yaparken genel sürecin ve alt süreçlerin konumunun ve anlamının farkında olma,
- gerçek dünya problemini yapılandırma ve hedefe yönelik çalışma yeterlikleri,
- tartışma ve dokümantasyon yeterlikleri (matematiksel modelleme sürecini rapor haline getirme ve süreç/model hakkında tartışma),
- problem çözümü için matematiksel modellemenin potansiyeline yönelik bilgi ve bu potansiyeli kullanmaya karşı olumlu tutum, duyuşsal yeterlikler

olarak tanımlanmıştır.

Blum ve Leiß (2007), matematiksel modelleme yeterliklerini matematiksel modelleme döngüsünün basamakları ile açıklamakta Maaß (2006) tarafından tanımlanan diğer matematiksel modelleme yeterliklerini dikkate almamaktadır. Blum ve Leiß (2007) matematiksel modelleme yeterlikleri Şekil 5 incelenerek görülebilir. Şekil 5’de görüldüğü

gibi Blum ve Leiß (2007) matematiksel modelleme yeterliklerini matematiksel modelleme sürecinin alt süreç basamaklarındaki zorluklarla başatme olarak ele almakta ve alt süreçlere yönelik yeterlikleri “ görevi anlama, basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, doğrulama ve sunma” olarak tanımlamaktadır.

Diğer taraftan Kaiser (2007) kendine ait yayınlanmamış çalışma sonuçlarını ve Maaß (2006) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme yeterliklerini göz önünde bulundurarak matematiksel modelleme yeterliklerini;

- Kendi tarafından geliştirilen matematiksel tanımla (ki bu bir modeldir) gerçek dünya probleminin en azından bir bölümünü çözme,
- Matematiksel modelleme süreci hakkında üst-bilginin (meta-knowledge) aktive edilerek matematiksel modelleme süreci hakkında yansımalar yapma,
- Durum ile ilgili matematik ve gerçeklik arasındaki bağlantıları derinlemesine anlama,
- Sadece bir ürüne odaklı değil süreç odaklı olarak da matematik algısını derinleştirme,
- Matematiksel modellemenin kişinin deneyimlerinden etkilendiğini ve sonuçları kişiden kişiye değişeceğini derinlemesine anlama, yani, matematiksel modelleme sürecinin mevcut matematiksel araçlara, kişisel matematiksel yeterliklere ve amaçlara bağlılığını anlama,
- Bir grup içinde çalışma ve matematik hakkında/matematik yoluyla iletişim kurma

olarak alt-yeterliklere ayırmaktadır. Buradan da görüldüğü gibi Kaiser (2007) matematiksel modelleme sürecinin tamamlanmasına yönelik bilişsel yeterliklerin yanı sıra, matematiksel modelleme için gerekli üst-bilgi, üst-biliş ve iletişim yeterliklerinin varlığına işaret etmektedir.

Matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasına yönelik yapılan çalışmalar her ne kadar bilişsel süreç yeterliklerinin yanı sıra üst-biliş, üst-bilgi ve duyuşsal matematiksel modelleme yeterliklerinin matematiksel modelleme sürecini etkilediği vurgulansa da, çalışmalar daha çok bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerine odaklanmaktadır. Örneğin, Grünewald (2012), Maaß (2005) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme sürecine göre, modelleme yeterliklerini;

- Gerçek dünya problemini basitleştirme,
- Amacı tanımlama,
- Problemi belirleme,
- Merkez değişkenleri ve değişkenler arası ilişkileri belirleme,



- Matematiksel durumları formülize etme,
- Bir model seçme,
- Gerçek dünya bağlamında çözümleri yorumlama,
- Çözümlerin uygunluğunu doğrulama,

olarak ayırt edilebileceğini belirtmektedir. Benzer şekilde Grünewld (2012), Zöttl (2010) tarafından yürütülen çalışmayı dikkate alarak matematiksel modelleme sürecinin üç alt-yeterliğini;

- Basitleştirme-Yapılandırma-Matematikselleştirme,
- Matematiksel olarak çalışma,
- Yorumlama-Doğrulama,

olarak tanımlamaktadır. Ancak görüldüğü gibi bu tanımlamalar matematiksel modelleme yeterliğini, matematiksel modelleme sürecinin alt basamakları olarak ele almakta, alt basamaklara yönelik yeterliklerin içerdiği alt-yeterlikleri ayrıntılı olarak ele almamaktadır.

Yapılan tanımlamalardan ve ayrıntılandırma çalışmalarının sonuçlarından görüldüğü gibi matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanması için gerekli yeterliklere sahip olma kavramı, sürecin her bir aşaması için alt-yeterliklere sahip olma kavramlarına bölünebilmektedir. Ayrıca anlaşılacağı gibi matematiksel modellemenin tanımlanan alt yeterlikleri, modelleyicileri matematiksel modelleme sürecinin belli basamaklarını yeterli şekilde yürütmek için etkinleştiren matematiksel modelleme yeterliklerinin gerekli birer parçalarıdır. Bununla beraber Zöttl (2010), yeterliklerin varlığının, otomatik olarak genel matematiksel modelleme yeterliklerinin varlığını içermediğini vurgulamaktadır (aktaran Grünewld, 2012). Bu bağlamda akla matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin varlığı, ait oldukları yeterliklerin varlığını gerektirir mi? sorusu akla gelmektedir. Başka bir deyişle Blum ve Kaiser tarafından tanımlanan matematiksel modelleme yeterliklerine ait alt-yeterliklerinin her birinin var olma durumu, ait oldukları yeterlikleri yorumlamaya imkan sağlayıp sağlamadığı sorusu cevap verilmesi gereken bir soru olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin alt-yeterlikler bağlamında değerlendirilmesinin önem arz ettiği söylenebilir. Bu bağlamda bu çalışmada matematiksel modelleme yeterliği, Blum ve Kaiser (1997) tarafından tanımlanan ve Maaß (2006) tarafından aktarılan “*gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma*”, “*gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma*”, “*matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme*”, “*matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama*”, “*çözümü doğrulama*” süreçleri boyunca karşılaşılan zorluklarla bilinçli baş etme olarak tanımlanmakta ve bu süreçlerin içerdiği alt-yeterlikler dikkate alınmaktadır. Bahsedilen matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkarılması ve geliştirilmesi için ise matematiksel model oluşturma etkinlikleri kullanılabilir.

#### 2. 1. 1. 4. Matematiksel Model Oluşturma Etkinlikleri

Matematiksel modelleme etkinliklerinin tanımı, kullanım amacına yönelik bakış açılarından etkilenmektedir. Bunun için öncelikle uygulama ve matematiksel modelleme etkinlikleri arasındaki farkı tartışmak gerekmektedir. Uygulama etkinlikleri olarak adlandırılan etkinlikler matematikten gerçek dünyaya geçiş odaklıdır. Model zaten öğrenilmiş ve inşa edilmiştir. Bu tür etkinliklerde “Matematiksel bilginin bu bölümünü nerede kullanabilirim?” sorusuna cevap aranır (Stillman, 2012). Matematiksel modellemede ise odak gerçek dünyadan matematiğe doğrudur. Matematiksel model gerçek yaşam durumunun matematikselleştirilmesi ve belirtilmesi ve idealleştirilmesi yoluyla inşa edilir. Bu tür etkinliklerde “Bu problemin çözümünde bana yardımcı olabilecek matematiği nerede bulabilirim?” sorusuna cevap aranır (Stillman, 2012). Her iki etkinlik türü de sınıflarda kendine yer bulmaktadır. Bu çalışmada amaç öğrencilere gerçek yaşamda karşılaşacağı problemlere çözüm getirebilecek yeterliklerin kazandırılması olduğundan, gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerin çözümü için bana yardımcı olacak matematiği nerede bulabilirim sorusuna cevap aranacak matematiksel modelleme etkinlikleri ele alınmıştır.

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan matematiksel modelleme tanımlamaları aynı çerçevede ele alınmış olsa da, matematiksel modelleme müfredat tartışmaları ve uygulamalarda kullanıldığında farklı yorumlamalara sahiptir (Stillman, 2012). Bu yüzden de matematiksel modelleme etkinlikleri de farklı bakış açılarından etkilenmektedir. Bir bakış açısı matematiksel modellemeyi belirli matematiksel içeriğin ilişkisini gösteren, geliştiren ve motivasyon veren bir *araç* (örn. Chinnappan, 2010) olarak ele alırken, diğer bir bakış açısı ise matematiksel modellemeyi matematiksel öğrenmelerin gerçekleştirilmesi için bir araç olarak görmek yerine *amaç* olarak ele almaktadır (örn. Blomhoj ve Jensen, 2007). Lesh ve Doerr (2003) tarafından tanımlanan *model ve modelleme yaklaşımı*, ilk bakış açısıyla doğrudan ilişkili iken, ikinci bakış açısının elemanlarını da içeriğe dahil ederek matematiksel modellemeye daha geniş bir bakış açısı sunmaktadır. Yani matematiksel modelleme matematiksel kavramların öğretimi için araç iken, aynı zamanda kazanılması gereken bazı matematiksel modelleme yeterlikleri söz konusudur. Lesh ve Doerr (2003) bu tür etkinlikleri hem süreç ve hem de modeli içeren “model oluşturma etkinlikleri (MOE)” olarak adlandırmaktadır. Stillman (2012) ise kendi bakış açısını ilk bakış açısını kapsayan ikinci bakış açısı olarak ele almaktadır. Yani matematiksel modelleme bir amaçtır ancak bu amaca ulaşırken bazı matematiksel kavramların öğretimi de gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada ise Stillman (2012) tarafından tanımlanan bakış açısı benimsenmiştir. Çünkü bu çalışmada matematiksel modellemenin

matematik eğitimin amacı olarak ele alınması gerektiği ve matematik eğitiminde öğrenilecek kavramlardan uzaklaşmadan bazı matematiksel kavramların öğrenimi veya genişletilmesine fırsatlar sunulması gerektiği düşünülmektedir. Bu tür etkinlikler hem süreç hem de model odaklı olduğundan MOE olarak adlandırılabilir.

İlk kez Lesh ve arkadaşları (2000) tarafından tanımlanan MOE'ler, gerçek dünyadan problem senaryolarının sunulduğu, öğrencilerin sadece problem durumunu çözmeye yarayan bir model oluşturulmasının gerektiği bir etkinlik olmak yerine, aynı zamanda başka bağlamlara da genellenebilen bir model geliştirmelerini gerektiren matematik tabanlı etkinlikler olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Harel, 2003). Benzer şekilde model oluşturma etkinlikleri, öğrencilerin anlamlı durumların mantıklı çıkarımlarında buldukları, icat ettikleri, genişlettikleri ve kendi matematiksel yapılarını geliştirdikleri öğretim tasarımının belli ilkelerini kullanarak oluşturulmuş problem çözme etkinlikleri olarak tanımlanmaktadır (Kaiser ve Sriraman, 2006). MOE'ler öğrencilere iki farklı fırsat sağlamaktadır. Bunlardan birincisi önceden öğrenilmiş oldukları bilgilerin uygulanmasının yapılması, ikincisi ise gerçek yaşam durumlarını matematikselleştirme yoluyla matematiksel konuları daha da derinlemesine anlamalarının sağlanmasıdır (Yoon, Dreyfus ve Thomes, 2010). Bu çalışmada da matematiksel model oluşturma etkinlikleri, öğrencilerin önceden öğrenmiş oldukları bilgileri kullanarak gerçek yaşam problemini matematikselleştirme yoluyla matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmelerine ve geçmiş öğrenmelerini genişletmeye veya anlamlandırmaya olanak sağlayan etkinlikler olarak tanımlanmaktadır.

Matematiksel modellemenin öğretimde ele alınmasına yönelik farklı araştırmacılar tarafından farklı bakış açıları benimsense de, MOElerin bazı prensipleri sağlaması gerektiği fikir birliği sağlanan bir konudur. Bu prensiplerin belirlenmesine yönelik uzman öğretmenlerle uzun süreli çalışmalar yapılmış ve gerçek yaşam problemlerini temsil eden 6 prensibi olduğu belirtilerek, model oluşturma etkinlikleri geliştirilirken bu öğretimsel prensiplerin benimsenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post, 2000). Lesh ve diğerleri (2000) tarafından tanımlanan bu prensipler şu şekildedir:

1. *Kişisel Anlamlılık Prensibi ( Gerçeklik Prensibi):*

Etkinlik gerçek veya gerçeğe yakın verilere dayanan, anlamlı ve bireylerin günlük yaşamlarıyla ilgili olmalıdır. "Bu gerçekten gerçek hayat durumlarında olabilir mi?", "Öğrenciler, kendi kişisel bilgi ve deneyimlerinin genişletilmesine dayanarak durumu anlamlaştırmaya teşvik edilebilecek mi?", "Öğrenci fikirleri ciddiye alınacak mı ya da öğrenciler problem durumu için düşünülecek (tek) doğru yolun öğretmenlerin (veya yazarların) düşüncesine riayet etmek zorunda mı bırakılacak?" sorularına cevap verilmelidir.

## 2. Model Yapılandırma Prensibi:

Etkinlik model oluşumuna izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu model elemanlar, bu elemanlar arasındaki ilişkiler ve işlemler ile bu ilişkileri düzenleyen desen ve kurallardan oluşmalıdır. “Etkinlik öğrencilerin bir model oluşturulması, değiştirilmesi, genişletilmesi veya düzeltilmesi için gerekli ihtiyacı açık bir şekilde fark etmelerini sağlıyor mu?”, “Etkinlik yapısal olarak önemli bir sistemi yapılandırmayı, tanımlamayı, açıklamayı, manipüle etmeyi (yararlı bir biçimde kullanma), tahmin etmeyi ve kontrol etmeyi içeriyor mu?”, “Önem, yüzeysel seviyedeki bilgilerden ziyade altında yatan ilişkilere ve düzenlere odaklı mı?” sorularına cevap verilmelidir.

## 3. Öz Değerlendirme Prensibi:

Bireyler kendi kendini değerlendirebilmeli veya çözümlerinin kullanılabilirliğini ölçebilmelidir. “Kriterler öğrencilerin alternatif cevapların yararlılığını değerlendirebilmeleri için açık mıdır?”, “Öğrencilerin verdikleri cevapların yeterince iyi olduğuna kendi kendilerine karar vermeleri mümkün olacak mı?”, “Hangi amaçlar için sonuçlara gerek duyuluyor? Kimin tarafından? Ne zaman?” sorularına cevap verilmelidir.

## 4. Model Dokümantasyon Prensibi:

Etkinlik öğrencilerin, problem durumuyla ilgili kendi düşünceleri ve çözüm yollarını açıkça ortaya çıkaracak yazılı bir doküman oluşturmalarını gerektirmelidir. “Cevap öğrencilerin durum (verilenler, hedefler, olası çözüm yolları) hakkında nasıl düşündüklerini açıkça ortaya çıkarmalarını gerektirecek mi?”, “Ne tür sistemler ( matematiksel nesnelere, ilişkiler, denklemler, örüntüler, düzenler) hakkında düşünüyorlar?” sorularına cevap verilmelidir.

## 5. Etkili Prototip Prensibi:

Üretilen model mümkün olduğunca basit fakat matematiksel olarak da bir o kadar önemli olmalıdır. “Önemli bir model için ihtiyaç oluştururken bile, durum mümkün olduğunca basit midir?”, “Çözüm yapısal olarak benzer çeşitli durumları yorumlamak için kullanışlı bir prototip sağlayacak mı?”, “Deneyim diğer yapısal olarak benzer durumları anlamlandırabilmek için güç veya açıklayıcı güce sahip olan bir hikâye sağlayacak mıdır?” sorularına cevap verilmelidir.

## 6. Model Genelleme Prensibi:

Yeniden kullanılabilir, paylaşılabılır, modifiye edilebilir modelleri üretmeyi düşünmeleri için öğrenciler, tek amaçlı yolları üretmenin ötesine gitmeye ikna edilmelidirler. Ortaya konulan çözümler genellenebilir veya benzer başka durumlara kolayca adapte edilebilir olmalıdır. “Oluşturulan kavramsal araç sadece belirli bir durum

için mi geçerli, yoksa durumların daha geniş bir aralığında geçerli olmak için kolayca değiştirilebilir ve genişletilebilir mi?" sorusuna cevap verilmelidir.

Fox (2006) de matematiksel modelleme etkinliklerinin erken dönemlerde (küçük yaşlarda) öğretimi için sahip olması gereken nitelikleri şu şekilde tanımlamaktadır:

- Matematiksel modelleme etkinlikleri çocuklar için önemli olan ve ilgi alanına giren temalar etrafında hazırlanmalıdır. Etkinlikler çocukları kurulan problemi araştırma ve keşfetmeye teşvik etmelidir. Böylece çocuklar problem ile kendi kişisel anlamlandırmaları arasında bağ kuracak, yorumlamalarını test ve revize edecektir.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri açık uçlu olmalıdır. Önceden belirlenmiş doğru bir cevabı olmamalıdır. Böylece her öğrenci bir nebze de olsa başarılıdır. Etkinlikler grubun neyi önemli olarak kabul ettiklerine yönelik bir matematiksel model oluşturmaya fırsat vermelidir. Böylece modelin diğer grubun modelinden farkı ortaya çıkar.
- Dış gösterimi kullanarak problemi açıklamaya imkan sağlamalı. Bu dış temsil yazılı semboller, sözlü hesaplamalar, resim , diyagram v.b. olabilir. Yani erken yaşta okuma yazma becerilerine sahip olmayan çocuklarda model oluşturma sürecine katılabilir.
- Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğretmenin rolü doğrudan öğretmek değil, çocukların matematiksel gelişimlerine destek sağlamak ve kolaylaştırmaktır. Etkinlikler buna fırsat sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri fiziksel, duyuşsal, soyal ve bilişsel alanların gelişimine imkan sağlayacak niteliktedir.

Görüldüğü gibi Fox (2006), MOElerin gerçeklik ve öğrenci yaşantısına yakınlık, tek doğru cevabı olmama, model dokümantasyonuna imkan sağlama, fiziksel, duyuşsal, soyal ve bilişsel alanların gelişimine imkan sağlama prensipleri vurgulanmaktadır. Bu vurgular Lesh ve diğerleri (2000) tarafından yapılan vurgularla paralel niteliktedir.

Borromeo-Ferri (2014) de diğer araştırmacılara paralel olarak matematiksel modelleme etkinliklerinin,

- Açık
- Karmaşık
- Otantik (öğrencilerin gerçek dünya bağlamında yaşantılara sahip oldukları, gerçek ilişkiler kurmalarına imkan sağlayan içeriğe sahip olma)
- Gerçekçi
- Bir problem (öğrencide zihinsel karmaşıklık yaratan ve çözüm gerektiren bir durum içerikli olma)
- Matematiksel modelleme döngüsünün tüm basamakları boyunca çözülme

kriterlerini sağlaması gerektiğini vurgulamaktadır. Görüldüğü gibi burada da gerçeklik ve öğrenci yaşantısına uygunluk, öğrenciler tarafından kolay anlaşılabilirlik, bunun yanında modelleme sürecinden geçerek matematiksel model oluşturmaya teşvik eden zihinsel karmaşıklık yaratan içerikte olma MOElerin sağlaması gereken prensipler olarak vurgulanmaktadır.

Görüldüğü gibi matematiksel modelleme etkinliklerinin sahip olması gereken kriterler farklı sınıflandırmalar ile açıklansa da vurgulanan niteliklerin gerçeklik, model oluşturmaya imkan sağlama, bir probleme çözüm getirme prensipleri olduğu görülmektedir. Bu prensiplerin yanında Lesh ve diğerleri (2000) diğer araştırmacılardan farklı olarak MOElerin öz değerlendirme, etkili prototip ve model genelleme prensiplerini de sağlaması gerektiğini vurgulamaktadır. Matematiksel modelleme süreci dikkat alındığında farklı çözüm yolları üzerinde düşünme, matematiksel modeli yorumlama ve doğrulama süreçlerinin yaşanması için MOElerin öz değerlendirme prensibine uygun olması gerektiği düşünülmektedir. Benzer şekilde elde edilen çözümü genelleme ve gerçek bağlamlarda sonuçları yorumlama süreçlerinin yaşanması için de etkili prototip ve model genelleme prensiplerini sağlaması gerektiği düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada model oluşturma etkinliklerinin Lesh ve diğerleri (2000) tarafından tanımlanan prensiplere sahip olması gerektiği benimsenmiştir.

## 2. 1. 2. Konu İle İlgili Araştırmalar

Yapılan bu çalışmada bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamının, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine etkisi, alt yeterlikler bağlamında süreç analizi ile incelenecektir. Bu bölümde ise araştırmanın yürütülmesinde temel oluşturan ve mevcut probleme nasıl çözüm getirilebileceği ile ilgili fikir veren diğer çalışmalara kısaca yer verilecektir. Mevcut probleme çözüm getirmesi beklenen ve bu bağlamda literatür taramasına yön veren sorular şu şekildedir:

1. Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik öğrenme ortamları nasıl olmalıdır?
2. Matematiksel modelleme sürecinin tamamlanmasını olumsuz etkileyen zorluklar nelerdir?
3. Matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmeye yönelik yaklaşımlar nelerdir?

İlerleyen bölümlerde ise bu sorulara cevap verebilecek literatürdeki çalışmalar alt başlıklar altında özetlenecektir.

### 2. 1. 2. 1. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi İçin Öğrenme Ortamları Tasarlamaya Yönelik Yapılan Çalışmalar

PISA gibi önemli uluslar arası çalışmalar, matematik eğitiminin bir hedefi olarak gelecek ve şimdiki yaşamlarında matematiği kullanma kapasitelerinin geliştirilmesini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, gerçek hayatta karşılaşılan problemleri çözebilme becerisine sahip bireylerin yetiştirilmesinde bilindik sözel matematiksel problemlerin yetersiz kalması, matematik eğitimine matematiksel modelleme yaklaşımı ile bakılmasına sebep olmuştur. Bunu sağlamanın yolu ise öğrencilere diğer bilimlerde, çevremizde ve günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözebilmelerini sağlayacak yeterliklerin kazandırılmasıdır. Bu bağlamda okul matematiğinde matematiksel modellemeye daha fazla yer verilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Australia Ministry of Education, 2008; Department for Education and Employment, 1999; Ministry of Education, 1992; García, Maaß ve Wake, 2010; Jorgensen ve Ryan, 2004; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2009, 2011, 2012a, 2012b; NCTM, 2000; Niss, Blum ve Galbraith, 2007; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2003; Queensland Board of Senior Secondary School Studies, 2000; The New German Educational Standards and Curricula akt. Maaß, 2006; Victorian Curriculum and Assessment Authority, 2005). Bunun için de derslerde matematiksel modelleme etkinlikleriyle uğraşmak tamamen yeterli olmamakta birlikte öz-insiyatif ile matematiksel modelleme yeterliklerinin uyarılması merkezi bir önem taşımaktadır (Maaß,2006). Bu bağlamda öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin uyarılması ve geliştirilmesine olanak sağlaması ön görülen öğrenme ortamları tasarlanmış ve etkili öğrenme ortamının nasıl olması gerektiğine dair değerlendirilmeler yapılmıştır. Ancak yapılan çalışmalar gösteriyor ki eğitim ortamlarında matematiksel modellemenin tanımı, ele alınış amacı, öğretim programlarına entegre edilme ve öğrencilere sunulmuş biçimi konularında kabul görmüş ortak bir anlayıştan söz etmek mümkün değildir (Kaiser, Blomhøj ve Sriraman, 2006; Niss, Blum, ve Galbraith, 2007). Dolayısıyla, tüm dünyada kabul gören ve matematiksel modellemenin öğretimi ve öğrenimiyle ilgili bir teorinin varlığından söz etmek henüz mümkün değildir (Kaiser ve diğ., 2006). Ancak yapılan çalışmaları öğretimsel açıdan sınıflandırmak mümkündür.

Kaiser ve Sriraman (2006) matematiksel modelleme yaklaşımlarını bakış açılarına göre altı farklı grupta değerlendirmektedir. Buna göre matematiksel modellemeye bakış açıları, ana amaçlar ve matematiksel modellemeyi bu bakış açılarıyla ele alan araştırmacılara dair bilgiler Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Matematiksel Modelleme Yaklaşımları (Kaiser ve Sriraman, 2006)

Yaklaşım	Ana Amaç	Matematiksel Modelleme Etkinlikleri	Araştırmacı
Gerçekçi veya uygulamalı matematiksel modelleme	Gerçek bir içerikte uygulamalı problem çözme olarak matematiksel modelleme problemlerini çözebilme becerilerinin kazandırılması	Matematiksel bilginin mühendislik, çevre, diğer bilimler gibi alanlardaki problem durumlarında uygulanması	Pollak
Bağlamsal matematiksel modelleme	Yapaylıktan uzak, uygun gerçek bir bağlam içinde matematiksel kavramların öğretimi	<i>model oluşturma etkinlikleri</i>	Lesh ve Doerr
Eğitimsel matematiksel modelleme a. Didaktik matematiksel modelleme b. Kavramsal matematiksel modelleme	Pedagojik ve konu ile ilgili hedefler: a. Öğrenme süreçleri ve teşvikin yapılandırılması b. Kavrama giriş ve yapılandırma	Uygun süreçleri içeren ve kavram öğretme etkinlikler	Niss, Blum ve Galbraith
Epistemolojik veya teorik matematiksel modelleme	Matematiksel kavramlar arası ilişkilerin kurulması ve bunların üzerine konuşulması	Gerçekliğin ikinci planda olduğu, içinde matematik olan her uğraş	Mette Anderson
Sosyo-kritik matematiksel modelleme	Yaşanılan çevre ve kültürel yapıya uygun eleştirel düşünme becerileri kazandırma	Basitten karmaşığa matematik içeren modelleme etkinlikleri	Skovsmose
Üst-yaklaşım			
Bilişsel matematiksel modelleme	Matematiksel modelleme süreci boyunca ortaya çıkan bilişsel süreçlerin analiz edilmesi ve bu bilişsel sürecin anlaşılması	Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin düşünme süreçlerini anlama ve desteklemede yol gösterici bir ortam sağlar	Borromeo-Ferri

Yapılan bu sınıflandırma araştırmacıların öznel fikirlerine dayanmakta ve araştırmacılar da bu sınıflandırmanın yüzeysel bir sınıflandırma olduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca bu yaklaşımların kesin çizgilerle birbirinden ayrılması pek de mümkün değildir (Erbaş ve diğ., 2014).

Kaiser ve Sriraman (2006) tarafından yapılan sınıflandırmanın yanında, matematiksel modellemenin eğitimde ele alınma yaklaşımları kullanım amacı bakımından daha basit şekilde sınıflandırılabilir. Bunlardan ilki matematiksel modellemeyi *matematik*



*eğitiminin amacı* olarak ele alan bir yaklaşımken bir diğeri de matematiksel modellemeyi *matematiği öğretmek için bir araç (yöntem)* olarak ele alan bir yaklaşımdır (Galbraith, 2012'den aktaran Erbaş ve diğ., 2014; Gravemeijer, 2002; Julie ve Mudaly, 2007; Niss ve diğ., 2007). Birinci yaklaşımda matematiksel kavrama ve modeller öğretildikten sonra gerçek uygulamalarla desteklenir. Bu yaklaşımda amaç öğrencilerin bu model ve kavramları kullanarak matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesidir. İkinci yaklaşıma göre amaç matematiksel kavramların öğretimidir ve matematiksel modelleme bunun için bir araç olarak kullanılır. Bu yaklaşımda matematiksel yapıların oluşturulması, geliştirilmesi ve genelleştirilmesini ifade eden sürece daha çok vurgu yapılmaktadır (Erbaş ve diğ., 2014). Erbaş ve diğerleri (2014), Lesh ve Doerr (2003) tarafından ortaya atılan *Model ve Modelleme Yaklaşımı (MMY)* ve *Gerçekçi Matematik Eğitiminin* ortaya koyduğu matematiksel modelleme yaklaşımını (*emergent modeling*) (Gravemeijer, 2002; Gravemeijer ve Stephan, 2002) bu matematiksel modellemeyi araç olarak ele alan yaklaşımlar olarak değerlendirmektedir. Ayrıca Erbaş ve diğerleri (2014) bu iki yaklaşımın kesin olarak birbirinden ayırlamayacağını belirtmektedir.

Stillman (2012) de yukarıda ayrıntılı olarak değinildiği gibi matematiksel modellemeyi araç ve amaç olarak ele alan iki yaklaşımı vurgulamaktadır. Erbaş ve diğerleri (2014) tarafından yapılan sınıflandırmadan farklı olarak Lesh ve Doerr (2003) tarafından ortaya atılan MMY, bu iki yaklaşımın da ötesinde ele alınmıştır. Stillman (2012), MMY, matematiksel modellemeyi araç olarak ele almanın yanında genişleterek, amaç olarak ele alan yaklaşımı da içeren bir yaklaşım sergilemektedir. Ayrıca Stillman (2012), kendi yaklaşımını da bu iki yaklaşımın dışında tutmakta ve matematiksel modellemeyi amaç olarak ele aldığını ancak bu amaca ulaşırken bazı matematiksel kavramların öğretimi de gerçekleştirilebileceğini de belirtmektedir.

Bu çalışmanın amacı, matematik eğitiminin amacına paralel olarak, öğrencilerin şimdiki ve gelecek yaşamlarında karşılaştıkları problemleri çözebilecek yeterliklerinin geliştirilmesidir. Yani bu çalışmada matematiksel modelleme matematik öğretiminin bir amacı olarak ele alınmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik bir öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Ancak matematik öğretimini matematiksel kavramların genişletilmesi ve genelleştirilmesinden ayrı görmek mümkün olmayacağından (aksi taktirde bu matematiksel modelleme değil uygulama olacağından), öğrencilerin matematiksel kavramlarının genişletilmesine olanak sağlayacak bir öğrenme ortamının gerekliliği de yadsınamaz. Dolayısıyla bu çalışmada matematiksel modellemenin matematik öğretimine entegrasyonu Stillman (2012) bakış açısıyla ele alınmıştır.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesini amaçlayan araştırmacılar, matematiksel modellemenin sadece matematik için değil disiplinlerarası ele alınması gereken bir konu olduğunu vurgulamakta ve diğer disiplinlerde kullanılabilecek, matematiksel modelleme sürecinin tamamlanmasında rol oynayan matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi önemsenmektedir (örn. Blomhoj ve Jensen, 2007; Maaß, 2006). Bu bağlamda matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarının içerikleri incelendiğinde iki farklı yaklaşımın olduğu görülmektedir. Bunlardan ilki “*mikro-düzeyde yaklaşım*” ikincisi ise “*bütüncül yaklaşım*”dır (Grünwald, 2012). Bunun yanında da mikro-düzeyde ve bütüncül yaklaşımların denegelenmesi gerektiğini vurgulayarak her iki yaklaşımın kullanıldığı “entegre” çalışmalar da mevcuttur. Bu yaklaşımlar matematiksel modelleme yeterliklerinin (bazı çalışmalarda doğrudan yeterlik olarak ele alınmasa da matematiksel modelleme sürecinin tamamlanması olarak ele alınmıştır) nasıl geliştirileceği ve değerlendirilebileceği konularında fikir ayrılığı göstermektedir. İlerleyen bölümde matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl geliştirilmesine yönelik çalışmalar özetlenmiş, değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalara ise bölüm 2.1.2.3’de yer verilmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamları incelendiğinde Tablo 5’deki gibi sınıflandırma yapılabilir.

Tablo 5. Matematiksel Modellemeye Yönelik Öğrenme Ortamı Yaklaşımları

Yaklaşım	Tasarlanan Öğrenme Ortamları
1. Mikro-düzey Yaklaşım	Alt-yeterlik odaklı
	Teorik bilgi odaklı
	Serbest MOE odaklı
2. Bütüncül Yaklaşım	Matematiksel modelleme basamaklarını takip etme prosedürü odaklı
3. Karma Yaklaşım	Hem mikro-düzey hem bütüncül yaklaşım içerikli (Mikro-düzey ve bütüncül yaklaşım dengesi)

Matematiksel modellemeyi matematik öğretiminin amacı olarak ele alan “mikro-düzeyde yaklaşım”, “bütüncül yaklaşım” ve “karma yaklaşım”ın tamamına göre tasarlanan öğrenme ortamlarında odak nokta matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesidir. Dolayısıyla her iki yaklaşımda da matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik derslerin olması gerektiğine (Haines ve Crouch, 2001) ve böylece bu derslerde

matematiksel modelleme problemleri ile uğraşan öğrencilerin matematiksel modelleme süreci ile ilgili zihinsel alt yapılarının oluşturulmasına imkan sağlanabileceğine vurgu yapılmaktadır (Galbraith, 2012).

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik “mikro-düzeyde yaklaşım” sergileyen çalışmalarda, tasarlanan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterlikleri ayrı ayrı ele alınmaktadır. Yani bu yaklaşıma göre öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme sürecinin belirli bir basamağından diğer basamağına geçişte gerekli olan yeterlikleri kazandırılmaya yönelik etkinliklere yer verilmektedir. Her yeterlik ayrı etkinliklerle veya birkaç etkinlik tek bir etkinlikle ele alınarak geliştirilmektedir. Bu yaklaşımda matematiksel modelleme yeterliklerinin bütüncül olarak ele alınmasının, bazı yeterliklerin gölgede kalmasına ve yeterince üzerinde durulmamasına sebep olabileceği vurgulanmaktadır. Dolayısıyla matematiksel modelleme öğretiminde mikro-düzeyde yaklaşımla öğrenme ortamlarında her yeterlik ayrı ayrı ele alınmalıdır. Bu yaklaşımda tüm yeterlikler hakkında ayrı ayrı deneyime sahip bireylerden kazanmış oldukları bu yeterlikleri bir bütün haline getirerek matematiksel modelleme sürecini tamamlamada kullanması beklenmektedir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine mikro-düzeyde bir yaklaşımla bakan Crouch ve Haines (2004) gerçek modelden matematiksel modele geçiş yeterliğine odaklanılan bir öğrenme ortamında öğrencilerin bu yeterliklerinin gelişebileceğini belirtmektedir. Uluslararası literatürde bu yaklaşıma sahip çalışmalar genellikle matematiksel modelleme yeterliklerinin tanımlanması üzerine yoğunlaşmaktadır ve genellikle aynı araştırmacılar tarafından bu yaklaşımla çalışılmaktadır (Crouch ve Haines, 2004; Haines ve Crouch, 2001; Izard ve diğ., 2003).

Ulusal literatürde mikro-düzeyde bir yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamında yeterlik gelişimine yönelik bir çalışma Bal ve Doğanay (2014) tarafından yapılmıştır. Bal ve Doğanay (2014) çalışmalarında sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme konusunda yeterliklerini belirlemek üzere on beş açık uçlu sorudan oluşan matematik ön kavrama testi uygulamış ve öğretmen adaylarının değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözümlenmesi aşamalarında hatalar yaptıklarını belirlemişlerdir. Bu bağlamda hataların neden yapıldığı ayrıntılı şekilde incelenmiş ve bu doğrultuda matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamında uygulanacak eylem planları geliştirilmiştir. İlk eylem planında değişkenler hakkında açıklayıcı bilgiler verilmiş, ancak beklenen gelişim sağlanmadığından tekrar değişkenler hakkında daha ayrıntılı bilgiler içeren ikinci eylem planı yürütülmüştür. Üçüncü eylem planı olarak model oluşturma ve dikkat edilmesi gerekenler hakkında teorik ve uygulamalı bir plan gerçekleştirilmiştir. Son olarak modelin çözüm aşaması hakkında bilgi ve örnekler verilmiştir. Görüldüğü gibi bu

çalışmada matematiksel modelleme sürecindeki basamaklar ayrı ayrı ele alınarak mikro-düzeyde bir öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Sonuç olarak eylem planı sonunda öğretmen adaylarının işlem ve kavram başarılarının, değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözümlenmesindeki başarılarının arttığı görülmüştür.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik “bütüncül yaklaşım” benimseyen çalışmalarda ise, tasarlanan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterlikleri bir bütün olarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşıma göre matematiksel modelleme bir bütündür ve bireyler tüm matematiksel modelleme sürecini yaşayarak her yeterliğe ait deneyimi bir bütün içinde yaşamalıdır. Yani öğrenme ortamlarında ele alınan etkinlikler matematiksel modelleme sürecinin tamamına fırsat vermelidir. Bir etkinlik üzerine çalışan bireyler tüm matematiksel modelleme basamaklarından geçerek, bu basamaklar arası geçişlerde gerekli yeterliklerini sergilemelidir.

Bütüncül yaklaşıma dayalı olarak tasarlanan öğrenme ortamlarında odak nokta öğrencilere matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçilmesine fırsatlar sunulması olsa da kendi içinde öğrenme ortamları farklılık göstermektedir. Bu çalışmalarda tasarlanan öğrenme ortamları “teorik bilgi odaklı”, “serbest MOE odaklı” ve “matematiksel modelleme basamaklarını takip etme prosedürü odaklı” öğrenme ortamları olarak gruplandırılabilir.

Bütüncül yaklaşıma dayalı teorik bilgi odaklı tasarlanan öğrenme ortamlarında öncelikle matematiksel modelleme ve matematiksel modelleme sürecine yönelik teorik bilgi odaklı dersler yürütülmekte, ardından bu teorik bilgiler doğrultusunda matematiksel modelleme sürecine yönelik hiçbir yönerge içermeyen ancak gerektiğinde öğretmen tarafından stratejik ip uçlarının verildiği, serbest çalışılan MOE’ler uygulanmaktadır. Matematiksel modellemeye yönelik bu tür bir öğrenme ortamı birçok araştırmacı tarafından tasarlanmış ve sonuç olarak matematiksel modelleme süreci hakkındaki bilginin matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasında pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir (Bukova-Güzel, 2011; Galbraith ve Clatworthy, 1990; Ji, 2012; Kaiser, 2007; Kaiser ve diğ., 2010; Maaß, 2006; Mehraein ve Gatabi, 2014a).

Maaß (2006), matematiksel modellemeye yönelik 15 ay süren bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Bu öğrenme ortamında öncelikle matematiksel modelleme süreci hakkında bilgi verilmiş ardından grup çalışmaları, sınıf tartışmaları, bireysel çalışmalar yürütülmüştür. Bunun yanında ev ödevleri de verilmiştir. Bu etkinlikler boyunca öğrenciler bir yönerge olmadan serbest bir şekilde çalışmışlardır. Öğrenme ortamı ön ve son testler ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak düşük seviyedeki ortaokul öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilebileceği görülmüştür. Ayrıca bilinen ve bilinmeyen bağlamlarda da tüm öğrencilerin matematiksel modellemede nitelikli hale geldiği

sonucuna ulaşılmıştır. Bu öğrenme ortamında öğrencilerin sadece alt-yeterlikleri sergiler hale gelmeleri değil aynı zamanda da her zaman doğru olmasa da matematiksel modelleme sürecini bağımsız şekilde yürütebilmeleri sağlanmıştır. Çalışma sonucuna paralel olarak sınıflarda alt-yeterliklere dikkat çekilmesi gerektiği vurgulanmış aynı zamanda matematiksel modelleme yeterliğinin süreci devam ettirmek için gerekli alt yeterliklerden daha fazla yeterlik içerdiği sonucuna varılmıştır. Öğretmenlerin gerekli yeterlikleri ve anlamaları için eğitim kurslarının düzenlenmesi önerilmiştir.

Benzer bir yaklaşımla matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamı tasarlayan Ji (2012), 10 ve 11. sınıflarda iki ana matematiksel modelleme dersi ve olağan matematik derslerine gömülü modelleme etkinliklerini içeren bir öğrenme ortamında, matematiksel modelleme etkinliklerinde kullanılan matematiksel modelleme basamakları ve tanımı tanıtıldıktan sonra öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerini kendi başlarına yapmaya bırakılmıştır. Tasarlanan öğrenme ortamının etkililiğinin değerlendirilmesi için ise kontrol grubuna herhangi bir matematiksel modelleme eğitimi verilmemiştir. Sonuç olarak kontrol grubundaki öğrenciler için gerçek dünyadaki bir problemi matematik dünyasına transfer etmekte ve matematik dili ile günlük yaşam dili arasında çeviride (translate) önemli zorluklar olduğu görülmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin ise, gerçek dünyadaki problemleri matematik dünyasına aktarabildiği, ancak hem deney hem kontrol grubundaki öğrencilerin matematiksel sonuçları gerçek dünyada doğrulamakta ve modelleri üzerinde eleştirel değerlendirmeler yapmada zayıf olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda deney grubunda sadece bir öğrenci verilen MOEne yönelik oluşturduğu modeli doğrulamıştır. Sonuç olarak böyle bir öğrenme ortamında öğrencilerin hala doğrulama ve revize etme bilinci gelişiminin zayıf kaldığı vurgulanmaktadır. Bu iki özelliğin matematiksel modellemeyi doğrusaldan döngüsel süreç yapan iki özgün özellik olduğu dolayısıyla matematiksel modelleme eğitiminde önem vermenin oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır.

Bukova-Güzel (2011) de benzer bir yaklaşımla matematiksel modellemeye yönelik bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Diğer öğrenme ortamlarından farklı olarak bu çalışmada öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini oluşturma ve oluşturdukları problemler çözme yaklaşımlarını belirlemiştir. Bu öğrenme ortamının içeriğinde ise model ve matematiksel model örnekleri, matematiksel model ile matematiksel modelleme arasındaki farklılıklar, öğretim programlarında matematiksel modellemeye verilen önem ve örnekler, matematiksel modelleme sürecine yönelik farklı yaklaşımlar odaklı teorik bilgiler yer almakta ardından matematiksel modelleme problemlerine literatürden örnekler üzerine grup ve bireysel çalışmalar, çalışmalara ait sunumlar, öğretmen adayların matematiksel modelleme problemi geliştirmeleri ve

çözümlerini sunmaları yer almaktadır. Sonuç olarak tasarlanan öğrenme ortamı ile öğretiminin öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesi için matematiksel modellemenin tüm basamaklarına (problemi anlama, basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, değerlendirme) yönelik deneyim kazandığı görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama süreçlerinde sıkıntılar yaşandığı görülmüştür.

Yukarıdaki çalışmalar benzer olarak Mehraein ve Gatabi (2014a) da matematiksel modellemenin tanımı ve matematiksel modelleme döngüsü tanımlandığı, ardından 4 adet MOE ile grup çalışmaları yürütüldüğü öğrenme ortamında, matematiksel modelleme yeterliklerinin Ludwig ve Xu (2010) tarafından tanımlanan düzeylere göre düzey ortalamasının 0-1 aralığından 2-3 aralığına yükseldiği sonucuna ulaşmıştır. En yüksek düzeyin 5 olduğu sınıflandırmada, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin en yüksek seviyeye tam olarak ulaşamadığı görülmüştür.

Kaiser (2007), "mathematical modelling in school" projesi kapsamında okul ve üniversite, matematik ve matematik öğretimi arasında bağ kurmak amacıyla bir yıl süreli matematiksel modelleme dersi tasarlanmıştır. Bu ders kapsamında öğretmen adayları 16-18 yaş arası öğrencilere rehberlik yapmıştır. Proje kapsamında öğretmen adaylarına matematiksel modelleme öğretimi ile ilgili kısa bilgiler verilmiştir. Bir uygulamalı matematikçi tarafından bir matematiksel modelleme probleminin basitleştirilmiş hali öğrencilere sunulmuş ve öğrenciler öğretmen adayları rehberliğinde üç ay boyunca bu etkinlik üzerine tartışmıştır. Elde edilen sonuçlar dönem sonunda sınıfta sunulmuştur. Ayrıca dönem sonunda öğrencilere çözüm üretmeleri için ek etkinlikler verilmiştir. İkinci dönem ise verilen etkinliklere yönelik öğrenci çözümleri ve etkinliğe yönelik deneyimler tartışılmıştır. Bu çalışmada öğrenme ortamı ön-ara ve son testten alınan puanların incelenmesi ile değerlendirilmektedir. Öğrencilerin maksimum 16 puan alınabilen ön testten ortalama 8,4; ara testten ortalama 9,6 ve son testten ortalama 9,0 puan aldıkları görülmüştür. Sonuç olarak matematiksel modelleme yeterliklerinin böyle uygun ortamlarla geliştirilebileceği, yeterliklerin tam olarak gelişmesinin zaman gerektirdiği ve yeterlik gelişiminin düzgün olmayı gerektirmediği görülmüştür.

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan bir diğer öğrenme ortamları "serbest MOE içerikli" öğrenme ortamlarıdır. Bu tür öğrenme ortamlarında matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir teorik bilgi verilmeden öğrenciler modelleme sürecine yönelik herhangi bir yönerge içermeyen MOEler ile çalışmaktadır. Ancak gerek duyulduğunda öğrencilere rehberlik yapılır veya stratejik ip uçları verilir. Matematiksel modellemeye yönelik bu tür bir öğrenme ortamı birçok araştırmacı tarafından tasarlanmış ve sonuç olarak matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışmanın matematiksel modelleme

yeterliklerinin kazandırılmasında pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir (Korkmaz, 2010; Huang, 2011; Özdemir ve Üzel, 2013; Braun, 2014; Mehraein ve Gatabi, 2014).

Huang (2011), mühendislik öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik bütüncül yaklaşıma dayalı serbest MOE içerikli bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Bu öğrenme ortamı alt yeterlikler bağlamında Lesh ve diğerleri (2000) tarafından belirlen model oluşturma etkinlikleri prensipleri dikkate alınarak tasarlanmış MOEler içermektedir. Öğrenciler öğrenme ortamında matematiksel modelleme ile ilgili bilgi verilmeden bu etkinlikler üzerinde çalışmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin başlangıçta durumları anlama ve yorumlama, değişkenleri ve parametreleri belirleme alt-yeterliklerinin düşük olduğu, ders sonunda ise matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştiği ancak hala matematiksel modellemede beklenen düzeyde olmadıklarını belirtilmiştir. Bu sonucun ise matematiksel modelleme yeteneğinin, ulaşmak için uzun zaman ve çok pratik isteyen karmaşık bir yetenek olduğunu gösterdiği vurgulanmıştır. Bu bağlamda gelecek çalışmalar için matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik uzun süreli matematiksel modelleme dersleri önerilmiştir.

Mehraein ve Gatabi (2014b), 12 yaş öğrenciler için, üç MOE içeren benzer bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Bu öğrenme ortamında öğrenciler herhangi bir yönerge içermeyen matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde çalışırken, yorumlama, hipotez sunma, tartışma, daha önceden öğrenilen materyallerin kullanımı, argümanları gerekçelendirme, doğru karar verme, problemi çözmek için eyleme geçme ve birbirlerinin çözümleri üzerine tartışma prosedürlerinden geçtikleri belirtilmiştir. Özdemir ve Üzel (2013), yapmış oldukları çalışmada matematiksel modelleme konusunda alt yapıya sahip öğretmen adayları tarafından hazırlanan matematiksel modelleme tabanlı öğretim planlarının, yine öğretmen adayları tarafından ortaokul öğrencilerine uygulamalarını sağlamıştır. Öğrenme ortamında öncelikle öğrencilerin ön bilgilerini ölçecek hazırlayıcı etkinliklere yer verilmiş ardından matematiksel modelleme etkinlikleri grup çalışması ile verilen zaman diliminde yürütülmüştür. Gruplar tarafından yapılan çalışmalar sunulmuştur. Bu etkinlikler herhangi bir yönerge içermemekle beraber öğretmen adayları ihtiyaç durumunda etkinliklere rehberlik yapmıştır. Öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili teorik bir bilgi verilmemiştir. Sonuç olarak böyle bir ortamda model oluşturmada bazı zorluklar yaşanabileceği belirtilmiş, bunun ise beklenen bir durum olduğu, problem durumunda verilen verilerin zor ve belirsiz olmasından kaynaklandığı vurgulanmıştır. Ayrıca doğrulama sürecine odaklanılmasına vurgulamalar yapılmış, matematiksel modelleme öğretimi ve öğreniminin zor olduğu belirtilmiştir.

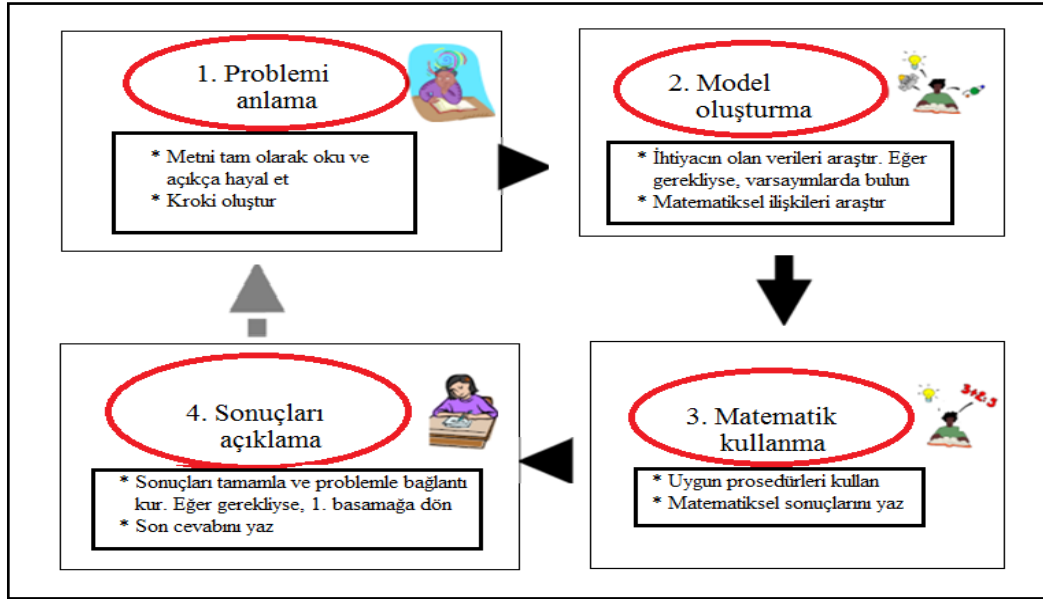
Braun (2014), aynı türdeki ortamlardan farklı olarak bir proje kapsamında zoolojik bir bahçede gerçek yaşam bağlamı bir öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Bu öğrenme

ortamının bir alt amacı da öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine destek vermektir. Öğrencilerden özel olarak hazırlanmış gerçek bir kitapçık yardımıyla bir gergedanın ağırlığını hesaplamaları istenmiştir. Öğrenme ortamında verilen matematiksel modelleme problemlerinin çözümü için deney grubundaki öğrencilere gerekli ilerleme için stratejik ipuçları verilirken, kontrol grubundaki öğrencilere ise herhangi bir stratejik destek sağlanmamıştır. Sonuç olarak, eksik bilginin bulunmasına yönelik, ipucu verilen öğrencilerin diğerlerinden daha başarılı olduğu görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin çoğunun stratejik bir ipucunun faydalı olduğunu düşündükleri görülmüştür.

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamlarından bir diğeri ise matematiksel modelleme basamaklarını takip etme prosedürü odaklı öğrenme ortamlarıdır. Matematiksel modellemeye yönelik bu tür öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme sürecinin basamakları öğrencilerin bilişsel seviyelerine uygun şekilde revize edilerek sunulmaktadır. Öğrenciler herhangi bir yönerge içermeyen MOEler üzerinde bu basamakları takip ederek çalışmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin tüm matematiksel modelleme sürecinden geçmeleri sağlanmakta ve böylece matematiksel modelleme yeterliğin tüm alt-yeterliklerinin desteklenmesi amaçlanmaktadır. Matematiksel modellemeye yönelik bu tür bir öğrenme ortamı araştırmacılar tarafından tasarlanmış ve rehber nitelikteki matematiksel modelleme döngüsünü takip ederek MOE'ler ile çalışmanın matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasında pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir (Blomhoj ve Jensen, 2003'ten akt. Maaß, 2006; Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013).

Blum ve Borromeo-Ferri (2009) DISUM (Didaktische Interventionsformen für einen Selbständigkeitsorientierten aufgabengesteuerten Unterricht am Beispiel Mathematik/ Didactical intervention modes for mathematics teaching oriented towards self-regulation and directed by tasks) ve COM<sup>2</sup> (Cognitive-psychological analysis of modelling processes in mathematics lessons) projelerinden elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin MOE üzerinde çalışırken bilişsel seviyelerine uygun matematiksel modelleme basamaklarını takip etmelerinin matematiksel modelleme yeterliklerini desteklediğini belirtmiştir. Bu bağlamda bir çok araştırmacı tarafından belirlenen 7-8 basamaklı matematiksel modelleme sürecinin takip edilmesi 8-10.sınıf öğrencileri ve matematiksel modelleme alanında ilk eğitim alacak öğrenciler için zor olacağından dört basamaklı çözüm planı olarak adlandırılan bir döngü önermektedir.





Şekil 7. Matematiksel modelleme etkinlikleri için "Çözüm Planı" (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009, syf. 54)

Şekil 7'de görüldüğü gibi matematiksel modelleme süreci dört basamağa indirgenmiş ancak diğer basamaklar ve bazı alt-yeterliklere yönelik eylemlere yönlendirilmeler yapılmıştır. Böyle bir yaklaşımın amacının ise öğrencilerin uygun zamanlarda bu planı bağımsız şekilde kullanmasına olanak sağlama olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak böyle bir öğretimin planlı ve aşamalı şekilde uygulanmasının matematiksel modellemeye yönelik olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Tekin-Dede ve Yılmaz (2013), bir ders kapsamında öğretmen adaylarına dokuz hafta boyunca matematiksel modelleme, matematiksel modelleme döngüleri ve matematiksel modelleme problemleri hakkında bilgilendirmeler yapmış, ardından bilişsel perspektif altında Brommeo-Ferri (2006) tarafından açıklanan matematiksel modelleme döngüsü çerçevesinde bir çok matematiksel modelleme problemi çözümü gerçekleştirilmiştir. Matematiksel modelleme problemleri çözümlenirken öğretmen adaylarından Brommeo-Ferri (2006) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme döngüsünü takip etmeleri istenmiştir. Çalışmada öğrenme ortamına yönelik bir değerlendirmeye odaklanılmak yerine süreç sonunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Sonuç olarak katılımcıların matematiksel modelleme döngüsü hakkında bilgi sahibi olmaları ve problem çözümünü bu döngünün basamaklarına göre gerçekleştirmiş olmaları, matematiksel modelleme yeterlikleri hakkında bilgilendirilmemiş olmalarına rağmen neredeyse tüm yeterlikler bağlamında çalışmalarının sağlandığı belirtilmiştir. Ancak öğretmen adaylarının Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirlenen (akt. Maaß, 2006) alt-yeterliklerin farklı alt-yeterliklerin

çalışma durumlarının aynı olmadığı görülmüştür. Örneğin, “Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama” yeterliğinin alt-yeterlikleri olan “D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama”, “D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme” ve “D3. Problemin çözümünü uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme” göstergelerine yönelik çalışmaların birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak D2 yeterliğinde hiçbir grubun çalışmadığı, D3 yeterliğinin tüm süreçte ortaya ve D1 yeterliğinin bir grup tarafından ortaya çıkarılmadığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda matematiksel modelleme döngüsü ile matematiksel modelleme yeterlikleri ilişkisine dikkat çeken bilgilendirmelerin yapılması ve bu bağlamda yeterlikleri kazanma durumlarının incelenmesi önerilmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik mikro-düzye ve bütüncül yaklaşımların entegre edildiği öğrenme ortamları da mevcuttur (Blomhøj ve Jensen, 2003; Blomhøj, 2007). Bu yaklaşıma göre bütüncül ve mikro- düzye de bir yaklaşım arasında bir denge kurulmalıdır. Öğrencilerin ihtiyaç duyduğu bazı yeterliklerin mikro-düzye de ele alınması önerilirken, bütüncül bir yaklaşımla tüm yeterliklerin bir bütün olarak ele alındığı etkinliklerde önerilmektedir. Böyle bir entegre öğrenme hazırlayan Blomhøj (2007), fen bilimlerde okuyan üniversite öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirilmeye yönelik var olan iki yıllık bir öğretim programının içeriğinde, ilk olarak hazır projeler ile üretilmiş modeller tartışıldığı bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Amaç toplumsal bağlamlarda belli bir modelin uygulamalarına vurgu yapmaktır. Öğrenciler modelleri analiz etmiştir. Bu etkinlikler öğrencilerin modeli yorumlama yeterliklerini destekler niteliktedir. İkinci olarak matematiksel modelleme sürecini vurgulayan projelere yer verilmiştir. Bu etkinliklerde öğrenciler varsayımları ve hipotezleri test etmek için matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmişlerdir. Sonuç olarak böyle bir ortamın çeşitli matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirdiği görülmüştür.

Matematiksel modelleme yeterliklerini desteklemeye yönelik hem mikro düzye de hem de bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamlarının sonuçları incelendiğinde, her iki yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamlarında da öğrencilerin bazı zorluklar yaşadıkları, süreçleri tam olarak tamamlayamadıkları ya da bazı yeterliklerinin beklenen düzye de gelişim göstermediği vurgulanmaktadır. Buradan görülmektedir ki yaşanan zorluklar matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini engellemektedir. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanacak öğrenme ortamlarının, bu zorlukların bilinerek tasarlanması, benzer zorlukların ortaya çıkmasını önlemek adına önemlidir.

## 2. 1. 2. 2. Matematiksel Modelleme Sürecinde Yaşanan Zorluk ve Yanılgıları Belirlemeye Yönelik Yapılan Çalışmalar

Matematiksel modellemenin eğitimin amacı olan gerçek yaşamda karşılaştığı problemlere çözüm getirebilen bireyler yetiştirmeye verdiği desteğe yapılan vurgu, bu alanda birçok çalışmanın yapılmasına neden olmuştur. Bu bağlamda yapılan bir çok çalışma matematiksel modellemenin öğretimi ve öğreniminin karmaşık olduğunu ve bir çok faktörden etkilendiğini belirtmektedir (Borromeo-Ferri ve Blum, 2011). Ayrıca yapılan çalışmalar öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde problemler ve zorluklar yaşadığını belirtmektedir (Örn. Blomhøj ve Kjeldsen, 2006; Biccadd, 2010; Bukova-Güzel, 2011; Dowlath, 2008; Eraslan, 2011; Eric, Dawn, Wanty, ve Seto, 2012; Maaß, 2006; Mischo ve Maaß, 2012; Özer-Keskin, 2008; Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013).

Matematiksel modelleme sürecinde yaşanan sıkıntıları belirleyen çalışmaların, ortaya koymuş oldukları sonuçlar itibariyle matematiksel modelleme öğretimi ve öğrenimini etkileyen faktörler “matematiksel modellemenin doğası gereği geleneksel öğrenme ortamlarına entegre edilmesinde yaşanan zorluklar”, “matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde (bazı çalışmalarda yeterlikler olarak ele alınmıştır) yaşanan zorluklar” ve “süreçte yaşanması gereken durumlara yönelik makro-düzeydeki kavram yanılgıları” olarak gruplandırılabilir.

Matematiksel modellemenin geleneksel öğrenme ortamlarına entegre edilmesinin ne gibi zorluklar doğurduğunu belirten Blum (1991), bu zorluklarla başetmek için çeşitli önerilerde bulunmaktadır. Blum (1991) tarafından tanımlanan matematiksel modellemenin doğası gereği geleneksel öğrenme ortamlarına entegre edilmesinde yaşanan zorluklar ve çözüm önerileri aşağıda verilmiştir:

- Eğitimde matematiksel modelleme ile ilgilenecek yeterince zaman yoktur. Matematiksel modelleme matematik eğitimine ait değildir. Dolayısıyla matematik dışı bu tür problemler diğer konuların öğretiminde işlenmelidir.
- Modelleme ve uygulamalar matematik derslerini öğrenciler için çok karmaşık, zorlu ve öngörülemeyen yapmaktadır. Çünkü öğrenciler sadece matematiksel bir kavramı öğrenmekle yetinmez ayrıca bunun gerçek yaşamdaki kullanım alanı ile ilgili bilgileri de bilmelidir.

Benzer şekilde Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık (2013) tarafından yürütülen, ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıklarını belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışma sonucunda, gözlemler ve görüşmeler sonucunda, öğretmenlerin öğretim programındaki yoğunluktan dolayı zaman sıkıntılarının olduğunu ve matematiksel modellemenin oldukça zaman aldığını belirttiğini, bazı

öğretmenlerin ise matematiksel modellemenin matematik derslerini daha karmaşık hale getirdiğini ve öğrenci anlamalarını zorlaştırdığını düşündüğü görülmüştür.

Matematiksel modellemeye yönelik bazı çalışmalarda bireylerin matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde bazı zorluklar yaşadığı belirtilmektedir. Bu çalışmalarda genel olarak öğrencilerin MOE'lerin alışık oldukları matematik problemlerden farklı olmasından ve çözüm sürecinde alışık olduklarının dışında eylemler gerektirmesinden dolayı zorlandıkları görülmektedir (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006; Eraslan, 2011; Thomas ve Hart, 2010).

Matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde yaşanan zorlukların belirlendiği bazı çalışma sonuçlarını özetlemek gerekirse, Bal ve Doğanay (2014) yapmış oldukları çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme konusunda yeterliklerini belirlemek üzere on beş açık uçlu sorudan oluşan matematik ön kavrama testi uygulamış ve öğretmen adaylarının değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözümlenmesi aşamalarında hatalar yaptıklarını belirlemiştir. Değişkenlerin belirlenmesinde yapılan hataların ise genellikle yanlış anlamalarından kaynaklandığı görülmüştür. Özdemir ve Üzel (2013), öğrencilerin anlama, sadeleştirme/basitleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, doğrulama ve ortaya koyma basamaklarında zorluklar yaşadığını belirtmektedir. Bukova-Güzel (2011) de matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerini oluşturma ve çözüm yaklaşımlarını belirlemeyi amaçladığı çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının problemi anlama ve sadeleştirmede başarılı olduklarını ancak en çok yorumlama ve doğrulama yapmada zorlandıklarını belirlemiştir. Eric ve diğerleri (2012), öğrencilerin varsayımlarla gerçek problemi matematiksel probleme çevirmede zorluklar yaşadıklarını ve gerçek yaşam bilgilerini nasıl kullanacaklarını bilmediklerini veya bu bilgileri üstün körü dikkate aldıklarını belirtmiştir.

Mischo ve Maaß (2012) ise, yapmış oldukları çalışmada matematiksel modelleme sürecinin tüm basamaklarında yaşanan zorlukları detaylandırmış ve bu basamaklarda çalışmayı etkileyen kişisel faktörleri belirlemiştir. Mischo ve Maaß (2012) tarafından belirlenen zorluklar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Matematiksel Modelleme Sürecinin Farklı Basamaklardaki Performanslar ile Kişisel Faktörler Arasındaki İlişki (Mischo ve Maaß, 2012, syf. 9)

Matematiksel modelleme süreci	İlişkili kabul edilen kişisel faktörler
Basamaklar	Okuma yeterlikleri, akışkan (fluid) zeka, inançlar
1.Basamak: Bir Durum modeli oluşturma: Etkinliği, içeriği ve talimatları anlama	Kelime anlama

Tablo 6'nın devamı

2.Basamak: Bir gerçek model oluşturma: zihinsel temsillerin yapılandırılması, matematiksel modelleme etkinliğiyle ve genel bilgilerle ilişkilendirme	Genel bilgi
3.Basamak: Bir matematiksel model oluşturma	Matematiksel yeterlikler
4.Basamak: Matematiksel model ile bir çözüm bulma	Matematiksel yeterlikler
5.Basamak: Matematiksel çözümleri yorumlama	Matematiksel yeterlikler, kelime anlama
6.Basamak: Doğrulama	Matematiksel yeterlikler, kelime anlama

Görüldüğü gibi zorlukların matematiksel yeterlikler, bağlama yönelik gerçek bilgi, etkinlikte kullanılan kelimelerin anlamını bilmeme gibi sebeplerden kaynaklı olduğunu belirtilmektedir.

Maaß (2007), düşük başarıdaki öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken matematiksel modelleme basamaklarına yönelik aşağıdaki zorlukları yaşadıklarını belirtmektedir:

- *Durumu anlama:* Öğrenciler etkinlikte yazanları anlamadı yada etkinliği durumu anlamayı zorlayacak şekilde hızlı okudular.
- *Bir model oluşturma:* Genellikle ilgili nitelikleri belirleyemediler. Bazıları da bazı nitelikleri belirledi ancak bir model oluşturamadı.
- *Matematiksel model ile çalışma:* Matematiksel bilgi eksikliğinden bazı problemler çözülemedi.
- *Hataları yorumlama:* Öğrenciler araştırmacının yönlendirmesiyle basit etkinliklerdeki sonuçları yorumladılar.
- *Doğrulama:* Öğrenciler sonuçları genellikle doğrulamadılar.
- *Yön duygusu:* Bazı öğrenciler ne yaptıklarını gerçekten bilmeden bir şeyler hesapladılar.
- *Argumentasyon:* Kendi yöntemlerini ve sonuçlarını desteklemekte eksik kaldılar.
- *Tahmin:* bazı öğrenciler asılsız ve basit tahminlerle problemi çözmeye çalıştılar.
- *Vazgeçme:* Bazı öğrenciler problem çözme sürecinde zorluk yaşadıklarında hemen bırakma eğilimindeydiler.

Hagena ve Borromeo-Ferri (2012) ise matematiksel modelleme basamaklarında öğrencilerin yapmış oldukları hata tiplerini belirlemiştir. Belirlenen hata tipleri Tablo7'de verilmiştir.

Tablo 7. Matematiksel Modellemede Hata Türleri (Hagene ve Borromeo-Ferri, 2012)

Hata tipi	Tanımlama
Gerçek model oluşturmadaki hatalar	Yanlış veya son derece basitleştirilmiş varsayımlar yapıldı.
Matematiksel model oluşturmadaki hatalar	Hesaplama hataları yapıldı veya bir sonuca ulaşmadan matematiksel modelde çalışma bırakıldı.
Sonucu sorgulama ve isteğe bağlı olarak yeni bir matematiksel modelleme sürecini yürütmede yapılan hatalar	Sonuçlar üzerine sadece yüzeysel eleştirel yansımalar yapıldı ya da hiç yapılmadı

Yukarıda özetlenen ve matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde yaşanan zorlukların belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalardan daha kapsamlı olarak Galbraith ve Stillman (2006), matematiksel modelleme basamakları arasındaki geçişlerde yaşanan zorlukları tanımlamak için bir çerçeve oluşturmuştur. Galbraith ve Stillman (2006) tarafından tanımlanan çerçeve Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Matematiksel Modelleme Basamakları Arasındaki Geçişlerde Öğrenci Zorluklarını Belirlemek İçin Ortaya Çıkan Çerçeve (Galbraith ve Stillman, 2006, syf. 147)

1. Karmaşık Gerçek Yaşam Durumu → Gerçek Yaşam Problem Durumu
1.1. Problem durumunu açıklama.
1.2. Basit varsayımlarda bulunma.
1.3. Stratejik etkenleri saptama.
1.4. Stratejik etkenlerin doğru elemanlarını belirleme.
2. Gerçek Yaşam Problem Durumu → Matematiksel Model
2.1. Cebirsel modelin içereceği bağımlı bağımsız değişkenleri belirleme.
2.2. Bağımsız değişkenleri birbirine karıştırmayacak şekilde tanımlama.
2.3. Elemanları matematiksel olarak kullanılabilir formüllerle temsil etme.
2.4. Bağlantılı varsayımlarda bulunma.
2.5. Hesaplamaya olanak sağlayan matematiksel tabloyu ve teknolojiyi seçme.
2.6. Formülü çoklu durumlara uygulayabilmek için uygun tekniği seçme.
2.7. Modelin grafiksel gösterimini seçmek için uygun teknolojiyi seçme.
2.8. Cebirsel denklemi doğrulamak için uygun teknolojiyi seçme.
2.9. Bir grafiği anlama ve cebirsel bir denklemi doğrulamak için fonksiyon grafiklerini kullanma.

Tablo 8'in devamı

3. Matematiksel Model → Matematiksel Çözüm
3.1. Uygun formülü uygulama.
3.2. Daha çok yönlü bir fonksiyon elde edebilmek için sembolik formülleri kullanarak cebirsel basitleştirme sürecinde bulunma.
3.3. Çoklu durumlara göre fonksiyon işlevselliği otomatik olarak sağlamak için uygun teknolojiyi kullanma.
3.4. Hesaplamayı yapmak için matematiksel tabloları veya teknolojiyi kullanma.
3.5. Grafikselleştirme üretmek için teknolojiyi kullanma.
3.6. Matematiksel veya teknolojik notasyonları ve geçişleri doğru bir şekilde yapma.
3.7. Teknolojiyi kullanarak cebirsel modeli doğrulama.
3.8. Çözümlerin yorumlanmasına olanak sağlayan toplumsal sonuçlar elde etme.
4. Matematiksel Çözüm → Çözümün Gerçek Yaşam Anlamı
4.1. Matematiksel sonuçları gerçek yaşamdaki karşılıklarıyla birlikte tanımlama.
4.2. Geçici ve nihai matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu açısından irdeleme (rutinlikten karmaşıklığa geçiş).
4.3. Yorumları doğrulamak için tartışmaları bütünleştirme.
4.4. Yeni bir yorumu destekleyen sonuçları üretmek için önceki varsayımları genişletme.
4.5. Yorumlayıcı bir soru yöneltmeden önce matematiği dahil etme ihtiyacının farkında Olma
5. Çözümün Gerçek Yaşam Anlamı → Çözümün Kabulü veya Revize Edilmesi
5.1. Beklenmedik sonuçlarla gerçek durumu uzlaştırma.
5.2. Matematiksel sonuçların olası gerçek dünya etkilerini dikkate alma.
5.3. Problemin matematiksel ve gerçek dünya yönlerini uzlaştırma.
5.4. Geçerli bir çözüm için kabul edilebilir kısıtlamaların yumuşatılmasının bir sınırının olduğunun farkına varma.
5.5. Modelin ayrıntılı sonuçlarının gerçek dünya yeterliğini dikkate alma.

Galbraith ve Stillman (2006) tarafından matematiksel modelleme basamakları arası geçişlerde yaşanan zorlukları belirlemek amaçlı oluşturulan çerçeve matematiksel modellemenin alt süreçlerini ele almaktadır.

Şen-Zeytun (2013), matematiksel modelleme sürecini etkileyen faktörleri, matematiksel modelleme üzerine çalışan öğretmen adaylarının fikirleri doğrultusunda belirlemeye çalışmıştır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin "matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili deneyim eksikliği", "matematiği kavramsal anlama eksikliği", bir sonuca odaklanma (süreci önemsememe)", "matematik ile gerçek yaşamı ilişkilendirme", "dağınık/sistemsiz çalışma/yazma" ve "zaman sınırlaması" gibi faktörlerden etkilendiğini düşündükleri görülmüştür.

Matematiksel modelleme sürecindeki basamaklar arasındaki geçişlerde yaşanan zorluklara odaklanan çalışmaların yanında süreçte yaşanması gereken durumlara yönelik (makro-düzey) kavram yanılgılarına odaklanan çalışmalar da mevcuttur. Bu bağlamda Maaß (2006), matematiksel modellemeye yönelik tasarlanan bir öğrenme ortamında kavram haritaları, öğrenci günlükleri, klinik mülakatlar gibi bir çok veri toplama yöntemiyle elde ettiği veriler yardımıyla öğrenciler matematiksel modellemeye yönelik sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemiştir. Matematiksel modellemeye yönelik Maaß (2006) tarafından belirlenen kavram yanılgıları şu şekildedir;

Gerçek model oluşturma ile ilgili kavram yanılgıları:

- Bazı öğrenciler basitleştirmeyi tahmin etme olarak düşünmektedir.
- Bazı öğrenciler basitleştirmeyi hesaplamaların mümkün olduğunca basit hale getirilme yolu olarak düşünmektedir.
- Gerçeklikten gerçek modele geçişle ilgili ortaya çıkan yanılgılar
- Gerçek modelde ortaya çıkan yanılgılar

Matematiksel model kurma ile ilgili yanılgılar:

- Bazı öğrenciler gerçek model ve matematiksel model arasındaki farkı ayırt edemediler.
- "Matematiksel model" terimi açıklayamadılar.

Matematiksel sonuçlar ile ilgili kavram yanılgıları:

- Matematiksel sonuç olarak genellikle bir sayı kabul edilmektedir.
- Bazı öğrenciler bir sayının her zaman doğru ve kesin sonucu temsil ettiğini düşünmektedirler.
- Bazı öğrenciler yuvarlayarak matematiksel modelden matematiksel sonucun elde edilebileceğini savunmaktadır.

Yorumlama ve doğrulama ile ilgili kavram yanılgıları:

- Bazı öğrenciler doğrulama her zaman aynı değildir düşüncesindedirler.
- Bazı öğrenciler doğrulamanın, matematiksel modellemeyi değersizleştirmeyi temsil ettiği izlenimine kapılmaktadır.
- Bazı öğrenciler sonuçların doğrulanması veya değerlendirilmesinin aynı olduğunu düşünmektedirler.
- Bazı öğrenciler yorumlama ve doğrulamayı ayırt edemediler.

Genel kavram yanılgıları:

- Bazı öğrenciler çözümün her yolu doğru olduğundan hata yapmanın mümkün olmadığını düşünmektedirler.
- Bazı öğrenciler matematiğin gerçek dünya problemlerinin çözümüne yardım edemeyeceğini düşünmektedirler.

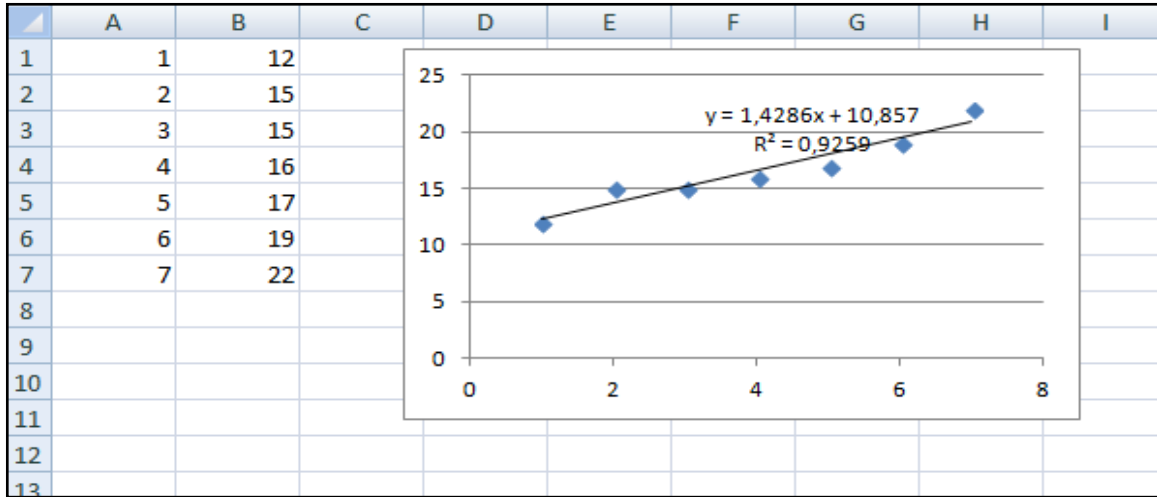


- Matematiksel modelleme süreciyle ilgili bilgiden matematiksel modelleme örneklerine bağlantı (matematiksel modelleme sürecindeki gerçek model gibi terimlere atıf v.b.) kurulamadı.

Benzer şekilde matematiksel modellemenin doğrulama sürecine yönelik sahip olunan kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik Baki ve Aydın-Güç (2014) tarafından yapılan başka bir çalışmada belirlenen yanlışlar şu şekildedir:

- Model, modeli oluşturan veriler ile doğrulanabilir.
- Modeli tek bir veri ile doğrulamak yeterlidir.
- Gerçek sonucu vermeyen model yanlıştır.

Görüldüğü gibi öğrenciler matematiksel modelleme sürecindeki basamaklara dair yükledikleri yanlış tanımlamalar sonucu çeşitli kavram yanlışlarına sahiptir. Sürece ait bu makro-düzeydeki kavram yanlışlarının da matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasını etkileyeceği yadsınamaz (Baki ve Aydın-Güç, 2014; Maaß, 2006). Örneğin bir öğrenci model doğrulama sürecinde karşılaşılan “model, kesin sonucu vermiyorsa yanlıştır” (Baki, Aydın-Güç, 2014) düşüncesine sahip olsun. Bu yanlışlığa sahip olan bir öğrenciden geçmiş verilerle gelecekteki bir durumu tahmin etmeye yönelik oluşturulmuş bir matematiksel modelin doğru olup olmadığını belirlemesi istensin.



Şekil 8. Verilere uygun doğrusal modele ilişkin Excel ekran görüntüsü

Böyle düşünen bir öğrenciye Şekil 8’de yer alan tabloya göre oluşturulmuş ve verileri oldukça iyi şekilde temsil eden modelin doğru olup olmadığı sorulduğunda, bu öğrenci modeli veriler ile test etme eğilime girmekte ve Şekil 9’da verilen işlemleri gerçekleştirmektedir.

$$y = 1,4286x + 10,857$$

$x=2$  için  $y=15$  olmalı.

$$y = 1,4286 \cdot 2 + 10,857$$

$$y = 2,8572 + 10,857$$

$$y = 13,7142 \neq 15$$

Şekil 9. Kavram yanılıgına sahip öğrencinin olası cevabı

Bu yanılığa sahip olan bir öğrenci yapmış olduğu kontroller sonucu modelin yanlış olduğuna karar vermektedir (Baki, Aydın-Güç, 2014). Bu durumda bireyin zihninde bulunan bu geçersiz düşünce önemli bir yanılığdır ve formal veya informal olarak yaşadığı matematiksel modelleme süreçlerinde olumsuz rol oynar. Dolayısıyla matematiksel modellemeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında literatürce tanımlanan yanılığlar dikkate alınarak, bu yanılığlara yol açmayacak şekilde öğrenme yaşantılarının düzenlenmesi gerekmektedir. Bu durum bu çalışmada alt-yeterliklerin ne anlam ifade ettiğine dair yaşantılar, tartışmalar ve sınıf tartışmalarına olanak sağlayacak, alt-yeterliklerin dair yönergeler içeren bütüncül bir öğrenme ortamı tasarımı yaklaşımının benimsenmesinde bir diğer etkidir.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı gibi matematiksel modelleme öğretimine yönelik tasarlanacak öğrenme ortamlarında, matematiksel modellemenin doğası gereği geleneksel öğrenme ortamlarına entegre edilmesindeki zorluklar, matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde yaşanan zorluklar ve süreçte yaşanması gereken durumlara yönelik makro-düzeydeki kavram yanılığlarının matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasına etkisinin dikkate alınması gerekmektedir. Bunun yanında matematiksel modellemeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarının değerlendirilmesinde nelere dikkat edilmesi gerektiğinin belirlenmesi, matematiksel modelleme yeterliğinin en etkili, ayrıntılı ve doğru şekilde nasıl değerlendirilmesi gerektiğinin belirlenmesi tasarlanan öğrenme ortamlarının etkisinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

## 2. 1. 2. 3. Matematiksel Modelleme Yeterliklerini Değerlendirmeye Yönelik Yapılan Çalışmalar

Matematiksel modellemenin eğitimde ele alınması gereken önemli bir bileşen olduğu konusunda varılan fikir birliğinin ardından, nasıl ve ne ölçüde ele alınması gerektirdiği tartışma konusu yaratmıştır. Bunun yanında tartışma yaratan bir diğer konu da matematiksel modelleme yeterliklerin nasıl değerlendirilmesi gerektiğidir. Son yıllarda matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl değerlendirilebileceği üzerine yoğun çalışmalar yürütülmektedir. Yapılan çalışmalar matematiksel modelleme yeterliğini değerlendirilebilir bir kavram olarak ortaya koymaktadır. Ancak matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl ölçüleceği üzerine hala tartışmalar sürmekte ve kapsamlı bir anlaşmaya henüz varılmamıştır.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ise genelde “mikro-düzeyde yaklaşım” ve “bütüncül yaklaşım” olmak üzere iki farklı değerlendirme yaklaşımı dikkat çekmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirme çalışmaları Tablo 9’deki gibi gruplandırılabilir.

Tablo 9. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Yaklaşımları

Yaklaşım	Yapılan Değerlendirme Çalışmaları
1. Mikro-düzey	Bir veya birkaç alt-yeterliği ayrı ayrı ele alma
	a. Hangi yeterliklere sahip olduğunun belirlenmesi (hangi basamakların gerçekleştirilmiş olduğunun belirlenmesi)
	b. Hangi yeterliklerin (basamakların) ne ölçüde gerçekleştirildiğinin belirlenmesi
2. Bütüncül	(Bazı çalışmalarda süreç basamakları olarak ele alınmıştır)
	c. Yürütülen çalışmanın hangi düzeyde (basamaklara göre) olduğunun belirlenmesi
	d. Yeterliklere ait hangi alt-yeterliklerin gerçekleştirildiğinin belirlenmesi
	B. Düzey belirleme
	C. Çok boyutlu değerlendirme
3. Karma	Mikro-düzey ve bütüncül yaklaşım dengesi

İleriki bölümde Tablo 9’da gruplandırılan yaklaşımlar açıklanacak ve bu yaklaşımla matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendiren çalışmalara örnekler verilecektir.

Matematiksel modelleme öğretimine mikro-düzeyde yaklaşan ve “sadece mikro düzey” olarak sınıflandırılan bir çalışma yürüten Crouch, Davis, Fitzharris, Haines, Izard, Houston ve Neill gibi araştırmacılar, matematiksel modelleme yeterliklerinin öğretimi gibi değerlendirilmesinin de alt yeterlikler bağlamında ele alınması gerektiğini savunmaktadırlar. Bu bağlamda bu araştırmacılar uzun yıllar ayrıntılı süren çalışmalar sonucu alt-yeterliklere yönelik çoktan seçmeli sorular içeren bir test geliştirmişlerdir. Bu test Haines, Crouch ve Davis (2001) tarafından oluşturulmuş ve Houston ve Neil (2003), ardından Izard ve diğerleri (2003) tarafından geliştirilmiştir (Kaiser, 2007). Bu testin değerlendirmeyi amaçladığı alt-yeterlikler Kaiser (2007) şu şekilde açıklamaktadır:

1. Gerçek yaşam problemi ile ilgili sadeleştirme ve varsayımlar yapma
2. Gerçek modelin hedefini açıklama
3. Kesin bir problem durumu formüle etme
4. Modelin değişkenlerinin, parametrelerinin ve değişmezlerinin atanması
5. Problemi tanımlamak için ele alınan durumların matematiksel formülasyonu
6. Matematiksel model seçimi
7. Grafikselleştirme kullanma
8. Geri dönerek gerçek durumuyla ilişki kurma ve gerçek yaşam bağlamında çözümü yorumlama

Hazırlanan test bu alt yeterliğin her birini ayrı ayrı ölçecek çoktan seçmeli sorular içermektedir. Bu testteki sorular 0,1,2 puanlar alınabilecek şıklardan oluşur ve test kısmi kredilendirme ile değerlendirilmektedir. Bu test ile tam bir matematiksel modelleme etkinliği yürütülmeden, anahtar gelişim aşamalarında öğrenci becerilerinin anlık bir görüntüsünü elde etmek mümkündür. Matematiksel modelleme yeterliği bu testten alınan toplam puanla değerlendirilmektedir. Teste eş olarak hazırlanan son-test formu da mevcuttur. Dolayısıyla öğrenme ortamlarındaki yeterlik kazanımı ön ve son testlerden alınan puanlar arasındaki değişim incelenerek belirlenmiştir.

Dan ve Xie (2011), Kaiser (2007), Kertil (2008) gibi birçok araştırmacı matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmede bu testi kullanmışlardır. Kertil (2008) süreç içinde öğrencilerin MOElerdeki çalışmalarını nitel olarak ele alırken aynı zamanda matematiksel modelleme yeterlikleri testi ile ön ve son değerlendirmeler yapmıştır. Çalışma sonucunda matematiksel modelleme yeterliklerinden hedefi belirginleştirme, problemi formülleştirme ve gerçek yaşam durumu ile karşılaştırarak kontrol etme yeterliklerinin gözlemler ve testten elde edilen sonuçlarla paralel olmadığı, diğer yeterliklere yönelik sonuçların ise her iki değerlendirme yönteminde de paralel olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının bu yeterliklere yönelik testten puan almalarına rağmen

etkinliklerdeki çözümlerde bu yeterlikler gözlemlenmemiştir. Bunun sebebi olarak da sürece her yeterliğin yansıtma gereğinin duyulmaması olabileceği belirtilmektedir.

Bütüncül yaklaşıma dayalı olarak yürütülen çalışmalarda ise matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde tüm alt-yeterliklerin bir bütün olarak ele alınması gerektiği gibi değerlendirilmesinde de tüm süreçte yaşanan yeterliklerin bir bütün olarak ele alınması ve değerlendirilmesi söz konusudur. Bu bağlamda bu tür bir yaklaşımla öğrencilerin tüm matematiksel modelleme sürecini gerektiren MOEler üzerinde yürüttükleri çalışmalar değerlendirilmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül olarak değerlendirme yaklaşımlarını ise “yeterlik değerlendirme” , “düzey belirleme” ve “çok boyutlu değerlendirme” olarak gruplandırmak mümkündür.

Matematiksel modelleme sürecinin alt basamaklarının gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini belirlemeye yönelik yürütülen ve yeterlik değerlendirme çalışması olarak ele alınabilecek çalışmalar da mevcuttur. Bu tür çalışmalarda, literatürce tanımlanan bir matematiksel modelleme süreci ele alınmış ve öğrencilerin verilen MOEler üzerinde çalışma süreçleri analiz edilmiştir. Bu bağlamda bir değerlendirme yaklaşımı benimseyen Schwarz ve Kaiser (2007), matematiksel modellemeye yönelik tasarlanan bir öğrenme ortamında MOEler üzerine çalışan öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini, öğrenci çalışmalarını “gerçek bir model/ matematiksel model oluşturma; matematik içi problemi çözmeye; doğrulama” basamaklarını gerçekleştirilip gerçekleştirilememesine göre değerlendirmiştir. Matematiksel modelleme yeterliklerini benzer bir yaklaşımla değerlendiren Sekerak (2010), bazı matematiksel modelleme yeterliklerine odaklanan bununla birlikte diğer yeterliklere de olanak sağlayan iki problem ve bu problemlerin içerdiği alt problemler üzerinde öğrenci çalışmalarını incelenmiştir. Çalışmada öğrencilerinin, her matematiksel modelleme basamağı için bu basamağı başarılı olarak tamamlayıp tamamlamadığı belirlenmiş ve her basamak için başarıyla tamamlayan öğrenci yüzdesi hesaplanmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin %19 unun doğru bir model oluşturabildiği belirlenmiş, doğru modeli oluşturan öğrencilerin yarısından fazlası (%71) doğru başlangıç noktaları ile başladığı ve başarılı matematikselleştirme süreci (%74) yaşadığı belirtilmiştir. Ancak yarıdan fazlasının (%77) matematiksel modeli anlamlı şekilde yorumlayamadığı görülmüştür. Plath, Leiss ve Schwippert (2014) da SITRE araştırma projesi kapsamında matematiksel modelleme etkinliği üzerinde çalışırken öğrencilerden sesli düşüncelerini istemiş ve matematiksel modelleme ve okuma yeterliklerini belirlemiştir. Matematiksel modelleme yeterlikleri belirlenirken Blum ve Leiss (2007) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme sürecindeki basamaklar değerlendirilmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül bir yaklaşımla ele alan çalışmalardan bazıları da alt-yeterliklerin ya da basamakların ne ölçüde gerçekleştiğine odaklanmaktadır. Bu yaklaşımla matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendiren Bal ve Doğanay (2014), yapmış oldukları çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme konusunda yeterliklerinin, tasarlanan öğrenme ortamında, gelişimini belirlemek üzere açık uçlu sorulardan oluşan matematiksel modellemeye ilişkin ön - son kavrama testleri uygulanmıştır. Öğrenci cevapları oluşturulan analitik derecelendirme ölçeği ile değerlendirilmiştir. Bu ölçek, matematiksel modelleme yeterlikleri “değişkenleri seçme, matematiksel modeli kurma ve matematiksel modelin çözümü” olmak üzere üç matematiksel modelleme basamağına yönelik 0-2 arası puanlar alınabilen düzeyler içeren analitik bir puanlama anahtarıdır. Bukova-Güzel ve Uğurel (2010) ise öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini ne ölçüde gerçekleştirdiğini, matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik yazılı çözümler ile belirlemiştir. Değerlendirme yapılırken matematiksel modelleme sürecinin “problemi anlamlandırma, problemlerin değişkenlerini ve değişkenler arasındaki ilişkileri kurmak için gerekli matematiksel kavramları ortaya çıkarma, problemi matematiksel forma dönüştürme, matematiksel bir model oluşturma ve matematiksel olarak problemi çözme, problemin çözümünden elde edilen sonuçları yorumlama ve gerçek yaşama uyarlama” basamakları dikkate alınmıştır. Öğrenci çalışmaları matematiksel modelleme sürecindeki her basamak için 0-3 arası dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir. Öğretmen adayların her basamak için tüm etkinliklerden aldığı toplam puan ve bir etkinlikten tüm basamaklar için aldığı toplam puan hesaplanmıştır. Benzer şekilde Bukova-Güzel (2011), matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip olan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözüm yaklaşımlarını belirlemiştir. Çözüm yaklaşımları, yeterlikler yerine Borromeo-Ferri (2006) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme süreci dikkate alınarak, sürece ait her basamağına yönelik performansların dört düzeyde derecelendirilmesi ile belirlenmiştir. Benzer yaklaşımla yürütülen diğer bir çalışmada ise matematiksel modellemeye yönelik “varsayımda bulunma, etkinliği yorumlama/gerçek yaşam bilgisini kullanarak çözme, matematiksel sonuç çıkarma/hesaplama” alt-yeterlikleri üç düzeyli analitik puanlama anahtarı yardımıyla değerlendirilmiştir (Eric ve diğ., 2012). Hıdıroğlu ve diğerleri (2014) de yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin verilen bir MOEne çözüm yaklaşımlarını Borromeo Ferri (2006) ve Berry ve Houston (1995) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme basamakları dikkate alınarak üç düzeyli puanlama anahtarı ile değerlendirmiştir. Bu tür değerlendirme yaklaşımının benimsendiği çalışmaları artırmak mümkündür (Örn. Biccadd, 2010; Korkmaz, 2010; Kösa ve Aydın-Güç, 2014; Özdemir ve Üzel, 2013).

Matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül bir yaklaşımla ele alan çalışmalardan bir kısmı bütün bir matematiksel modelleme sürecinde yürütülen çalışmaların hangi düzeyde olduğunu alt-yeterlikler bağlamında değil de bir bütün olarak ele almaktadır. Matematiksel modelleme yeterliklerini bu yaklaşımla değerlendiren Ludwig ve Xu (2010), matematiksel modelleme yeterliklerini birbirini izleyen altı düzeye ayırmaktır:

Düzyey 0: Öğrenci durumu anlamamıştır veya problemle ilgili bir çizim veya somut bir şey yapamaz.

Düzyey 1: Öğrenci sadece verilen gerçek durumu anlamıştır ancak durumu yapılandırma veya sadeleştirme yok, ya da matematiksel fikirler arasında herhangi bağlantı kuramaz.

Düzyey 2: Verilen gerçek durumu araştırdıktan sonra öğrenci yapılandırma ve sadeleştirme ile gerçek bir model oluşturur ancak bunu matematiksel bir probleme nasıl dönüştüreceğini bilemez (gerçek durum hakkında sözlü olarak problem oluşturur)

Düzyey 3: Öğrenci gerçek modeli oluşturmanın yanında aynı zamanda bunu uygun matematiksel probleme dönüştürür ancak matematiksel dünyada bu problemle iyi şekilde çalışamaz.

Düzyey 4: Öğrenci gerçek durumdan bir matematiksel problemi alıp, matematiksel dünyada bu problem ile çalışır ve matematiksel sonuçlar elde eder.

Düzyey 5: Öğrenci matematiksel modelleme sürecini yaşayabilir ve verilen belirli bir durumda matematiksel problemin çözümünü doğrulayabilir (Ludwig ve Xu, 2010, syf. 80).

Benzer bir değerlendirme yaklaşımı da Huang (2011) tarafından benimsenmiş ve matematiksel modelleme yeterlikleri dört düzeyde değerlendirilmiştir.

Düzyey 0: 1. Cevapların doğru ya da doğruya yakın olmasına rağmen, seçeneklerin doğruluğu hakkında bir akıl yürütme yok  
2. Yanlış cevap

Düzyey 1: Cevaplar tamamen doğru değil ancak matematiksel modelleme süreci veya algılanan gerçeklik ve matematiksel dünya arasındaki ilişki kısmen kabul edilebilir. Ya da algılanan gerçeklik veya matematik bilgisi yetersiz.

Düzyey 2: Doğru bir yol izlendi; matematiksel modelleme süreci veya algılanan gerçeklik ve matematiksel dünya arasındaki ilişki kabul edilebilir. Ancak algılanan gerçeklik veya matematik bilgisi yetersiz.

Düzyey 3. Doğru bir yol izlendi; matematiksel modelleme süreci veya algılanan gerçeklik ve matematiksel dünya arasındaki ilişki kabul edilebilir ve bu ilişki doğru şekilde uygulandı.

Benzer bir yaklaşımla matematiksel modelleme yeterlik düzeylerinin oluşturulduğu çalışmaları artırmak mümkündür (Örn. Ji, 2012). Huang (2011) ve Ludwig ve Xu (2010) tarafından belirlenen düzey değerlendirmesinin kullanılması için öğrencilerin MOEler üzerinde çalışmaları izlenmekte ve bu bağlamda hangi düzeyde oldukları belirlenmektedir. Bir çok araştırmacı matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirirken Huang (2011) ve Ludwig ve Xu (2010) tarafından tanımlanan düzeylere yönelik değerlendirme yapmıştır. Bu değerlendirme yaklaşımını benimseyen bazı araştırmacılar, tasarladıkları matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamlarını ön ve son MOEler üzerinde yapılan çalışmaların düzeylerinin karşılaştırılması ile değerlendirmektedir (Örn., Mehraein ve Gatabi, 2014a, 2014b). Bu yaklaşımı benimseyen bazı araştırmacılar da öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini karşılaştırmak amacıyla Ludwig ve Xu (2010) tarafından belirlenen düzey değerlendirme yaklaşımını kullanmıştır. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde böyle bir yaklaşımın benimsenmesinin sebebinin ise öğrenci yeterliklerinin karşılaştırılması amacı güdüldüğü düşünülmektedir. Çünkü bu yaklaşımı benimseyene çalışmalar genellikle farklı ülkeler, sınıf seviyesi, cinsiyet gibi değişkenlerin matematiksel modelleme yeterlikleri ile ilişkisine odaklanmaktadır (Örn., Gatabi ve Abdolapour, 2013; Ludwig ve Reit, 2013a, 2013b; Ludwig ve Xu, 2010).

Matematiksel modelleme yeterliklerinin alt-yeterlikler olarak ele alındığı ve bütüncül bir yaklaşımla değerlendirildiği tek bir çalışmaya ulaşılmıştır. Ulaşılan bu çalışmada (Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013) öğrencilerin MOE üzerinde çalışmaları boyunca hangi alt-yeterliklerinin ortaya çıktığı, hangilerinin ortaya çıkmadığına odaklanıldığı görülmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerini bu yaklaşımla değerlendiren Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) matematiksel modelleme deneyimine sahip ancak özel olarak yeterlikler hakkında bilgilendirilmemiş öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmak için bir matematiksel modelleme problemi kullanılmıştır. Problemin yazılı olduğu kağıtta, Borromeo-Ferri (2006) tarafından bilişsel perspektif altında tanımlanan matematiksel modelleme döngüsünün basamakları verilmiş ve çözümlerin bu alt başlıklara göre gerçekleştirilmesi istenmiştir. Bunun yapılmasındaki amaç, her basamağa yönelik veri elde etmeyi mümkün kılmak olarak açıklanmaktadır. Videoya alınan çalışma süreçleri ve çözümler, Blum ve Kaiser (1997) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme yeterlikleri bağlamında değerlendirilmiştir. Yeterlikler, problem çözümü sürecinde her yeterlik için Blum ve Kaiser (1997) tarafından tanımlanan alt yeterliklere yönelik ortaya çıkan ifadeler belirlenerek değerlendirilmiştir. Başka bir deyişle dikkate alınan bir yeterliğe yönelik problem çözüm sürecinde çalışma yapılıp yapılmadığı değerlendirilmiştir. Yeterliğin niteliğine yönelik bir değerlendirme yapılmamıştır. Çalışma



sonucunda öğretmen adaylarının tüm yeterlikler bağlamında çalıştıkları ancak gerçek bir durumda matematiksel sonuçları yorumlama yeterliklerine ilişkin yetersiz yaklaşım sergiledikleri belirlenmiştir. Ayrıca verilerin sunuşundan aslında öğretmen adaylarının Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirlenen (akt. Maaß, 2006) yeterliklerin farklı alt-yeterliklerin çalışma durumların aynı olmadığı sonucu da çıkarılabilir. Örneğin, “Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama” yeterliğinin alt-yeterlikleri olan “D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama”, “D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme” ve “D3. Problemin çözümünü uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme” göstergelerine yönelik çalışmaların birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak D2 yeterliğinde hiçbir grubun çalışmadığı, D3 yeterliğinin tüm süreçte ortaya ve D1 yeterliğinin bir grup tarafından ortaya çıkarılmadığı belirtilmiştir. Çalışma sonunda ise farklı matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecindeki matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin incelenmesinin, alt-yeterliklerin ne ölçüde olduğuna dair bir örüntüye ulaşıp ulaşılamayacağı açısından önemli olduğu vurgulanmıştır.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesini bütüncül yaklaşımla ele alan ancak matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde farklı düzeyler tanımlayan çalışmalara da rastlamak mümkündür. Bu tür bir yaklaşımda matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde “yeterlik düzeyi model”i önerilmektedir (Henning ve Keune, 2007). Yeterlik düzeyi modeli Henning ve Keune (2004) ve Keune ve diğerleri (2004) tarafından vurgulanan bilişsel matematiksel modelleme yeterlikleri, teorik düşünceler ve deneysel çalışmalara dayandırılmaktadır (akt. Henning ve Keune, 2007). Bu modele göre matematiksel modelleme yeterliği üç düzeyde değerlendirilmektedir. Bu düzeyler ve karakteristik beceriler aşağıda verilmiştir:

Düzyey 1: matematiksel modellemeyi tanıma ve anlama:

- Tanıma
- Matematiksel modelleme sürecini açıklama
- Karakterize etme, matematiksel modelleme sürecinin basamaklarını ayırt etme ve yerleştirme

Düzyey 2: bağımsız matematiksel modelleme:

- Problemleri yapılandırma ve analiz etme, nicelikleri sadeleştirme
- Farklı bakış açılarını benimseme
- Matematiksel modeller kullanma
- Modeller üzerine çalışma
- Modellerin sonuçlarını ve ifadelerini yorumlama
- Modeller ve tüm süreci doğrulama

### Düzyey 3: matematiksel modellemeye üst-yansıtma

- matematiksel modellemeyi eleştirel analiz etme
- matematiksel model değerlendirme kriterlerini karakterize etme
- matematiksel modellemenin nedeni üzerine yansıtma yapma
- matematiğin uygulamaları üzerine yansıtma yapma

Matematiksel modelleme yeterliklerini tek boyutlu olarak ele almanın karmaşık yapısına uygun olmadığını ve çok boyutlu bir değerlendirme yaklaşımıyla ele alınması gerektiğini vurgulayan çalışmalar da mevcuttur (Örn., Rensaa, 2011; Niss ve Jensen, 2006'dan aktaran Jensen, 2007).

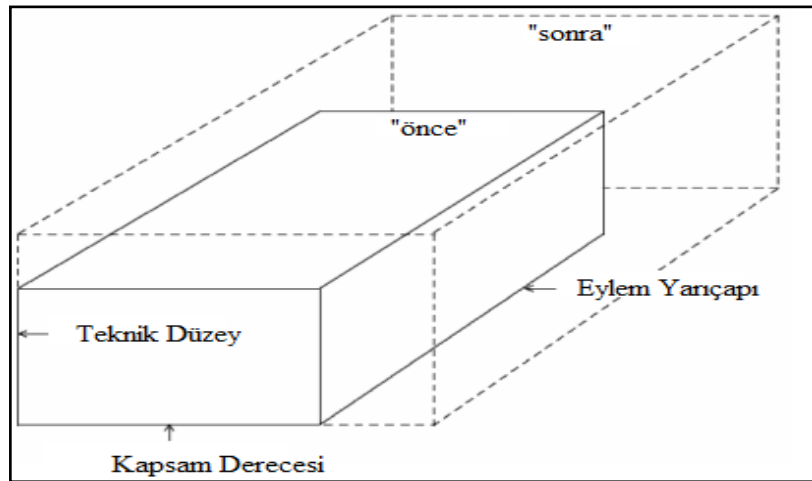
Çok boyutlu değerlendirme yaklaşımının benimsendiği bir çalışmada, mühendislik öğrencilerinin matematiksel modelleme yetkinliklerini analiz etmek için kullanmak üzere, matematiksel yeterlikler bakış açısıyla etkinlik temelli iki boyutlu bir değerlendirme önerilmektedir (Rensaa, 2011). Bu yaklaşıma göre bilişsel süreç boyutu ve bilgi boyutu iki boyutlu bir değerlendirme matrisi ile ele alınmaktadır.

Tablo 10. Matematiksel Modelleme Yeterliğinin İki Boyutlu Değerlendirilmesine Yönelik Matris (Rensaa, 2011)

Bilişsel Süreç Boyutu	Hatırlama (tanıma, geri çağırma)	Temsil etme (transfer etme)	Karşılaştırma (ilişkilendirme, sınıflandırma)	Hesaplama (uygulama, yürütme)	Model (analiz, ölçme)	İletişim kurma (tanımlama, açıklama, savunma)	Üst-biliş (kontrol, düzenleme)
Bilgi Boyutu							
Kavramsal Bilgi							
Etkinliğin yorumlanması							
Diferansiyel denklem türleri							
İntegral							
Yerine koyma, başlangıç şartları							
Çözümün yorumlanması							
Prosedür bilgisi							
Kesir bölme kuralları							
İntegrasyon							
Üssel ve logaritma kuralları							
Mutlak değer kuralları							
Denklem çözme kuralları							

Tablo 10'dan da görüldüğü gibi Rensaa (2011) bilişsel süreç ve bilgi olmak üzere matematiksel modellemeyi iki boyutta ele almayı önermekte ve bu bağlamda değerlendirme yapmaktadır. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliğindeki çözümü, etkinliğin içerdiği belli bir konuya özgü olarak hazırlanan bu değerlendirme sistemi ile analiz edilmiştir. Bu tablo, çözümler incelenerek ilgili bölmelerin doldurulmasını sağlamaktadır. Bölmelere yazılacak değerlendirme kriterleri ise "evet", "hayır, yapılmadı", "hayır, istenmedi" ve "hayır, ilgili değil" şeklindedir. Yapılan bu iki boyutlu değerlendirme için özel bir konuya yönelik değerlendirme matrisi hazırlandığı, farklı konular için ise konuya özgü değerlendirme kriterlerini içeren yeni bir matris hazırlanması gerektiği vurgulanmaktadır.

Blomhoj ve Jensen (2010) de matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde çok boyutlu yaklaşım önermekte ve değerlendirmenin "kapsam derecesi", "eylem yarıçapı", "teknik düzey" boyutlarıyla ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır (Akt. Jensen, 2007). Bu yaklaşıma göre kapsam derecesi; öğrencilerin çalıştıkları matematiksel modelleme sürecini açıklamak için, teknik düzey; öğrencilerin kullandıkları ve benimsedikleri matematiği ifade etmede, eylem yarıçapı; öğrencileri matematiksel modelleme sürecinde etkinleştiren matematiğin değerlendirilmesi için ele alınan boyutlardır (Jensen, 2007). Bu üç boyutlu değerlendirme bir hacim olarak temsil edilir ve ilerleme hacimdeki artış olarak temsil edilmektedir.



Şekil 10. Üç boyutlu yeterlik değerlendirme yaklaşımının görselleştirilmesi (Niss ve Jensen, 2006, akt., Jensen, 2007)

Çok boyutlu böyle bir yaklaşımın, matematikten de bildiğimiz gibi bir şeyi analiz ederken tekten birkaç boyuta geçiş yapılmasının değişen ciddi bir perspektif olmasından dolayı, matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde de kullanılmasında zorlukların yaşanmasının şaşırtıcı olmayacağı vurgulanmaktadır (Jensen, 2007).

Farklı öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini karşılaştırma isteği araştırmacıları çoktan seçmeli mikro-düzeyde çalışmalara yönlendirmiştir. Ancak bu tür değerlendirmelerde bütüncül değerlendirmenin göz ardı edildiği, dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin tam anlamıyla değerlendirilmediği eleştirisi, araştırmacıları mikro-düzeyde testlere bütüncül yaklaşıma dayalı MOEler yerleştirmeye yönlendirmiştir. Bu bağlamda yazılı testleri kullanan çalışmalardan bazıları da Zöttl, Ufer ve Reiss (2011) tarafından dört kategoride geliştirilen test kullanılmıştır. Bu testin üç kategorisi matematiksel modelleme sürecinin farklı basamaklarını ayrı ayrı ele alırken, dördüncü kategorisi kısa ama tam (tüm matematiksel modelleme sürecinden geçmeyi gerektiren) matematiksel modelleme etkinliği içermektedir. Çünkü bu araştırmacılar yeterli bir modelleme etkinliğinin her zaman tam bir modelleme süreci performansı gerektirdiğini kabul etmektedir. Ayrıca teorik olarak testi desteklemek için Jensen (2007) tarafından önerilen “kapsam derecesi, eylem yarıçapı ve teknik düzey” yaklaşımını kullanmaktadır. Benzer şekilde alt-yeterliklere yönelik çoktan seçmeli soruları matematiksel modelleme sürecinin tamamını gerektiren MOEler ile destekleyen çalışmaların sayısını artırmak mümkündür (Örn., Maaß ve Mischo, 2011; Mischo ve Maaß, 2012; 2013).

Görüldüğü gibi matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi, farklı yaklaşımla ve uygulamalarla ele alınmaktadır. Ele alınan her yaklaşımın olumlu ve olumsuz yönleri mevcuttur. İleriki bölümde yaklaşımlar tartışılarak, bu bölümde özetlenen çalışmalardan çıkarılan sonuçlara yer verilecektir.

## 2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye ilişkin literatür taraması kısmında referans verilen araştırma raporlarının ortaya koyduğu sonuç, öğrencilerin bazı alt süreçlere ait yeterliklere sahip olmadığıdır. Başka bir ifadeyle öğrenciler matematiksel modelleme sürecinin bazı alt-süreçlerini beklenen düzeyde gerçekleştirememektedir. Bu bağlamda matematiksel modelleme öğretimi için tasarlanan öğrenme ortamlarına yönelik çalışmalar incelendiğinde iki farklı yaklaşımın ön plana çıktığı görülmektedir. Mikro-düzeyde yaklaşımla öğrenme ortamları tasarlayan çalışmalar incelendiğinde, bu tür öğrenme ortamlarında yeterliklerin ayrı ayrı ele alınarak etkinliklerin bu doğrultuda tasarlandığı görülmektedir. Yani bir etkinlik bir veya birkaç yeterliğe odaklanmakta, matematiksel modelleme sürecini bir bütün olarak ele almamaktadır. Mikro-düzeyde bir yaklaşım matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmeyi gerektiren etkinliklerin çok zaman alıcı ve öğrenciler için zor olduğunu savunmaktadır. Ayrıca bu yaklaşımda bütüncül yaklaşımdaki yeterliklerin bir biçimde beslendiği varsayımı ortadan kaldırılarak, her yeterlik uygun etkinliklerle desteklenmektedir. Ancak matematiksel modelleme

sürecinin bir basamağına yönelik kısmi yeterliklere yönelmek, bu yeterliklerin öğrenme ortamında kısa süreli ele alınmasına sebep olmakta ve dolayısıyla her yeterlik için ayrı ayrı zaman ayırmak gerektiğinden yeterliklerle ilgili deneyimi sınırlandırmaktadır. Ayrıca mikro-düzeydeki yaklaşımda bireylerin ayrı ayrı deneyim yaşadıkları yeterlikleri, gerçek yaşamdaki bir problemi çözerken bir araya getirebileceği varsayılır. Ancak matematiksel modelleme sürecinin ve yeterliklerinin karmaşık yapısı ve alt-yeterlikleri düşünüldüğünde bu pek olanaklı görülmemektedir. Dolayısıyla eğitimin amacı eğer gerçek yaşamda karşılaşacağı problemleri çözebilen bireyler yetiştirmek ise öğrencilere gerçek yaşamda bütüncül bir yaklaşımla çözmeleri gereken matematiksel modelleme deneyimi yaşatılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bütüncül yaklaşımla matematiksel modelleme öğretimi için tasarlanan öğrenme ortamlarının ise kendi içinde farklılaştığı görülmektedir. Bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamları “teorik bilgi odaklı”, “serbest MOE odaklı” ve “matematiksel modelleme basamaklarını takip etme prosedürü odaklı” öğrenme ortamları olarak gruplandırılmıştır. Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan teorik bilgi odaklı öğrenme ortamlarına yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, genellikle böyle ortamlarda matematiksel modelleme sürecinin basamaklarına yönelik değerlendirmeler yapıldığı ve öğrencilerin yorumlama ve doğrulama yeterliklerinin yeterince gelişmediği vurgulanmaktadır. Düzey değerlendirmesine odaklanan çalışmalarda ise yeterlik düzeyinin en yüksek seviyeye yakın bir düzeye yaklaşmadığı görülmektedir. Bu çalışmalar incelendiğinde kazanılamayan veya yeterince kazanılamayan yeterliklerin Blum ve Kaiser (1997) tarafından tanımlanan (aktaran Maaß, 2006) alt-yeterliklerin hangilerinden kaynaklı istenilen düzeyde gelişmediğine değinilmediği görülmektedir. Yani bu çalışmalar matematiksel modelleme sürecinin basamaklarına veya matematiksel modelleme süreci için gerekli sayılan yeterliklere odaklanmakta ancak bu yeterliklerin alt-yeterliklerine odaklanmamaktadır. Yeterliklerin alt-yeterlikleri ise matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasında oldukça önemlidir. Dolayısıyla bu alt-yeterliklere yönelik deneyim yaşanmasına olanak sağlayacak bütüncül yaklaşıma dayalı öğrenme ortamlarının tasarlanması ve alt-yeterliklerin desteklediği bir öğrenme ortamında alt-yeterliklere yönelik yeterlik gelişiminin incelenmesi gerekmektedir. Çünkü bazı beceriler çabuk kazanılırken, bazı beceriler ise daha yavaş şekilde kazanılabilir (Blum ve Niss, 1989). Bu bağlamda yeterlikler için gerekli alt-yeterliklerin ne kadar kazanıldığı ve kazanılmadığı belirlenerek, başarılı bir matematiksel modelleme süreci için gerekli kabul edilen hangi yeterliğin hangi alt-yeterliklerden kaynaklı gelişmediğinin incelenmesine yönelik öğrenme ortamlarının tasarlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum

yapılacak çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerini desteklemek için alt-yeterliklere odaklı bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesinde etken olmuştur.

Bütüncül yaklaşıma dayalı serbest MOE odaklı öğrenme ortamlarının değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde bazı alt yeterliklere yönelik zorluklar yaşandığı ve öğrencilerde beklenen düzeyde yeterlik gelişimin sağlanamadığı belirtilmektedir. Ayrıca yine doğrulama gibi bazı önemli yeterliklerin özellikle üzerinde durulmasına yönelik vurgulamalar yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda da özellikle üzerinde durulması vurgulanan yeterlik gelişimin yetersiz olmasını etkileyen alt-yeterliklere odaklanılmamış, alt-yeterliklere yönelik değerlendirilmeler yapılmamıştır. Ayrıca matematiksel modelleme öğretimi ve öğrenimin zor olduğuna, matematiksel modelleme sürecinin karmaşık bir süreç olduğuna vurgu yapılmasına rağmen öğrenciler tüm öğrenme ortamı süresince MOEler üzerinde çalışırken serbest bırakılmıştır. Bu tür serbest bir çalışma sürecinde matematiksel modelleme konusunda hiçbir deneyime sahip olmayan öğrenciler, bu karmaşık süreç içinde ilerlemek için ihtiyaçları olan bilişsel yapıyı oluşturulmada zorluk yaşayabilir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasına yönelik bütüncül bir yaklaşımla tasarlanan matematiksel modelleme basamaklarını takip etme prosedürü odaklı çalışmalar incelendiğinde ise, bu tür ortamlarda öğrencilerin bilişsel seviyelerine uygun matematiksel modelleme döngülerini takip ettirilerek çeşitli yeterliklere yönelik deneyim sağlanmaya çalışıldığı görülmektedir. Böyle ortamlarda matematiksel modelleme sürecinin genellikle alt basamaklarına odaklanılmaktadır. Basamaklar arası geçişteki gerekli yeterliklere ait alt-yeterliklere ise değinilmemektedir. Böyle bir yaklaşımda süreci başarıyla tamamlamak için gerekli alt-yeterliklere yönelik deneyimlerin desteklediği varsayımı mevcuttur. Ancak böyle bir yaklaşımda bazı alt-yeterliklere yönelik deneyimler göz ardı edilmiş olabilir. Çünkü çalışma sonuçlarında bu tür öğrenme ortamlarında öğrencilerin bazı basamaklarda zorluklar yaşadığı belirtilmektedir. Bu çalışmalarda da basamaklar arası geçişlerde yaşanan zorlukların hangi alt-yeterliklerin eksikliğinden kaynaklandığı ele alınmamaktadır. Diğer taraftan yeterlik ve alt-yeterlikleri ele alan Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) ise böyle bir ortamda matematiksel modelleme yeterlikleri hakkında bilgi verilmemiş olmalarına rağmen, öğretmen adaylarının neredeyse tüm yeterlikler bağlamında çalışmalarının sağlandığını belirtmiştir. Tekin-Dede ve Yılmaz (2013), Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirlenen (aktaran, Maaß, 2006) matematiksel modelleme yeterliklerini ve alt-yeterliklerini ayrı ayrı değerlendirmiş ve alt-yeterliklerin, yeterliklerin bütünü temsil etmediğine yönelik bulgular elde edilmiştir. Başka bir deyişle bir yeterliğe ait tüm alt-yeterlikler üzerine yapılan çalışmaların aynı ağırlıkta olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme sürecine yönelik

deneyim kazandırmanın yeterliklerin ortaya çıkmasına imkan sağlamasına rağmen, her alt-yeterliğe yönelik eşit imkan sağlamadığı söylenebilir. Bu sonuç matematiksel modellemenin yeterlikler bağlamında değerlendirilmesi yerine alt-yeterlikler bağlamında değerlendirilmesi gerekliliğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir.

Bütüncül yaklaşımla matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine dair öğrenme ortamlarına yönelik çalışmalar incelendiğinde, bu ortamlarda genel olarak matematiksel modellemenin gerektirdiği tüm zorluklarla mücadele ederek tüm yeterliklerin teşvik edildiği dolayısıyla bu bağlamda en etkili öğrenme ortamlarının bütüncül yaklaşımla sağlanabileceği varsayılmaktadır (Grünwald, 2012). Dolayısıyla öğrencilere karmaşık matematiksel modelleme sürecinin her basamağına yönelik gerekli bilişsel adımlar bir şekilde yaşatılarak, başarılı matematiksel modelleme sürecine dair bilişsel düşünme yapısı kazandırılmaya çalışılmalıdır. Bu ise matematiksel modelleme sürecinin alt basamakları arasındaki geçişlere imkan sağlayacak yeterlikler ve bu yeterliklere ait alt-yeterliklerin kazanılmasını gerektirir. Dolayısıyla bütüncül bir yaklaşımla yeterliklerin alt-yeterliklerine yönelik deneyimler yaşatılacak öğrenme ortamları tasarlanarak değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının MOElerin daha önce bildikleri matematik problemlerinden farklı bir durum oluşturduğunu özellikle başlangıçta ne yapacakları nasıl başlayacakları noktasında bir belirsizlik yarattığını belirttiği görülmektedir (Eraslan, 2011). Bu durum bu çalışmada öğrencilere alt-yeterliklere yönelik bilişsel süreçleri yaşatmak adına, alt-yeterliklere yönelik deneyimler yaşatacak yönergelerin bulunduğu, yapılandırılmıştan yapılandırılmamışa doğru ilerleyen bir yaklaşımın tercih edilmesinde bir etken olmuştur.

Mikro-düzey ve bütüncül yaklaşımların dengeli olarak entegre edildiği karma yaklaşımı benimseyen çalışmalar incelendiğinde ise matematiksel modelleme yeterlikleri olarak basamaklar ve yeterliklerin ele alındığı görülmektedir. Ancak alt-yeterliklere yönelik destek verilmiş olması bir varsayım olarak kalmaktadır. Henüz matematiksel modelleme yeterliğinin, alt-yeterliklerini içeren bütün bir yapı olarak ele alındığı ve desteklendiği bütüncül bir öğrenme ortamında neler yaşandığı bilinmemektedir. Dolayısıyla öncelikle alt-yeterliklerin ele alındığı öğrenme ortamları tasarlanmalı ve değerlendirilerek öğrencilerin ek deneyime ihtiyaç duydukları alt-yeterlikler belirlenmelidir. Ardından ihtiyaç duyulan bu alt-yeterliklere dair mikro-düzeyde deneyimlerin yaşatılıp yaşatılmamasına yönelik kararlar verilerek mikro-düzey yaklaşımlar sergilenebilir. Bu durum ise öncelikle alt-yeterliklerine yönelik deneyim kazandırmaya olanak sağlayacak öğrenme ortamlarının tasarlanması gerekliliğini ortaya koyan bir diğer etkidir.

Matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde yaşanan zorlukların belirlendiği çalışma sonuçları incelendiğinde öğrencilerin matematiksel modelleme

basamakları arasındaki geçişlerde çeşitli zorluklar yaşadığı görülmektedir. Bu bağlamda Galbraith ve Stillman (2006) tarafından matematiksel modelleme basamakları arası geçişlerde yaşanan zorlukları belirlemek amaçlı oluşturulan çerçeve incelendiğinde, birçok araştırmacı tarafından tanımlanan matematiksel modelleme süreç ve alt süreçlerini içeren zorluklar tanımlandığı görülmektedir. Bu kuramsal çerçeveye göre matematiksel modellemeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında, öğrencilere matematiksel modellemenin alt süreçlerine yönelik deneyimlerin yaşatılması önemlidir. Böylece her alt-süreç için tanımlanan zorlukların ortadan kaldırılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan matematiksel modellemeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamları incelendiğinde, genellikle matematiksel modelleme basamakları ve matematiksel modelleme basamakları arası geçişlere odaklanıldığı görülmekte, basamaklar arası geçişlere olanak sağlayan alt-yeterliklere odaklanan oldukça az çalışmanın olması dikkat çekmektedir. Alt süreçlerde yaşanan zorlukların ortadan kaldırılması için, bu alt süreçlere alt-yeterliklere odaklanan öğrenme ortamlarında deneyimlerin yaşatılması gerektiği düşünüldüğünde, matematiksel modellemeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında alt süreçlere alt-yeterliklerin de ele alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Araştırmalarda ortaya çıkan bir başka durum ise bireyin zihninde matematiksel modelleme süreci içinde sahip olması gereken yeterliklere ( veya basamaklara) yüklediği geçersiz düşüncelerin matematiksel modelleme sürecini başarıyla tamamlamalarını engellediğidir. Maaß (2006) öğrencilerin yeterliklere yüklediği geçersiz düşüncelerin (makro-düzeydeki kavram yanılgılarının) ciddi bir sorun yaratacağını ve matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme sürecini etkileyeceğini belirtmektedir. Dolayısıyla matematiksel modellemeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında literatürce tanımlanan kavram yanılgıları dikkate alınarak, bu kavram yanılgılarına yol açmayacak şekilde öğrenme yaşantılarının düzenlenmesi gerekmektedir. Bu durum bu çalışmada alt-yeterliklerin ne anlam ifade ettiğine dair yaşantılar, tartışmalar ve sınıf tartışmalarına olanak sağlayacak, alt-yeterliklere dair yönergeler içeren bütüncül bir öğrenme ortamı tasarımı yaklaşımının benimsenmesinde bir diğer etkidir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik literatür kısmında referans verilen araştırma raporlarının ortaya koyduğu sonuç, matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi ve yapılan değerlendirilmelerle öğrencilerin karşılaştırılması eğiliminin, araştırmacıları sadece mikro-düzey yaklaşımla hazırlanan yazılı testleri kullanmaya yönlendirdiğidir. Ancak bu değerlendirme yaklaşımının alt-yeterliklerine yönelik ayrı ayrı sahip olunan yeterliklerin, bütün bir matematiksel modelleme sürecinde birleştirilerek matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanabileceği varsayımına dayandığı görülmektedir. Böyle bir varsayımda bulunarak



matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi, gerçek yaşamda tüm matematiksel modelleme sürecinin yürütülmesi gereken problemlerin çözümü gerekeceği göz önünde bulundurulduğunda, bu problemleri çözebilen bireyler yetiştirildiği varsayımını doğurmaktadır. Ancak eğitimin amaçları göz önünde bulundurulduğunda bu varsayım olarak ele alınabilecek bir hedef değil, ulaşılması gereken bir hedef olarak karşımıza çıkmaktadır. Blomhøj and Kjeldsen (2006) de bütüncül yönü tam olarak vurgulanan belirli bir yeterlik olarak ele alınan matematiksel modelleme yeterliğini tanımlarken altında yatan pedagojik fikrin de göz önüne alınması gerektiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda bütüncül değerlendirmelerin yapıp yapılamayacağını düşünülmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu durum bütüncül yaklaşımlarla yapılacak değerlendirmelerle bu varsayımın doğruluğunun test edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendiren çalışmalar incelendiğinde kendi içinde farklılıkların ortaya çıktığı görülmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerini matematiksel modelleme sürecindeki basamaklarının gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğine ya da yeterliklere sahip olunup olunmama gibi bağlamlarda değerlendirildiği çalışmalarda, bu yeterliklere ne düzeyde sahip olduğu ya da basamakların ne ölçüde gerçekleştirildiğini göz ardı edildiği görülmektedir. Bu ise matematiksel modelleme yaparken yürütülen çalışmaların niteliği hakkında bilgi elde etmeyi engellemektedir. Dolayısıyla matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmaların niteliğinin de belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül bir yaklaşımla ele alarak yürütülen çalışmanın hangi düzeyde (basamaklara göre) olduğunun belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların değerlendirme yaklaşımları incelendiğinde, böyle bir yaklaşımın yeterliğin ne ölçüde sağlandığından ziyade hangi basamaklarda ilerlendiğine yönelik sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu yaklaşımla yeterlikler ve alt-yeterlikler ayrı ayrı ele alınmamaktadır. Bu ise yeterlikler ve alt-yeterliklere yönelik öğrenci çalışmalarının değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin alt-yeterlikler olarak ele alındığı ve yeterliklere ait alt-yeterliklerin dikkate alınarak bütüncül bir yaklaşımla değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde ise alt-yeterliklerin gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğine odaklanıldığı görülmektedir. Diğer taraftan matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesini bütüncül yaklaşımla ele alan ancak matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde farklı düzeyler öneren çalışmalarda da bu tür bir yaklaşımın da yeterlikler ve alt-yeterliklere odaklanmadığı görülmektedir. Matematiksel modelleme yeterlikleri hem mikro-düzye hem de bütüncül yaklaşımla değerlendirmeyi amaçlayan karma yaklaşıma yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde de yeterliklerin

yazılı testlere öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar, her ne kadar tüm matematiksel modelleme sürecinden geçmeyi gerektiren MOEler içerse de, yeterlikler ve alt-yeterliklerin yeteri kadar ortaya çıkarılamayacağı düşünülmektedir. Yazılı testlerin alt yeterliklere yönelik olmasından dolayı, matematiksel modelleme süreçlerinin bütünsel şekilde ele alınması için gerekli yeterlikleri test edilmediği unutulmamalıdır (Kaiser, 2007). Diğer taraftan yapılan çalışmalar sonucunda aynı yeterliğe ait alt-yeterlikler üzerinde yürütülen çalışmaların aynı olmadığı görülmüştür (Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013). Buradan matematiksel modelleme yeterlikleri değerlendirilirken alt-yeterliklerin ayrı ayrı ele alınmasının önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca ilgili çalışma sonucunda da belirtildiği gibi alt-yeterliklerin ne ölçüde görüldüğüne dair bir değerlendirme yapılmadığı belirtilmekte ve alt-yeterliklerin süreç içinde değerlendirilmesinin yeterliklerin ne ölçüde olduğuna dair bir örüntüye ulaşıp ulaşılamayacağına açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır. Dolayısıyla alt-yeterliklerin hangi düzeyde olduğuna yönelik değerlendirmelerin yapılması ve örüntü oluşturup oluşturulmayacağını inceleyen süreç değerlendirmelerin yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum bu çalışmada alt-yeterliklerin birer yeterlik olarak ele alınarak, bütüncül bir yaklaşımla tasarlanan öğrenme sürecinde, alt-yeterliklere yönelik öğrenci çalışmalarının niteliğinin belirlenmesinde ve alt-yeterlik gelişimlerinin süreç içerisindeki görünümü incelenmesinde bir etkidir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin çok boyutlu değerlendirilmesine yönelik öneriler sunan çalışmalar incelendiğinde ise matematiksel modelleme sürecinin alt yeterliklerinin kapsamına yönelik yeterliklerin ele alınmasının yanı sıra bilgi, eylem yarıçapı ve teknik düzey gibi yeterliklerin de değerlendirilmesi önerilmektedir. Ancak literatürde tartışıldığı gibi kapsam derecesi olarak adlandırılan öğrenci çalışmalarının değerlendirilmesi için geçerli ve tam olarak kabul görmüş bir yaklaşımın bulunmadığı görülmektedir. Dolayısıyla öncelikle matematiksel modelleme için kapsam derecesi olarak adlandırılan boyutun neleri içerdiği ve nasıl değerlendirilmesi gerektiği belirlenmelidir. Bu durum bu çalışmada sadece kapsam derecesinin nasıl değerlendirilmesi gerektiğine odaklanılmasında bir etken oluşturmaktadır.

Sonuç olarak kısaca ifade etmek gerekirse, matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmalarda odak noktanın yeterliklere kayması, bu karmaşık ve bağlamsallaştırılmış yapılara yönelik değerlendirilme yaklaşımlarının geliştirilmesi çabalarını açığa çıkarmaktadır (Koeppen, Hartih, Klime ve Leutner, 2008). Ancak mevcut eğitim araştırmalarında yeterlik değerlendirme çalışmaları sınırlı sayıda ve dolayısıyla bireysel farklılıkları açıklamak için bilişsel modellerin geliştirilmesi önemlidir (Koeppen ve diğ., 2008). Diğer taraftan bir ders yoluyla matematiksel modelleme ile ilgili bir öğretim yapıldığında, ders içeriğinin öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerine ve

matematikselsel modellemeyi içselleştirmelerine ne kadar katkı sağladığının belirlenmesi gerekmektedir (Kaiser, 2007). Yapılan bu değerlendirmeler, matematikselsel modelleme öğretimine yönelik ders içeriklerinin iyileştirilmesi, geçerli içeriklerin güncellenmesi ve gelecek çalışmalar için ipuçları vermesi açısından önemlidir. Bu bağlamda akla gelen ilk soru hangi yaklaşımların ölçme araçlarını geliştirmek ve sonuçları yorumlamak için temel oluşturduğudur (Koeppen ve diğ., 2008). Bu doğrultuda matematikselsel modelleme yeterliklerini değerlendirmeye yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle mikro-düzey bir yaklaşımın sergilendiği görülmektedir. Bu sonuç ise kapsamlı bir çalışma sonuçlarına paralel niteliktedir. Frejd (2012), matematikselsel modellemenin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmaların, ne tür değerlendirme yaklaşımları sergilediklerini belirlemek amacıyla, matematikselsel modelleme ile ilgili önemli kitap, dergi ve bildiri tam metinlerini toplayan kaynakları ( ICMI14 Study: Modelling and applications in mathematics education kitabı; 15 ICTMA kongresinin bildiri tam metinleri; tüm CERME kongrelerinin matematikselsel modelleme çalışma gruplarının tam metinleri; ZDM dergisinin matematikselsel modelleme özel sayı) incelemiştir. Tüm bu çalışmalarda 75 araştırmancının matematikselsel modelleme değerlendirmeye yönelik olduğu belirlenmiş ve bu çalışmaların matematikselsel modellemeyi nasıl değerlendirdikleri kategorileştirilmiştir. Sonuç olarak değerlendirmelerin yazılı testler (35 araştırma), proje raporları (21 araştırma), sunum yapılan proje raporları (7 araştırma), yarışmalar (4 araştırma), poster oturumları (3 araştırma) ve öğrenci portfolyoları (2 araştırma) yardımıyla yapıldığı belirlenmiştir. Üç araştırmancının ise değerlendirmenin teorik boyutunun ele aldığı ifade edilmiştir. Bu sonuçta paralel olarak İsveç'te matematikselsel modelleme yeterliklerinin yerel testlerle belirlendiği, bu testler incelendiğinde ise matematikselsel modellemenin farklı yeterlikleri üzerine eşit olmayan vurgulamaların yapıldığı ifade edilmekte ve bu testlerde sıkça var olan bir modeli kullanmayı gerektiren sorular yer alırken, sonuçların kritik değerlendirilmesi ve doğrulanması yönlerinin göz ardı edildiği vurgulanmaktadır (Frejd, 2011 akt Frejd, 2012). Ayrıca bir öğenin bütüncül bir yaklaşımla tüm yönleriyle değerlendirildiği bir çalışmaya ise rastlanmadığını belirtmektedir. Ülkemizde yapılan ulusal sınavlarda ise matematikselsel modelleme yeterliklerini değerlendirmeye yönelik soruların olup olmadığına yönelik kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Ancak bu sınavların tek doğru cevabın arandığı çoktan seçmeli yapısı düşünüldüğünde, matematikselsel modellemeye yönelik soru olsa dahi bunun bütüncül yaklaşımdan ziyade mikro-düzeyde bir yaklaşımda olacağını söylenebilir. Bu bağlamda iyi yapılandırılmış yeterlik değerlendirmesi için, yeterlik yapıları, yeterlik düzeyleri ve yeterlik geliştirmeye yönelik çalışmalara hala ihtiyaç duyulmaktadır (Koeppen ve diğ., 2008). Bu durum bu çalışmada matematikselsel modellemenin alt-yeterliklerinin tamamını ayrı ayrı içeren bir bütün olarak ele alınmasında, bu doğrultuda

değerlendirilmesinde ve alt-yeterlik gelişimlerinin süreç içerisindeki görünümünün araştırılmasında etken oluşturmaktadır.

Literatür taraması sonucu ışığında, matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanacak öğrenme ortamlarının şu prensipleri sağlaması gerektiği düşünülmektedir:

- Matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak işe koşulması gerektiği düşünüldüğünden, alt-yeterliklere yönelik yönergelerle bireylerde matematiksel modelleme sürecine yönelik bilişsel yapının oluşmasına imkân sağlanmalıdır. Bu yaklaşımın öğrencileri matematiksel modellemenin alt basamakları arası geçişlere teşvik ederek, basamaklar arası geçişlerde yaşanan zorlukları ortadan kaldırmaya imkan sağlayacağı düşünülmektedir.
- Model oluşturmaya yönelik formal deneyimlere sahip olmayan bireyler için, etkinlikler basitten-karmaşığa, yapılandırılmıştan-yapılandırılmamışa doğru sıralanmalıdır. Bu yaklaşımın öğrencileri basit etkinliklerde yaşanan hataları yorumlamaya teşvik ederek, gerçek yaşam bağlamlarında yaşanan hataları yorumlamaya yönelik deneyimler yaşatacağı düşünülmektedir. Böylece hataları yorumlamaya ve doğrulamaya yönelik yaşanan zorlukların ortadan kaldırılmasına imkan sağlanacağı düşünülmektedir.
- Etkinliklerin matematik dünyasından başlayarak, yavaş yavaş matematik dünyası ile gerçek dünya arasındaki geçişleri sağlayacak şekilde sıralanmalıdır. Bu yaklaşımın amacı matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip olmayan öğrencilerin matematiksel modellemeyi karmaşık, zorlu ve öngörülemez bir yapı olarak algılamalarına engel olmaktır.
- Gerçek dünya ile matematik dünyası arası ilişki kurabilmeye olanak sağlayan sınıf dışı uygulamaları içeren etkinliklere yer verilmelidir. Bu yaklaşımla öğrencilerin gerçek yaşam bağlamlarındaki matematiği görmelerine imkan sağlanmaya çalışılmıştır.
- Farklı bağlamlarda, farklı matematiksel içeriklerde ve farklı süreçler gerektiren etkinliklere yer verilmelidir. Bu yaklaşımla bağlamlar ve matematiksel bilgiler çeşitlendirilerek, öğrencilerin bu değişkenlere yönelik eğilimlerinin matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisinin azaltılması amaçlanmıştır.
- Öğrencilerin deneyim sahibi oldukları bağlamsal ve matematiksel anlamda ilişkili etkinliklerle bütünsel bir yapı sağlanmalıdır. Bu yaklaşımın bağlamsal ve matematiksel bilgi eksikliğinden kaynaklanan zorlukları ortadan kaldırmaya imkan sağlayacağı düşünülmektedir.

- Öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırmak amacıyla etkinlik bağlamları ile ilgili günlük hayata dair video, haber, afiş gibi materyallerle öğrenme ortamı zenginleştirilmelidir. Aynı zamanda bu yaklaşımla öğrencilerin bağlam ile ilgili bilgi edinmesi amaçlanmıştır.
- Sınıf içi-sınıf dışı grup ve bireysel çalışmalara, çalışmaların sunumuna, modelleme süreçlerinin ve modellerin tartışılmasına imkân sağlamalıdır. Bu tartışmaların matematiksel modelleme sürecindeki sadeleştirme, varsayımlarda bulunma, gerçek model, matematiksel model, doğrulama kavramlarının içeriği hakkında konuşma fırsatı sağlayarak, bu kavramlara yönelik gelişebilecek kavram yanılgılarını engelleyeceği düşünülmektedir.

### 3. YÖNTEM

Tezin bu bölümüne araştırma tasarımı, araştırmanın yürütülmesinde benimsenen yöntem, katılımcılar, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve veri analizi ile ilgili açıklamalara yer verilmiştir.

#### 3. 1. Araştırma Deseni

İlgili literatür incelendiğinde, çeşitli eğitim seviyelerindeki öğrencilerin ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinde çeşitli zorluklar yaşadığı ve beklenen düzeyde matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda literatürde modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine imkân sağlayacak ortamların tasarlanmasına yönelik farklı öğrenme yaklaşımları mevcuttur. Farklı yaklaşımlarla yürütülen matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik çalışma sonuçları incelendiğinde, alt-yeterlikleri destekleyecek öğrenme ortamlarının geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada araştırmacı literatür sonucunda ortaya koyulan eksikleri ortadan kaldırmayı amaçlayarak matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine imkan sağlayacak bir öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Araştırmacı öğrenme ortamındaki yaşantıları, zorlukları, öğrenci tepkilerini, öğrenme çıktılarını anlık ve birinci elden görmek amacıyla uygulayıcı rolü üslenmiştir. Dolayısıyla araştırmanın araştırmacı öğretmen yöntemiyle yürütülen bir eylem araştırması olduğu söylenebilir.

Eylem araştırması birçok araştırmacı tarafından farklı şekilde tanımlanmaktadır. Ancak farklı tanımlamaların temelinde yatan ortak yan; bir eğitim ortamında fark edilen bir sorunun giderilmesine yönelik uygulamaların yapılması ve bu sürecin değerlendirilmesidir. Bu temel özellik eylem araştırmalarını diğer sosyal araştırmalardan ayıran en önemli özelliğidir (Aksoy, 2003). Eylem araştırmaları en genel anlamıyla öğretme etkinliklerinin kalitesini artırmak ve gerçekleşen öğrenme-öğretme süreçlerini anlamak ve değerlendirmek amacıyla gerçek okul ve sınıflarda araştırma yapma olarak tanımlanabilir (Hensen, 1996; McTaggart, 1997; Johnson, 2012). Benzer şekilde Watts'a (1985) göre eylem araştırması, katılımcıların (öğretmen, araştırmacı...) araştırma tekniklerini kullanarak kendi eğitim uygulamalarını sistematik ve dikkatli şekilde değerlendirme sürecidir (aktaran, Ferrance, 2000, 1). Bu çalışmada da araştırmacı matematiksel modelleme ile ilgili kuramsal yaklaşımları göz önünde bulundurarak öğretimin kalitesini artırmak için kendi gerçek sınıfında, araştırma tekniklerini kullanarak, kendi eğitim

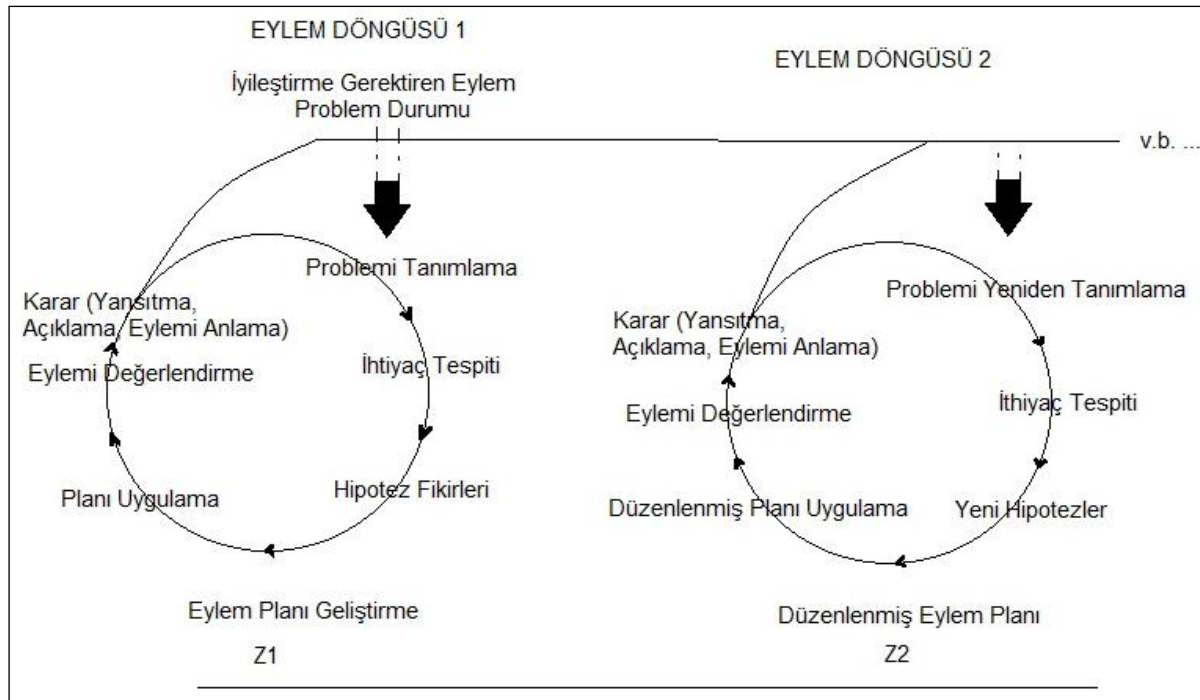
uygulamasını değerlendirdiğinden yöntem olarak eylem araştırmasının benimsenmesi uygun görülmüştür.

Eylem araştırması fikrini geliştiren Kurt Lewin 'e göre eylem araştırması birbirine benzer etkileşimli dairelerin oluşturduğu sarmal bir süreçtir (aktaran, Hopkins, 2008), Lewin'e göre bu aşamalar aşağıdaki gibidir:

- Fikrin belirlenmesi
- Bilgi toplama
- Planlama
- Uygulama
- Değerlendirme
- Planın düzenlenmesi
- İkinci eylem adımına geçiş (Smith, 2007'den akt. Mertler, 2012, 16)

Lewin tarafından oluşturulan eylem araştırması süreci dikkate alınarak bir çok süreç modeli geliştirilmiştir. Farklı olarak McKernan (1996), esnek olmayan sınırlı bir zamanda ortaya çıkan problemin bir eylem araştırmasına izin vermeyeceğinin önemine vurgu yaparak, uzun uygulamalar gerektiren problemler için "zaman süreci (time process)" modelini önermiştir (aktaran, Hopkins, 2008).

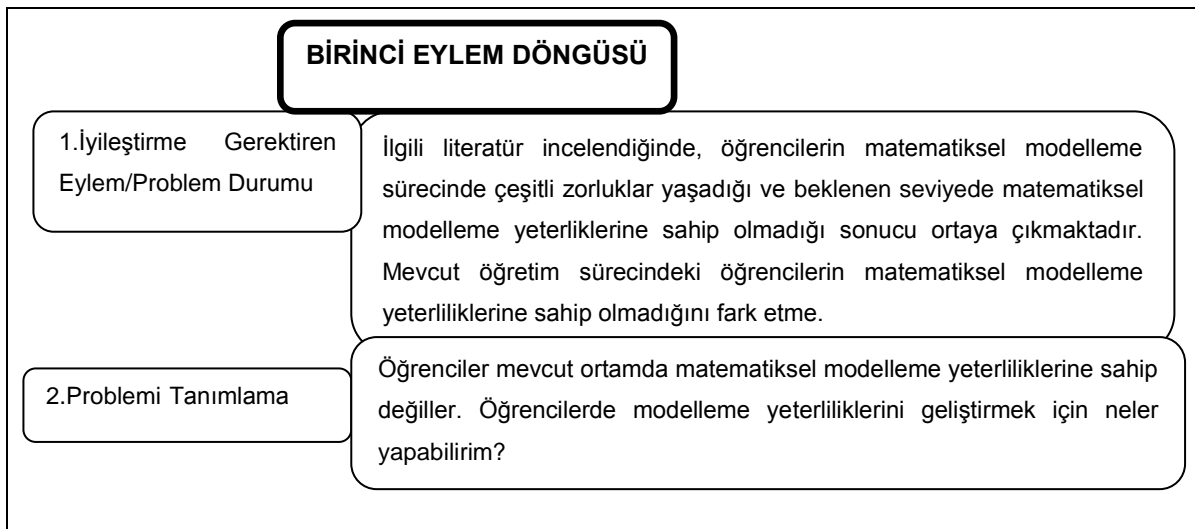
McKernan (1996: 29), eylem araştırmasının dairesel etkileşimli sarmal döngüsünü "zaman süreci" yaklaşımıyla Şekil 11'deki gibi modellemiştir:



Şekil 11. McKernan'ın eylem araştırması modeli

Bu süreçte eylem döngüsünün “birinci zamanı (Z1)” öncelikle problem durumunun farkına varılması ve uygulamanın iyileştirilmesi gerektiğine karar vermekle başlar. Ardından mevcut problemler belirlenir ve alan yazın taraması, çeşitli araştırmalar veya veri toplanarak problemle ilgili değerlendirmeler yapılır. Değerlendirmeler sonucunda hipotezler belirlenir ve hipotezleri test edecek uygulama planı hazırlanır. Ardından plan uygulanır ve eylem değerlendirilir. Uygulama ile ilgili yansıtıcı, açıklayıcı ve düzenleyici kararlar verilir. Bu kararlar doğrultusunda problem yeniden belirlenir ve eylem döngüsü “ikinci zaman (Z2)” olarak yeniden başlar. Yani eylem araştırmaları doğrusal değil etkileşimli dairesel süreçlerin olduğu sarmal bir yapı olarak devam eden bir süreçtir. Bu çalışma da geliştirilmesi istenen matematiksel modelleme yeterlikleri uzun zamanlı uygulamalar gerektirdiğinden McKernan (1996) tarafından geliştirilen “zaman süreci” modeli benimsenmiştir. Bu doğrultuda, çalışmada hazırlanan eylem planı pilot uygulama kapsamında uygulanmış, uygulama ve değerlendirme sürecine yönelik yansımalar sonucu ortaya çıkan problemler belirlenmiştir. Bu problemler doğrultusunda eylem planına yönelik değerlendirmeler yapılmış ve düzenlenmiştir. Düzenlenen eylem planı asıl uygulama kapsamında yeniden uygulanmıştır.

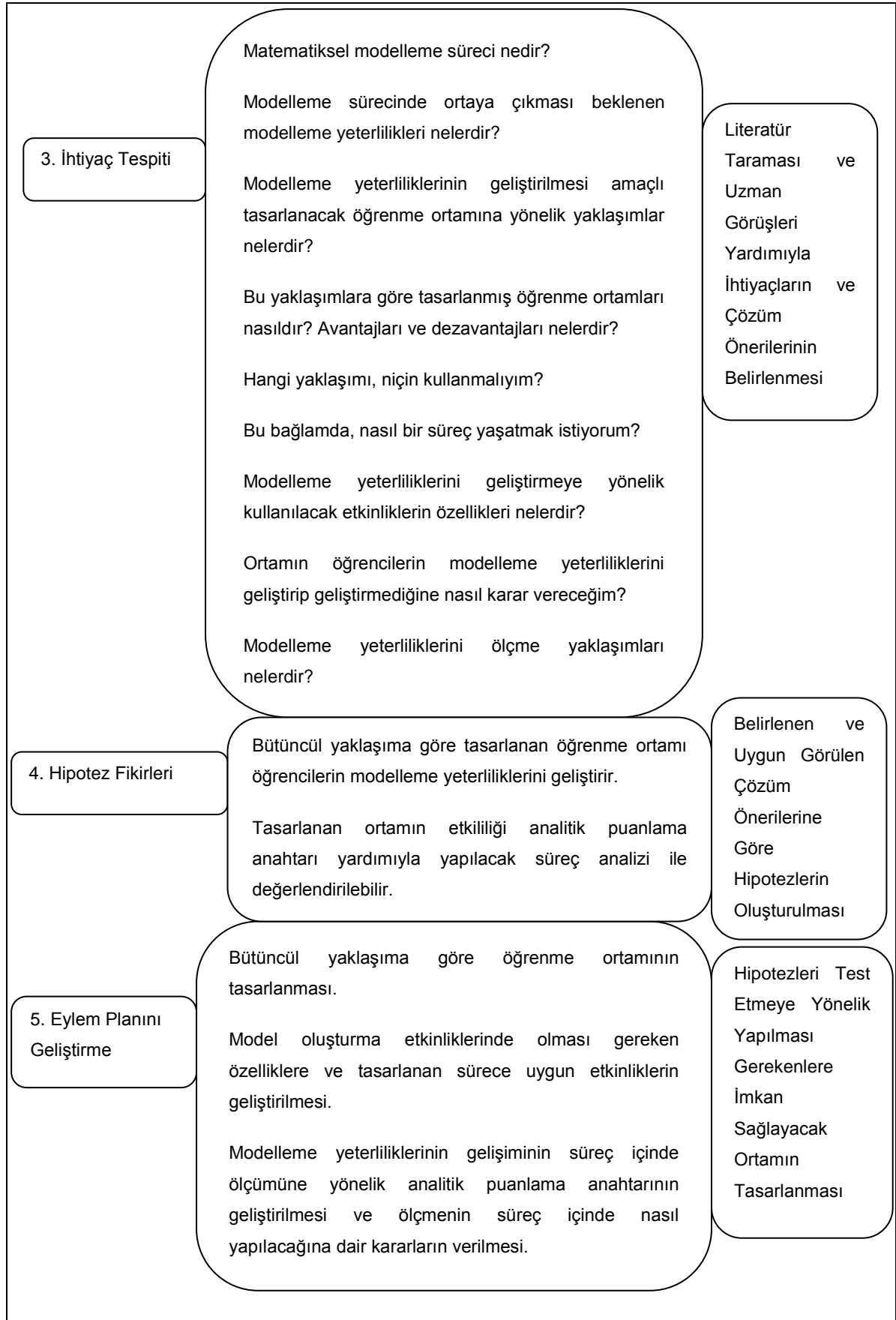
Eylem araştırmalarında örneklem grubunun küçük seçilmesinden dolayı, sonuçların genellenmesi yerine mevcut uygulamaların geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Çepni, 2009). Bu çalışmada da hazırlanan eylem planının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma boyunca McKernan (1996)’nin eylem araştırması modeli göz önünde bulundurulmuş, tasarlanan eylem araştırması sürecine ait her basamakta yapılan çalışmaları gösteren akış şeması Şekil 12’de verilmiştir.



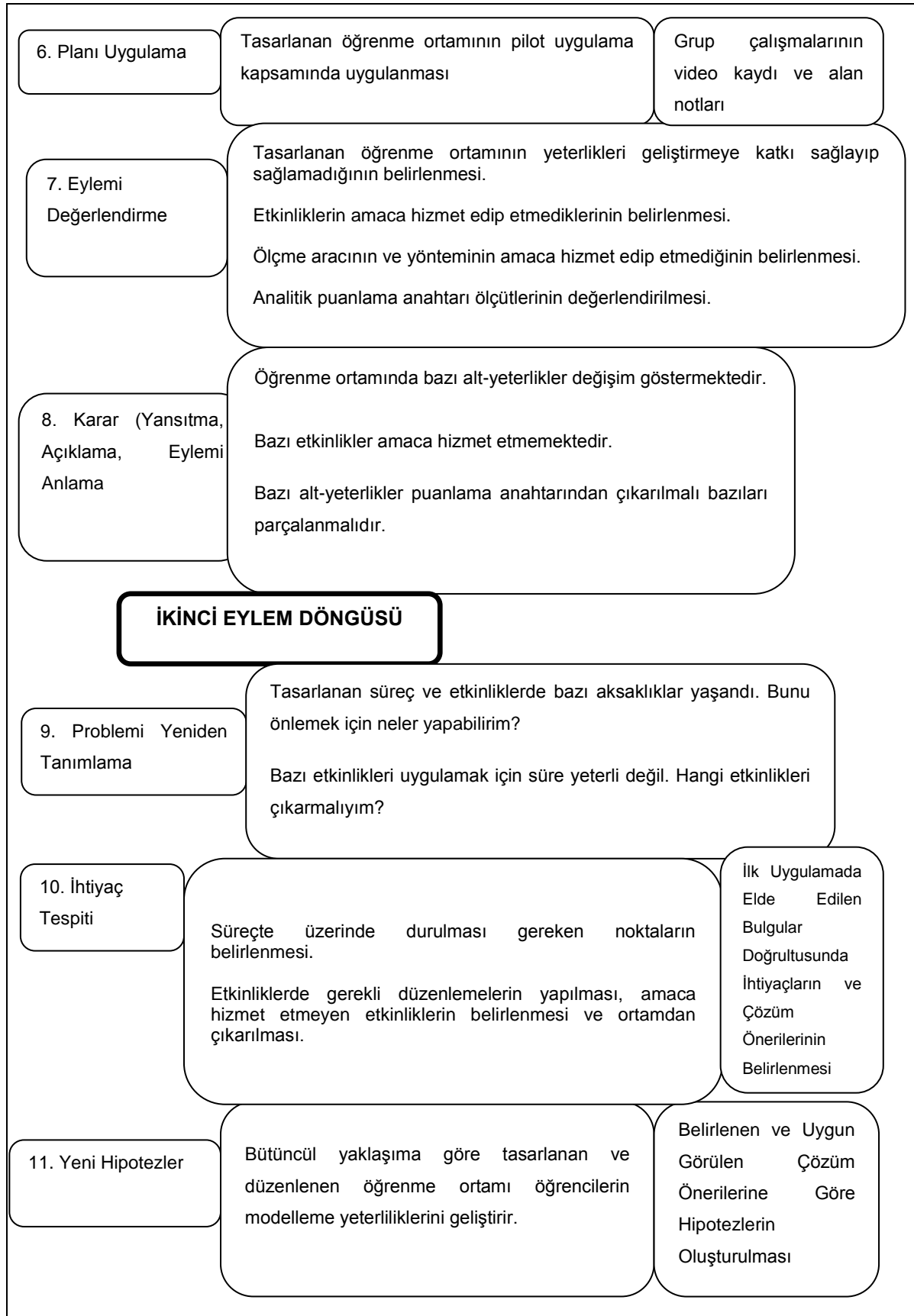
Şekil 12. Eylem araştırması sürecinde yapılan çalışmalara ait akış şeması



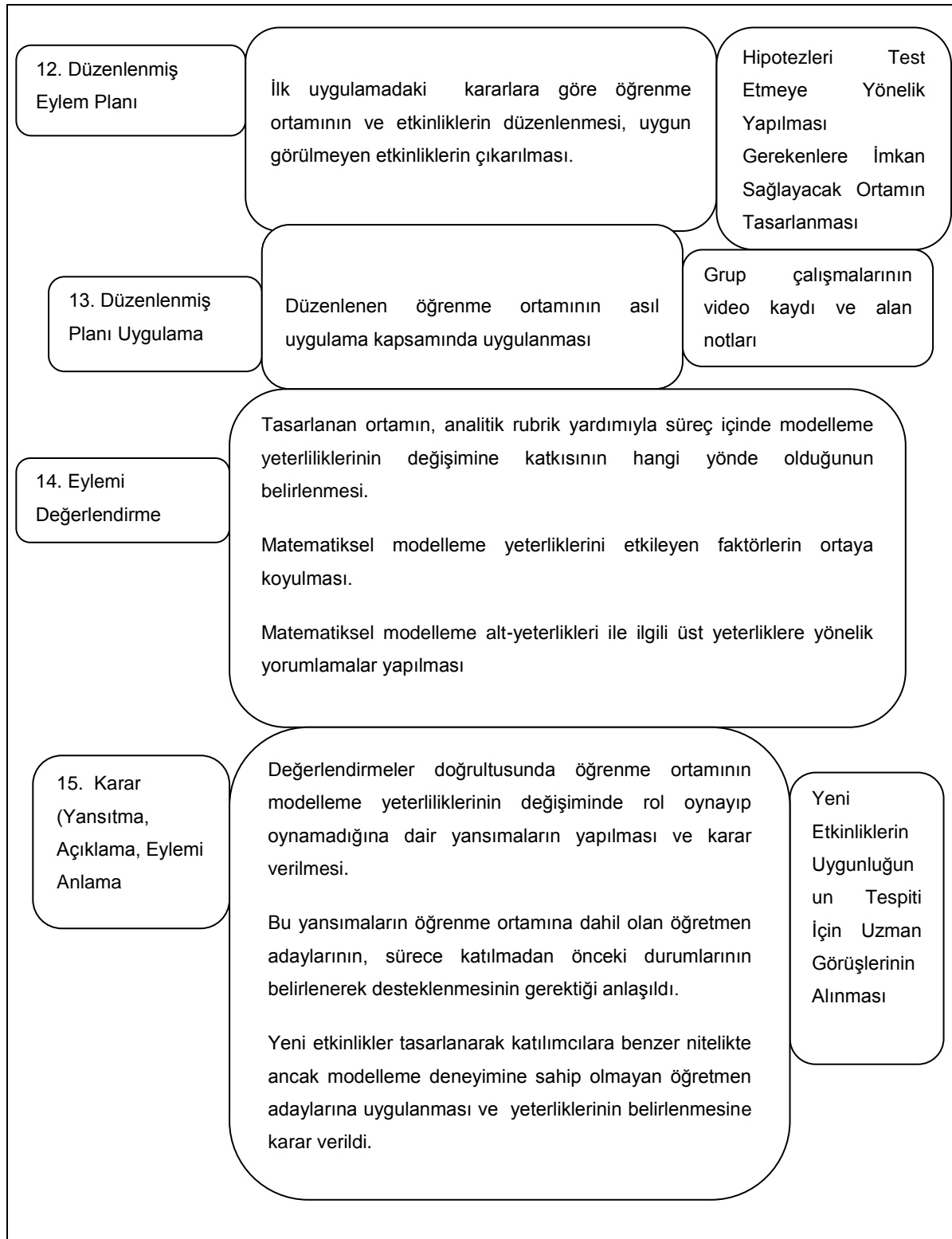
## Şekil 12'nin devamı



## Şekil 12'nin devamı



## Şekil 12'nin devamı



Bu süreçlerde yapılan tasarımlara (öğrenme ortamı, veri toplama araçları ve süreci, etkinlikler, verilerin analizi ...), değerlendirmelere ve düzeltmelere yönelik bilgiler ilgili bölümlerde ayrıntılı olarak verilmiştir.

### 3. 2. Katılımcılar

Bu çalışmada araştırma problemlerine bağlı olarak, iki farklı katılımcı grubu ile çalışılmıştır. Çalışma 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Giresun Üniversitesi (GRÜ) İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim dalı ikinci sınıf öğrencileri ile “Matematikte Temel Kavramlar” dersi kapsamında yürütülmüştür. Bu ders kapsamında dersi seçen 40 öğretmen adayından kendi isteklerine göre 4-6 kişilik gruplar oluşturulması istenmiştir. Bu doğrultuda yedi grup oluşmuştur. Ancak çalışmada ayrıntılı bir süreç analizinin yapılması ve süreç içindeki gelişimlerin gözlenmesi amaçlandığından, yedi grup arasından rastgele örneklem ile iki grup seçilmiştir. Çalışmanın ilk katılımcılarını bu iki grupta bulunan 9 öğretmen adayı oluşturmaktadır. İlerleyen bölümlerde bu öğretmen adayları K1, K2, K3,..., K9 şeklinde kodlanarak ele alınmıştır. Seçilen iki gruba, derse devam etmelerinin araştırma için önemli olduğu belirtilmiş, ders sürecinde yapacakları grup çalışmalarının videoya alınacağı ve araştırma kapsamında değerlendirileceği ayrıca eğer gerek duyulursa ders dışında görüşmeler yapılabileceği bildirilerek sürece gönüllü olarak katılıp katılmayacakları sorulmuştur. İki grupta sürece gönüllü ve devamsızlık yapmaksızın katılmayı kabul etmiş ve bu araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarına dair “Yazılı İzin Formu” (Bkz. Ek 1) imzalamışlardır. Bu öğretmen adaylarıyla tasarlanan öğrenme ortamı yürütülmüş ve bireysel projeler kapsamında değişen matematiksel modelleme yeterlikleri belirlenmiştir.

Çalışma başlangıcında öğrenme ortamına dahil olacak öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl olduğuna yönelik herhangi bir çalışma yürütülmemiştir. Dolayısıyla öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme dersinden önceki matematiksel modelleme yeterliği durumları bilinmemektedir. Öğretmen adaylarının tasarlanan öğrenme ortamına dahil olmadan önceki matematiksel modelleme yeterliklerinin durumunu belirlemek amacıyla, matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir deneyime sahip olmayan ve öğrenme ortamına dâhil olan öğretmen adaylarıyla etkileşime geçemeyecek olan Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) İlköğretim Matematik Öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören üç öğretmen adayı rastgele ve gönüllülük esasına dayanarak çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmanın katılımcılarının ikinci bölümünü de bu üç öğretmen adayı oluşturmaktadır. İlerleyen bölümlerde bu öğretmen adayları K10, K11 ve K12 olarak kodlanmış şekilde ele alınmıştır. Katılımcıların öğrenme ortamına dahil olup olmama durumları ve demografik özellikleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Asıl Çalışmaya Dahil Olan Katılımcıların Demografik Özellikleri

Katılımcılar	Katılımcı Kodu	Üniversite	Ağırlıklı Not Ortalaması (4 üzerinden)	Mezun Olunan Lise	Cinsiyet
ÖĞRENME ORTAMINA DAHİL OLAN	GRUP A	K1	2,64	LİSE (Resmi ve Gündüz Öğretimi Yapan Lise)	Kız
		K2	2,68	LİSE (Resmi ve Gündüz Öğretimi Yapan Lise)	Kız
		K3	2,74	ANADOLU LİSESİ (Yabancı Dil Öğretim Yapan Resmi Lise)	Kız
		K4	2,03	LİSE (Resmi ve Gündüz Öğretimi Yapan Lise)	Erkek
		K5	2,55	LİSE (Resmi ve Gündüz Öğretimi Yapan Lise)	Kız
	GRUP B	K6	3,75	ANADOLU LİSESİ (Yabancı Dil Öğretim Yapan Resmi Lise)	Kız
		K7	2,89	LİSE (Resmi ve Gündüz Öğretimi Yapan Lise)	Kız
		K8	3,11	ANADOLU LİSESİ (Yabancı Dil Öğretim Yapan Resmi Lise)	Kız
		K9	1,73	ANADOLU ÖĞRETMEN LİSESİ	Erkek
ÖĞRENME ORTAMINA DAHİL OLMAYAN	K10	KTÜ	3,41	ANADOLU LİSESİ (Resmi ve Gündüz Öğretimi Yapan Lise)	Kız
	K11	KTÜ	2,25	ÖZEL ANADOLU LİSESİ (Yabancı Dil Öğretim Yapan Resmi Lise)	Kız
	K12	KTÜ	2,15	FEN LİSESİ	Erkek

Tablo 11'den görüldüğü gibi öğrenme ortamına dahil olan dokuz öğretmen adayı mevcutken, öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayı mevcuttur. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının ilk durumlarını yansıttığı varsayımıyla matematiksel modelleme yeterliklerindeki süreç içindeki gelişimi yorumlanmaya çalışılmıştır. Öğrenme ortamına dahil olan katılımcılar grup çalışması yürüttüğünden ve süreç değerlendirmesi için kapsamlı araştırma yapılmak istendiğinden iki gruptaki dokuz kişidir. Ancak öğretmen ortamına dâhil olmayan öğretmen adaylarının her birine farklı MOE tasarlanması gerektiğinden ve her biriyle bireysel klinik mülakatlar yürütülmesi gerektiğinden katılımcı sayısı üç ile sınırlı tutulmuştur. Ayrıca katılımcılar öğretim programı

gereği ortaöğretim ve üniversite öğrenimleri boyunca bu çalışmada ele alınan MOE'leri tamamlamak için gerekli olan matematiksel kavramlara yönelik dersleri almışlardır.

### 3. 3. Öğrenme Ortamının Tasarımı

Eylem araştırması çerçevesinde mevcut problemin belirlenmesinin ardından, bu problemi çözebilmek için neler yapılabileceği ile ilgili literatür incelenmiş, ortamın nasıl olması gerektiğine karar verilmiştir. Yapılan literatür taraması sonucunda öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin ve alt matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirebilmesi için onların matematiksel modelleme sürecindeki tüm basamaklardan geçmelerine yardımcı olacak deneyimler yaşamaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda matematiksel modelleme yeterliklerinin kazanılmasında böyle bir ortamı sağlayacak yaklaşımın bütüncül yaklaşım olduğuna karar verilmiş ve öğrenme ortamı bütüncül yaklaşım benimsenerek tasarlanmıştır. Ayrıca öğrenme ortamı, literatür taraması sonucu ayrıntılı olarak ortaya koyulan, matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik öğrenme ortamlarının sağlanması gereken prensipler dikkate alınarak tasarlanmıştır.

Bütüncül yaklaşıma göre bireyler, onları matematiksel modelleme sürecindeki tüm basamaklardan geçmeleri için zemin oluşturacak gerçek dünya problemlerinden seçilmiş model oluşturma etkinlikleriyle çalışmalıdırlar. Aksi takdirde süreç içindeki bir basamak atlanabilir bu da yeni bir bağlamdaki matematiksel modelleme sürecinde önemli alt yeterliklerin unutulmasına neden olabilir. Diğer taraftan Şen-Zeytun (2013) matematiksel modelleme sürecinin “dağınık/sistemsiz çalışma/yazma” faktöründen etkilendiğini belirtmektedir. Buradan hareketle tasarlanan öğrenme ortamındaki etkinliklerin yönergeleri, öğrencilere bu alt yeterliklere dair deneyimler yaşatacak ve çalışmalarını düzenleyecek şekilde tasarlanmıştır. Blum ve Kaiser (1997) tarafından geliştirilen ve Maaß (2006) tarafından aktarılan matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterliklerine dair deneyimler yaşatmak amacıyla etkinliklerin içerebileceği genel yönergeler araştırmacı tarafından belirlenmiş ve uzman bir kişinin görüşleri doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır. Alt yeterliklere dair deneyim yaşatmayı amaçlayan yönergeler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri, Alt-yeterlikler ve İlgili Yönergeler

Yeterlikler ve İlgili Alt-yeterlikler	Alt Yeterliklere Uygun Geliştirilen Etkinlik Yönergeleri
<i>A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği</i>	
A1. Problem için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme	Ne biliyorsun? Ne öğrenmek istiyorsun? Varsayımların ne olabilir?

Tablo 12'nin devamı

A2. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme	Hangi değişkenler en önemlileridir? Hangi değişkenleri ihmal edebilirsiniz? Hangileri değişmezdir?(parametreler nelerdir?)
A3. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma	Çözüm için ilk matematiksel modelin ne olabilir? Daha sonra detaylandırmak üzere bir başlangıç modeli oluşturabilir misin? Değişkenler ve başlangıç model arasındaki ilişkiyi belirleyebilir misin?
A4. Problemi çözmek için uygun, ulaşılabilir bilgiyi bulma ve ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme	
<i>B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği</i>	
B1. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirme	Başlangıç modelini probleme uygun şekilde detaylandırabilir misin?
B2. Gerektiğinde ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme ayrıca nicelik ve ilişkilerin sayısı ile karmaşıklığını azaltma	Modeli mümkün olduğunca basit şekilde ifade edebilir misin? Modeli karmaşıklıktan kurtarabilir misin?
B3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak temsil etme	Eğer uygunsa problem durumunu grafiksel olarak gösterebilir misin?
<i>C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği</i>	
C1. Problemi daha küçük parçalara bölme, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme, probleme farklı bir formda bakma, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi buluşsal stratejiler kullanma	Bu probleme benzer bir problem oluşturabilir misin?
C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma	
<i>D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği</i>	
D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama	Bu model probleme hitap ediyor mu? Bu model herkes tarafından aynı şekilde algılanıyor mu?
D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Bu model sadece bu durum için mi geçerlidir? Modelin bir genellemesi yapılabilir mi?
D3. Problemin çözümünü uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme	
<i>E. Çözümü doğrulama yeterliği</i>	
E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapma	Modelin doğruluğunu gerçek veriler kullanarak test edebilir misin? Bunun için hangi verileri toplamaya ihtiyacın var?
E2. Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme	
E3. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme	Bu en iyi model midir? Farklı bir model oluşturulabilir mi? Arkadaşlarının modelleri yanında seninkinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?
E4. Genel olarak modeli sorgulama	

Tablo 12’de verilen yönergeler ortam ve etkinlik tasarım sürecine rehber olması açısından geliştirilmiştir. Görüldüğü gibi bazı alt-yeterliklere yönelik yönergeler oluşturulmamıştır. Bunun sebebi ise bu alt yeterliklerin süreç içinde diğer yönergeler veya etkileşimler vasıtasıyla ortaya çıkmasının gerekmesi veya bu yeterliklere yönelik yönlendirmelerin yapılmamasının gerektiğinin düşünülmesidir. Örneğin; “*oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği*”nin “problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma” alt-yeterliği için etkinliklere yönerge eklenmemiştir. Çünkü bu alt-yeterlik matematiksel modelleme sürecinde bu yeterliğe sahip bireyler tarafından kendiliğinden ortaya çıkarılabilecek bir yeterliktir. Yani öğrenciler süreç içinde yönergeler olmadan problemi çözmek için gerekli matematiksel bilgileri problem çözmenin doğası gereği kullanırlar.

Tasarlanan öğrenme ortamında öğrenciler kendilerinin oluşturdukları gruplar ile MOE’ler üzerinde çalışmıştır. Öğrencilere model oluşturabilmeleri için yeterli süre verilmiştir. Grup çalışması sonunda ise her grup oluşturmuş olduğu modeli sunmuş, sınıf tartışmaları yapılmış ve yine her grup kendi modelinin niçin diğerlerinden farklı olduğuna dair bir savunma hazırlamıştır. Ayrıca öğrencilere birer adet grup ve bireysel proje ödevleri verilmiştir. Bu proje ödevleri de yine sınıf ortamında sunulmuş ve oluşturulan modeller üzerine sınıf tartışması yapılmıştır. Öğrenme ortamında öğrenciler istediklerinde araştırma yapmak için sınıf dışına çıkabilme, sınıfta bulunan bir bilgisayar aracılığıyla istedikleri araştırmaları yapabilme ve uzman bir kişiye danışabilme gibi olanaklar sağlanmıştır. Yapılan pilot uygulama sonucu öğrenme ortamında gerçekleştirilen grup çalışmalarının ve sınıf tartışmalarının yürütülmesinde, tasarımda değişiklik yapmayı gerektirecek önemli bir sorunla karşılaşılmamıştır. Ancak etkinlikler, haftalık plan ve değerlendirme ile ilgili çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Etkinlikler ve değerlendirme sürecine dair yapılan düzenlemeler ise ilgili bölümlerde ayrıntılı şekilde verilmiştir.

### 3. 3. 1. Etkinliklerin Tasarımı

Bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamı, matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik olduğundan, öğrenme ortamına dahil olan katılımcıların matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme sürecine rehberlik etmesi amacıyla, matematiksel modelleme yeterliklerine ait ortaya çıkması beklenen ve alt yeterlikleri gerektiren eylemlere yönlendiren yönergelerin gömülü olduğu MOE’ler geliştirilmiştir. Ayrıca bu MOE’ler Stillman (2012) tarafından açıklanan ve çalışmada benimsendiği gibi, matematiksel modellemeyi bir amaç olarak ele almakla birlikte bazı etkinlikler öğretmen adaylarının mevcut matematiksel bilgilerini genişletmeye yönelik bir araç niteliği de taşımaktadır. Diğer taraftan MOE’lerin bağlamı matematiksel modelleme sürecinin



yürütülmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bağlam sadece motive etmekle kalmaz, bazen çok fazla bilgi ya da kurulan duygusal bir bağ ile problemi çözmekten uzaklaştırabilir (Busse 2001'den aktaran Maaß, 2006; Galbraith ve Stillman 2001). Van den Heuvel-Panhuizen (1999) öğrencilere kendilerini verilen durum içinde hayal edebilmelerini sağlayacak etkinliklerle bu durumun aşılabileceğini belirtmektedir. Diğer yandan ise öğrencilerin tanıdığı bağlamların gömülü olduğu etkinliklerin kullanımı her zaman öğrencilerin çözüm için girişimlerini destekleyici olmadığını ve özellikle değerlendirmede zorluklar yaratacağını vurgulamaktadır. Öğrenciler bazen probleme makul, gerçekçi ve alternatif bir senaryoyla hitap ederek, problemde amaçlanan matematiksel yorumlama ile uğraşmayı reddeder. Bağlam ile ilgili deneyimlerinin olmadığı zamanlarda ise etkinliğin bağlamını tamamen görmezden gelirler ve bu nedenle gerçek dünya bilgilerini ve gerçekçi yaklaşımları dışlarlar (Van den Heuvel-Panhuizen, 1999). Benzer şekilde Busse ve Kaiser (2003), öğrencilerin bağlam ile ilgili olarak yaşadıkları duygusal olayların etkinliğe bakış açılarını etkilediklerini belirtmektedir. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak, tasarlan MOE'ler öğretmen adaylarının aşına oldukları ancak çok içinde olmadıkları bağlamlar içermesine dikkat edilerek tasarlanmıştır. Tasarlanan MOE'ler EK 2'de verilmiştir. MOE'lerin amaçları ise Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Tasarlanan Öğrenme Ortamında Uygulanan MOE'ler ve Amaçları

Tasarlanan Öğrenme Ortamında Uygulanan MOEler	
MOE	Amaç
Büyük Ayak (BA)	Ders sürecine yürütülecek etkinliklere örnek verme. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir deneyime sahip olmadan önce, tüm model oluşturma prensiplerine uygun bir etkinlikte hangi yeterliklere hangi ölçütte sahip olduklarını belirleme.
Vücut indeksi (VKİ)	Dünya sağlık örgütü tarafından önerilen matematiksel modeli ülkemiz için birimleri çevirerek daha kullanışlı hale getirme. Modeli yorumlama ve kullanışlı model oluşturma.
Çikolata fabrikası (ÇF)	Gerekli verilerin sayısal olarak verildiği tek bir durumu yorumlayarak basit özgün model oluşturma.
Tüketici fiyat endeksi (TÜFE)	Gerçek verilerin verildiği kısıtlı bir durumu yorumlayarak doğrusal model oluşturma. Ana becerilere yönelik azaltılmış yönergelere geçiş.

Tablo 13'ün devamı

Trafik kaza istatistikleri (TKİ)	Bir önceki etkinliğe benzer bir durum ancak hangi verileri kullanacağı, nasıl bir model oluşturulursa daha anlamlı olacağı sorularına öğrencilerin karar vermesini sağlama. Herkese ait farklı doğrusal modeller çıkabilir. Artık amaç yönergeler azaltılarak ilk derslerde verilen yönergelerle hedeflenen becerileri kendilerinin kullanmasına olanak sağlama.
Halka arz (HA)	Ana becerilere ait yönergelerle verilerin verildiği bir durumu yorumlayarak üssel artış-azalış durumlarına uygun model oluşturabilme.
Grup projesi: ilaç dozu (İD)	Gerçek bir durumla karşılaşan öğretmen adayları, hem değişkenleri hem varsayımları hem verileri yönergeler olmadan kendileri belirlemeleri, kendi özgün modellerini oluşturmaya çalışmaları. Bu süreçte gerçek yaşamdan gözlemler yapmaları ve süreç içinde önceki derslerde kazanmış oldukları becerileri yönergeler olmadan kullanmaları beklenmektedir.

Tasarlanan MOE'ler den TKİ ve HA etkinlikleri matematiksel modelleme için araç niteliği taşıyan etkinliklerdir denilebilir. TKİ etkinliğinde öğretmen adayları iki noktası verilen bir doğrunun modelini oluşturma bilgisine sahipken, doğrusal bir görünüm sergileyen ikiden fazla nokta içeren veri setine en uygun doğrunun belirlenmesine yönelik bir bilgiye sahip değillerdir. Dolayısıyla mevcut bilgilerini genişletmeleri gerekecektir. Benzer durum üssel modelleme gerektiren HA etkinliği için de geçerlidir.

MOE'ler geliştirilirken Lesh ve arkadaşlarının (2000) model oluşturma etkinliklerinde, belirlemiş oldukları gerçek hayat problemlerini temsil eden 6 prensip benimsenmiştir. Kişisel anlamlılık prensibini sağlamak amacıyla, MOE bağlamlarının gerçek yaşamda olabilecek, öğrencilerin kişisel deneyime sahip oldukları ve kendi fikirlerini yürütebilecekleri bağlamlar olmasına dikkat edildi. Model yapılandırma prensibini sağlamak amacıyla, MOElerin matematiksel bir model oluşturmak için gerekli ihtiyacı ortaya koymasına ve matematiksel modelleme sürecinden geçmeye olanak vermesi sağlanmıştır. Öğrencilerin öz-değerlendirme yapmalarına imkan sağlamak amacıyla MOEler grup çalışmalarında yürütülmüş ve süreç sonunda oluşturulan tüm modeller sınıfa sunulmuştur. Böylece hem grup tartışmaları hem de sınıf tartışmalarıyla öğrencilere alternatif cevapların varlığı ve kendi cevaplarının geçerliliği hakkında öz-değerlendirme yapma fırsatı sunulmuştur. Her MOE süreci grup sunumları ve sınıf tartışması ile son bulmuştur. Sunumların yapılması modelleme sürecinde ne tür matematiksel sistemler üzerinde düşündüklerine yönelik dokümanlar hazırlamasını gerektirdiğinden, her etkinlik için model dokümantasyon prensibi de sağlanmıştır. MOElerin durumun mümkün

olduğunca basit ve bir o kadar da matematiksel olarak önemli sayılabilecek model oluşturmaya imkan sağlamasına özen gösterilmiştir. Başka bir deyişle MOEler matematiksel olarak anlamlı ve diğer durumlara adapte edilebilecek kullanışlı bir model oluşturmaya yönelik tasarlanmıştır. Örneğin, TKİ etkinliğinde farklı yollarla birçok doğrusal model oluşturulabilir. Ancak etkili prototipin hangi doğrusal model olduğuna karar vermek gerekmektedir. Bu deneyim ise yapısal olarak benzer durumları anlamlandırabilmek için imkan sağlayacaktır. Bu bağlamda TKİ etkinliğinin etkili prototip prensibini sağladığı söylenebilir. MOEler tasarlanırken oluşturulacak modellerin başka durumlarda da kullanılmak üzere genellenmesinin ihtiyaç olarak hissettirilmesine dikkat edilmiştir. Örneğin İD etkinliğinde herhangi bir ilacın kullanım süresinin belirlenmesi istenmiştir. İlacın hangi ilaç olduğu verilmemiş ve neden kullanım süresinin belirlenmesi gerektiğine dair ayrıntılı bilgi verilmemiştir. Bu ise öğretmen adaylarında birden çok ilacın kullanım süresini belirleme ihtiyacı uyandırmış ve genelleme yapma gerekliliğini hissettirmiştir. Bu bağlamda İD etkinliğinin model genelleme prensibini sağladığı söylenebilir.

Pilot uygulama sonucunda asıl uygulamada kullanılmasına karar verilen etkinliklerin sağladıkları prensipler Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Asıl Uygulamada Öğrenme Ortamına Dahil Olan Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Etkinliklerin MOE Prensipleri ile İlişkisi

MOE'nin sağlaması gereken prensipler (Lesh ve diğ., 2000)						
MOE	Kişisel Anlamlılık Prensipleri	Model Yapılandırma Prensipleri	Öz Değerlendirme Prensipleri	Model Dokümantasyon	Basit Prototip Prensipleri	Model Genelleme Prensipleri
BA	✓	✓	✓	✓	✓	✓
VKİ	✓	X	✓	✓	✓	✓
ÇF	X	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TÜFE						
TKİ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
HA	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İD	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tablo 14’den de görüldüğü gibi bazı etkinlikler bazı prensipleri sağlamamaktadır. Bunun sebebi ise öğrenme ortamının yapılandırılmıştan yapılandırılmamışa doğru bir

yapıda tasarlanmış olmasıdır. Örneğin VKİ etkinliği model yapılandırma prensibini sağlamamaktadır. Çünkü öğretmen adayları ilk defa bu etkinlikte matematiksel modelleme alt yeterliklere ait deneyimler yaşayacaklardır. Dolayısıyla bu etkinlik yapılandırılmış bir etkinliktir. Bu etkinlikteki amaç verilen bir matematiksel modeli yorumlama ve kullanışlı hale getirmektedir. ÇF etkinliği de gerçeklik prensibini karşılamamaktadır. Çünkü öğretmen adayları ilk defa bu etkinlikte matematiksel model oluşturmaya yönelik alt yeterlikler bağlamında deneyim yaşayacaklardır. Dolayısıyla bu etkinlik tümdengelimli yapılandırılmış bir etkinliktir. Bu etkinlikteki amaç iyi yapılandırılarak verilen bir probleme çözüm getirecek matematiksel modelin oluşturulması ve doğrulanmasıdır.

Aynı zamanda öğrenme ortamı bütüncül yaklaşım benimsenerek tasarlandığından, ilk etkinliklere alt matematiksel modelleme yeterliklerine ait deneyimler yaşatmak amacıyla bu yeterliklere uygun olarak hazırlanan yönergeler yerleştirilmiştir. İlerleyen etkinliklerde yönergeler yavaş yavaş azaltılıp ana yeterliklere ait yönergelere dönüştürülmüş ve süreç sonunda yönergeler olmayan matematiksel modelleme etkinlikleri öğrenme ortamında yerini almıştır. Yapılan pilot uygulama sonucu etkinlik yönergeleri yeniden düzenlenmiş ve asıl çalışmaya hazır hale getirilmiştir. Asıl çalışmada kullanılan etkinliklerin içermiş oldukları yönergelerin alt matematiksel modelleme yeterlikleriyle ilişkisi Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Öğrenme Ortamına Dahil Edilen Etkinliklerin İçerdiği Yönergelerin Alt Yeterliklere ile İlişkisi

Etkinlik	Yeterlikler ve alt yeterlikler																
	A				B			C		D			E				
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	D3	E1	E2	E3	E4	
1	BA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	VKI	1 <sup>1</sup> 6	2 3 4 5	7	-	-	8	9	10	-	11	12	-	12	-	13	-
3	ÇF	7	3 4 5 6	1 2 8 9	-	10	11	12	15	-	13	1	-	18	-	19	20 21 22

Tablo 15'in devamı

4	TÜFE	-	1	-	-	-	2	-	-	3	-	5	-	6	8
										4				7	
5	TKİ	1	-	-	-	-	2	3 <sup>2</sup>	3	-	-	4	-	-	6
												5			
6	HA	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	2
7	ID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Bu sayılar etkinliklerde bulunan yönerge numaralarını belirtmektedir.

<sup>2</sup>Vurgulanmış yönerge numaraları, birden fazla alt yeterliğe hitap eden yönerge numaralarını belirtmektedir.

Tablo 15'den görüldüğü gibi, VKİ ve ÇF etkinliklerinde hemen hemen her alt yeterliğe ait bir yönerge bulunmaktadır. Bu yönergeler ile katılımcıların alt yeterliklere ait eyleme geçme deneyimi yaşatmak amaçlanmıştır. Yönerge bulunmayan alt yeterliklere (A4, C2, D3 ve E2 yeterlikleri) ait eylemler ise grup çalışmaları ve sınıf tartışmasında deneyim yaşanabilecek ve gözlemlenebilecek yeterliklerdir. Dolayısıyla etkinliklere bu yeterliklere yönelik yönerge koyulmamıştır. VKİ ve ÇF etkinliklerinde, alt yeterliklerin tamamına yönelik yönlendirmeler yapan yönergeler, TÜFE etkinliğinde yerini anahtar alt yeterliklere ait yönlendirmeler yapacak yönergelere bırakmıştır. TKİ etkinliğinde ise az sayıda alt-yeterliğe yönelik yönergelere yer verilmiştir. HA etkinliğinde birçok alt yeterliği içeren az sayıda ana yönergelere yer verilirken, son etkinlik olan grup proje ödevinde ise hiçbir yönergeye yer verilmemiştir.

Sonuç olarak, pilot uygulama sonucu gerekli görülen etkinlikler çıkarılmış ardından öğrenme ortamına dahil edilmesine karar verilen etkinliklerde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Asıl çalışmada öğrenme ortamına entegre edilmesine karar verilen yedi etkinliğe son hali verilmiştir. Asıl uygulamada kullanılan etkinlikler Ek 2 de verilmiştir. Pilot ve asıl uygulama planı, pilot uygulama sonucu ortamdaki çıkarılmasına karar verilen etkinlikler ve gerekçelerine ait bilgiler haftalık plan başlığında ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Çalışma başlangıcında öğrenme ortamına dahil olacak öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl olduğuna dair bireysel herhangi bir çalışma yürütülmemiştir. Dolayısıyla öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyiminden önceki matematiksel modelleme yeterliği durumları bilinmemektedir. Öğretmen adaylarının tasarlanan öğrenme ortamına dahil olmadan önceki matematiksel modelleme yeterliklerinin durumunu belirlemek amacıyla, matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir deneyime sahip olmayan ve öğrenme

ortamına dâhil olan öğretmen adaylarıyla etkileşime geçemeyecek üç öğretmen adayı çalışmaya dahil edilmiştir. Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme konusunda deneyimi olmadığından araştırmacı tarafından verilen MOE'ler üzerinde çalışması uygun görülmüştür. Bu öğretmen adaylarının MOE'ler üzerinde çalışırken birbirinden etkilenmemesi amacıyla her birine farklı MOE'lerin verilmesine karar verilmiştir. Bu bağlamda seçilen üç öğretmen adayı için üç farklı MOE tasarlanmıştır. Tasarlanan ortama dahil olmayan öğretmen adaylarına uygulanan MOE'ler Ek 3'de verilmiştir. Bu MOE'ler geliştirilirken de Lesh ve arkadaşları (2000) tarafından tanımlanmış gerçek hayat problemlerini temsil eden 6 prensip benimsenmiştir. MOElerin pilot uygulaması öğrenme ortamına dahil olan üç öğretmen adayı ile yapılmış ve amaca hizmet ettiği görülmüştür. Pilot uygulama sonucu gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Tasarlanan MOE'lerin, Lesh ve arkadaşları (2000) tarafından tanımlanan prensiplerle ilişkisi Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Asıl Uygulamada Öğrenme Ortamına Dahil Olmayan Öğretmen Adaylarına Uygulanan Etkinliklerin MOE Prensipleri ile İlişkisi

MOE	MOE'nin sağlaması gereken prensipler (Lesh ve diğ., 2000)						
	Kişisel Anlamlılık Prensibi (Gerçeklik Prensibi)	Model Yapılandırma Prensibi	Öz değerlendirme prensibi	Model Dışsallaştırma Prensibi (Model Dokümantasyon)	Basit Prototip Prensibi	Model Genelleme Prensibi	
İhracat Geliri (İG)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Meyve Suyu Kutusu* (MSK)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Nükleer Enerji (NE)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

\* URL 1'den esinlenerek hazırlanmıştır.

Görüldüğü gibi öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen MOEler, tüm prensipleri sağlamaktadır. Ayrıca bu etkinlikler hiçbir yönerge içermemektedir. Bunun sebebi ise problemlerin bireylerin gerçek

yaşamda karşılaşacağı şekilde verilerek, matematiksel modelleme yeterliklerinin gerçeğe en yakın durumlarda belirlemenin sağlanmasının amaçlanmasıdır.

### 3.3.2. Haftalık Plan

Eylem planının ilk döngüsünde hazırlanan etkinliklerin ve tasarlanan öğrenme ortamının pilot uygulaması yapılmıştır. Asıl uygulama araştırmacının uygulayıcı olduğu ve öğretim faaliyetleri yürüttüğü Giresun Üniversitesi'nde yapılacağından, asıl uygulamaya katılan öğretmen adaylarının pilot uygulamaya katılan öğretmen adaylarının MOEler ile ilgili deneyimlerinden etkilenmesini önlemek amacıyla, pilot uygulamanın araştırmacının lisansüstü eğitim gördüğü Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde yapılmasına karar verilmiştir. Buradaki amaç ise pilot uygulamadaki katılımcıların asıl uygulamadaki katılımcılarla etkinlikler ve öğrenme ortamı ile ilgili bilgi alışverişinde bulunmalarını önlemektir. Bu bağlamda pilot uygulamanın yürütüleceği Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalında verilen dersler incelenmiştir. Tasarlanan öğrenme ortamı matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeyi amaçladığından, matematiksel modelleme ise gerçek dünya ile matematik dünyası arasında ilişki kurmayı gerektirdiğinden matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilebileceği en uygun dersin “Matematik ve Hayat” dersi olduğuna karar verilmiştir. Bu bağlamda pilot çalışmanın ikinci sınıf öğrencileri tarafından seçilen “Matematik ve Hayat” dersi kapsamında yürütülmesi planlanmıştır. Bu ders 17 haftalık öğretim süresine sahip olup, ilk hafta, resmi tatiller ve sınav haftaları çıkarıldığında toplam 12 hafta uygulama için imkân sağlamaktadır ve haftalık üç ders saatidir. Oluşturulan MOE’ler, uygulama yapılacak ders ve tasarlanan öğrenme ortamına uygun olacak şekilde sıralanmış ve pilot uygulamanın haftalık ders planı Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Pilot Uygulamada Yürütülen Haftalık Ders Planı

Hafta	Ders içeriği Uygulanan MOE	Notlar	Yaklaşık Süre (dakika)
1	İlk hafta: Öğrencilerle tanışma		
2	Bilgilendirme dersi BA	* Etkinlik için; boş kağıtlar, bant, uhu, mezura, makas, farklı renkte kalemler, zımba, ataç, hesap makineleri, bilgisayar... * Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması	70+90=160
3	VKİ	* Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması	50+40=90

Tablo 17'nin devamı

4	ÇF Araba Garajı (AG)	* Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması	75+40=115
5	TÜFE	* Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması	80+30=110
6	TKİ	* Önce grupların MOE üzerinde çalışarak, matematiksel model oluşturmalarına imkân verilmeli. * Ardından oluşturulan farklı modeller tartışılarak, etkili prototip prensibini sağlayan en uygun doğrusal modeli belirleme yolları verilmeli.	70+60=130
7	HA Gel-git (GG)	* Önce grupların MOE üzerinde çalışarak, matematiksel model oluşturmalarına imkân verilmeli. * Ardından oluşturulan farklı modeller tartışılarak, etkili prototip prensibini sağlayan en uygun üssel modeli belirleme yolları verilmeli. * Grup proje ödevinin verilmesi: İlaç Dozu	70+70=140
8	Trafik lambası (TL)	* Gözlem yapmak için serbest zaman verilmeli. * Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması	15+90+60=165
9	Ara Sınav Haftası		
10	Grup Projelerinin Tartışılması (İD)	* Grup sunumları ve sınıf tartışması * Yeni proje ödevlerinin verilmesi: bireysel problem belirleme ve model oluşturma	60+60=120
11	Resmi Tatil		
12	Firma Masrafları (FM)	* Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması	100
13	MSK	* Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması	80+60=140
14	Bireysel Sunumu	Projelerin *Bireysel sunumlar ve sınıf tartışması	100+70=170
15	Bireysel Sunumu	Projelerin *Bireysel sunumlar ve sınıf tartışması	105+80=185
16	Final Haftası		
17	Final Haftası		



Eylem araştırmasının “birinci zamanı” olan pilot uygulama kapsamında uygulanan haftalık ders planı incelendiğinde, uygulamanın ikinci hafta başladığı görülmektedir. Bu hafta öğrencilere “model, modelleme ve matematiksel modelleme nedir?”, “matematiksel modellemeye niçin ihtiyaç duyarız?”, “matematiksel modellemenin kullanıldığı alanlar nelerdir?” soruları yönlendirerek soruların cevapları üzerine tartışılmıştır. Ardından matematiksel modellemenin mimari, çevre kirliliklerinin önlenmesi, 3D filmlerin yapımı gibi alanlarda kullanılan matematiksel modellemelerle ilgili örnekler verilmiştir. Son olarak da matematiksel modelleme sürecinin gerçek dünya ile matematiksel dünya arasındaki geçişini basit bir şekilde vurgulayan Berry ve Houston (1995) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme süreci modeli gösterilmiş ve derste yaşanacak süreç hakkında kısa bilgi verilmiştir. Katılımcılara matematiksel modelleme süreci veya yeterlikleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgi verilmemiştir. Çünkü, bu çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri veya süreci hakkında teorik bilgi vermek yerine, bütüncül yaklaşımla bu sürecin kendiliğinden yaşanması sağlanmaya çalışılmıştır. İkinci hafta son olarak öğrenme ortamında neler yaşanacağına örnek teşkil etmesi açısından “büyük ayak problemi” katılımcılara tanıtılmıştır. Ayrıca herhangi bir yönerge içermeyen bu etkinlikle, öğretmen adaylarının tasarlanan öğrenme ortamına dahil olmadan önceki matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Diğer haftalar ise tasarlanan öğrenme ortamına uygun olacak şekilde diğer etkinlikler yerleştirilmiştir. Dördüncü ve yedinci hafta için ikişer, diğer haftalar için ise birer MOE'nin uygulanması planlanmıştır. Ancak pilot uygulamada ders süresinin ikinci MOE'nin uygulanması için yeterli olmadığı görülmüş ve bu etkinliklerin asıl uygulama sürecinden çıkarılmasına karar verilmiştir. Ayrıca pilot uygulama sürecinde asıl uygulamada her etkinlik için verilecek ortalama yeterli zaman belirlenmiştir. Örneğin, “halka arz” etkinliği için pilot uygulamada gözlemlenen uygun süre 70+70 olacak şekilde iki periyot iken, öğrencilerin dışarıda gözlem yapmalarını gerektiren “trafik lambası” etkinliği için gözlemlenen uygun süre 15+90+60 şeklinde üç periyottur. Çünkü bu etkinlikte öğrenciler önce etkinlik üzerine tartışmış, ardından gözlem için otoyola gitmiş ve tekrar sınıfa gelip gözlemler sonucu model oluşturmaya çalışmışlardır. Pilot uygulama sonucu her etkinliğin uygulanabilirlik ve amaca uygunluğuna dair yapılan değerlendirmeler Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Pilot Uygulama Sonucu Etkinliklerin Değerlendirilmesi

Hafta	MOE	Pilot değerlendirme	Yapılan düzeltmeler
1		Öğrenciler ile tanışma.	
2	Bilgilendirme Dersi BA	Bu ders öğrenciler için zevkli, araştırma için başarılı olarak sonuçlandı. Öğrenciler derste ne yapacakları hakkında bilgi sahibi oldu. Açıklama ve örnekler başarılı.	*Herhangi bir değişikliğe gerek duyulmadı.
3	VKİ	Bu modelin kullanışı olmadığı farkındalar. Verilen matematiksel modeli formül olarak değerlendiriyorlar ve matematikle ilgili olmadığını düşünüyorlar. Etkinliğe yönelik ilginin artırılması için matematikle ilgisi açıklanmalı.	* "Belçikalı Matematikçi Adoplhe Quetelet'in 1832 yılında geliştirdiği model " ek bilgisi eklenerek bunun üzerinde duruldu. Matematiksel modellemeye matematik tarihi katılarak dikkat çekmeye çalışıldı. *Dikkat çekmek için etkinlik öncesi konu ile ilgili video eklendi.
4	ÇF	Öğretmen adaylarının alışkın oldukları gibi verilerin tam verilmesi, sayısal değerlerin ve x,y,z gibi değişkenlerin olması hoşlarına gitti. Sabit gelirin yıllık olduğu belirtilmeli.	*"sabit gider" ifadesi," yıllık sabit gider" olarak düzeltildi. *Dikkat çekmek için etkinlik öncesi konu ile ilgili video eklendi.
5	TÜFE	Etkinliklerin tamamlanmasının planlanandan daha fazla süre aldığı görüldü. Her ders tek etkinlik verilmeli. Farklı matematiksel modellemelerin olması, sonucun doğrumu yanlış mı olduğunun kesin olmaması öğrencileri karmaşaya sokuyor. Bu etkinliklerin amacına ulaştığını gösteriyor. Tüfe ve enflasyon terimleri ile ilgili açıklamaya ihtiyaç var. Etkinlikteki veriler Tük'ten ulaşılacak gerçek veriler olmadığından gerçek verilerle kontrolde sıkıntılar yaşandı.	*Planlanan ikinci etkinlik uygulanamadı. Süre kısıtlı tek etkinliğe indirildi. *Dikkat çekmek ve açıklama için Tüfe ve enflasyon ile ilgili etkinlik öncesi video eklendi. *Veriler gerçek verilerle değiştirildi.
6	TKİ	Farklı yorumlar ve matematiksel modellemeler ortaya çıktı. Genel olarak doğrusal modelleme düşünen yok, çünkü varsayımlar ve ilgili/ilgisiz verileri belirlemede sıkıntılar var. Dolayısıyla bu etkinlik birçok değişken içinden seçilen anahtar değişkenlerin önemine vurgu yaparak amaca uygun olarak işledi.	*Dikkat çekmek için etkinlik öncesi konu ile ilgili video eklendi.

Tablo 18'in devamı

	HA	Etkinlik başarılı. Doğrusal matematiksel modelleme ile ilgili öğrenmiş oldukları yöntemleri deniyorlar. Bu da hangi veri setine hangi tür grafiğin uygun olduğunun farkında olmadıklarını gösteriyor. Etkinlik sonunda bunu görüyorlar.	*Dikkat çekmek için etkinlik öncesi konu ile ilgili video eklendi.
	Grup proje ödevi: İD	Etkinlik gerçek yaşama gidip araştırma yapmalarına olanak sağlıyor. Herhangi bir yönerge olmadan yeterlikler ortaya çıkıyor ve model oluşturulabiliyor.	*Herhangi bir değişikliğe gerek duyulmadı.
	8 TL	Gerçek dünyaya gitmek hoşlarına gitti. Gözlem yapmak, amacı daha iyi aksettirdi. Ancak kavşağa bağlanan yollar fazla olduğundan veri toplama ve değişkenleri belirleme karmaşa yarattı. Gerçek dünyaya ilk gidişleri.	*Dikkat çekmek için etkinlik öncesi konu ile ilgili video eklendi. *Etkinlik daha basit olan tek yönlü yola indirilip, kavşaklı bir yolda modelin test edilmesi etkinliğine çevrilmeli ya da bu etkinlik çıkarılmalı *Etkinliğin uygulamadan çıkarılmasına karar verildi.
Ara Sınav Haftası			
	10 Grup Projeleri: İD	Gerçek bir olay ve gerçek uzmanlarla görüşme, veri toplama açısından başarılı bir ortam sağladı. Ayrıca burada sağlık gibi önemli bir konuda bile bazı şeylerin varsayımlar ve ihmaller ile yapıldığını gördüler. Alt becerilerin yönergesiz kullanılmasına yönelik iyi bir etkinlik.	* İşleyişte herhangi bir değişikliğe gerek duyulmadı.
Resmi Tatili			
	12 FM	Bu etkinlik gerçek hayatta pek dikkat edilmeyen bir bilginin bilinmesini istiyor ( bir aracın hızı çok az yada çok fazla ise yakıt tüketimi fazladır). Öğretmen adayları bu bilgiyi bilmedikleri için gerçekçi modellere ulaşamadılar. Dolayısıyla MOE prensiplerinden kişisel anlamlılık prensibini sağlamıyor.	*Etkinliğin uygulamadan çıkarılmasına karar verildi.
	13 MSK	Gerçek dünya ve matematik dünyası arası geçiş ve bu iki dünya arasındaki uyumu sağlama açısından güzel bir etkinlik oldu.	*Dikkat çekmek için etkinlik öncesi konu ile ilgili video eklendi.

Tablo 18'in devamı

14	Bireysel Projeler	Oldukça kullanışlı ve başarılı projeler ortaya çıktı. Bunun yanında çok basit matematiksel modellemeler de mevcut.	* İşleyişte herhangi bir değişikliğe gerek duyulmadı.
15	Bireysel Projeler		
16	Final Haftası		
17	Final Haftası		

Pilot uygulama sonucu bazı etkinliklerin Tablo x'de belirtilen sebeplerden dolayı ortamdaki çıkarılması ve bazı etkinliklerin ise belirtilen sebeplerden dolayı gerekli düzenlemeler yapılarak asıl çalışmada kullanılması gerektiğine karar verilmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının doğrusal ve üssel modelleme ile ilgili deneyimlerinin yeterli olmadığı ve asıl uygulama planına, bu matematiksel modellemelere yönelik verilen etkinliklerden hemen sonraki hafta öğrendikleri teorik bilgilerle aynı MOEeye uygun matematiksel model oluşturabilecekleri derslerin eklenmesi gerektiğine karar verilmiştir. Bunun için ise ek derse ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda öğrenme ortamının amaçlarına uygunluğa zarar vermeyecek şekilde MSK etkinliği ortamdaki çıkarılmış, asıl uygulama haftalık ders planı bu doğrultuda hazırlanmıştır. Asıl uygulama ise araştırmacının öğretim faaliyetleri yürüttüğü üniversitede uygulama döneminde "Matematik ve Hayat" dersi olmadığından ders içeriğine uygun görülen "Matematikte Temel Kavramlar" dersinde yapılmıştır. Bu ders de 17 haftalık öğretim süresine sahip olup, ilk hafta, resmi tatiller ve sınav haftaları çıkarıldığında toplam 11 hafta uygulama için imkan sağlamaktadır ve haftalık iki ders saatidir. Ancak gereken etkinliklerde ders saati ihtiyaç duyulduğu kadar esnetilebilir niteliktedir. Oluşturulan MOE'ler, uygulama yapılacak ders ve tasarlanan öğrenme ortamına uygun olacak şekilde sıralanmış asıl uygulamanın haftalık ders planı Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Asıl Uygulama Süreci

Hafta	MOE	Açıklamalar
1	Öğrencilerle Tanışma	
2	Bilgilendirme dersi, BA	* Etkinlik için gerekli malzemeler;Boş kağıtlar, bant, uhu, mezura, makas, farklı renkte kalemler, zimba, ataç, hesap makineleri, bilgisayar... * Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması
3	VKİ	* Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması

Tablo 19'un devamı

4	ÇF	* Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması
5	Resmi tatil	
6	TÜFE	* Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması
7	TKİ	* Önce doğrusal modeli kendileri belirlemeye çalışmalı * Ardından en uygun doğrusal modeli belirleme yolları sınıfça tartışılarak ortaya koyulmalı * Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması
8	Vize Haftası	
9	*En uygun doğrusal modeli belirleme yollarının hatırlatılması *Grup çalışmasıyla TKİ etkinliğine en uygun doğrusal modelin oluşturulması	* Tartışma ortamı ile hatırlatma * Grup çalışması ile model oluşturma * Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması
10	HA	* Üssel modelini kendileri belirlemeye çalışmalı * Ardından üssel modeli belirleme yolları sınıfça tartışılarak ortaya koyulmalı * Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması * Grup proje ödevi verilecek: İD
11	*Üssel modeli oluşturma yolunun hatırlatılması *Grup çalışmasıyla HA etkinliğine uygun üssel modelin oluşturulması	* Tartışma ortamı ile hatırlatma * Grup çalışması ile model oluşturma * Etkinlik sonunda grup sunumları ve sınıf tartışması * Bireysel proje ödevleri verilmeli
12	Grup Projeleri: İD	*Grup sunumları ve sınıf tartışması
13	Resmi tatil	
14	Bireysel Projeler	*Bireysel sunumlar ve sınıf tartışması
15	Bireysel Projeler	*Bireysel sunumlar ve sınıf tartışması
16	Final Haftası	
17	Final Haftası	

### 3. 3. 3. MOE'lerin Yürütülmesi

Bu çalışmada matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini desteklemek amacıyla alt yeterliklere odaklı bütüncül bir yaklaşımla tasarlanan bir öğrenme ortamı uygulanmıştır. Literatür ışığında matematiksel modelleme

öğretimi için geliştirilecek öğrenme ortamlarının sağlanması gereken ilkeler belirlenmiş ve uygulanan öğrenme ortamı bu doğrultuda tasarlanmıştır.

Çalışmaya katılan 9 öğretmen adayı, 4 ve 5 kişilik olmak üzere gruplar halinde çalışmış,hepsi matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmeye imkan sağlayan 7 MOE üzerinde çalışarak 7 matematiksel modelleme döngüsünü tamamlamıştır.Buna ek olarak,süreç sonunda bireysel olarak belirledikleri bir gerçek yaşam problemine, çözüm getirebilmek için, bireysel bir modelleme döngüsü de tamamlamışlardır. Dokuz öğretmen adayından bir tanesi hariç diğer tüm katılımcılar bu döngüyü tamamlamıştır. K4 ise gerçek yaşam problemi belirleyemediğinden bireysel matematiksel modelleme döngüsüne yönelik sürece dahil olmamıştır.Bu döngülerin sonunda ise yürütülen matematiksel modelleme sürecine ve oluşturulan matematiksel modele yönelik sunumlar yapılmış sınıf tartışmaları yürütülmüştür. Hem grup çalışmaları hem de sınıf tartışmaları video ile kaydedilmiştir.Her bir modelleme döngüsü için tasarlanan MOE'ler dikkate alınan öğrenme ortamı ilkelerine uygun olarak haftalık planda verildiği sırayla uygulanmıştır.

Modelleme süreçleri boyunca, öğretmen adayları ilk etkinliklerde yer alan alt yeterliklere yönelik yönergeleri cevaplayarak süreç içerisinde ilerlemişlerdir. İlerleyen MOEler de ise yönergeler kademeli şekilde azalmaktadır, öğretmen adayları yönergeler doğrultusunda yaşadıkları bilişsel sürece yönelik deneyimleri ışığında, herhangi bir yönerge içermeyen MOE'ler üzerinde çalışarak modelleme sürecini tamamlamıştır. Sınıf tartışmaları boyunca matematiksel modellemenin alt süreçlerine yönelik farklı çalışmaların farklı matematiksel modeller ortaya çıkarabileceği vurgulanmıştır. Ortaya çıkan farklı matematiksel modeller tartışmaya açılarak karşılaştırılmış, varsayımların farklı bakış açılarının, buluşsal stratejilerin ve özellikle de modeli doğrulamanın, matematiksel modelleme döngüsünün tamamlamasındaki önemi vurgulanmaya çalışılmıştır.Sunumlar sırasında matematiksel sonuçlar doğru olsa dahi, gerçek bağlamda bu sonuçların doğru olmayabileceği, öğretmen adaylarının geliştirdikleri matematiksel modeller ışığında tartışılmıştır.

Aşağıda örnek bir etkinlik tanıtılmakta ve bu etkinlik yürütülürken modelleme döngüsü boyunca neler yaşandığı grup çalışması ve sınıf tartışması ışığında ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

*Örnek bir MOE: Trafik Kaza İstatistikleri*

*MOE'nin doğası:* Grup çalışmasıyla yürütülecek bu etkinlik geçmiş yıllara ait verilerle gelecekteki yıllara yönelik tahminlerin yapılmasına imkan sağlayan bir etkinliktir. Bağlam ile ilgili geçmiş yıllara ait veriler TÜİK'ten elde edilmiş ve etkinlik bağlamında

çözülmesi gereken gerçek yaşam problemi gerekçeleriyle belirtilmiştir. Bu etkinlikte TÜİK'ten alınan tüm veriler anahtar değişkenler ayrılmaksızın doğrudan verilmiştir. Öğretmen adaylarından 2006 yılından itibaren elde edilen veriler üzerine çalışmaları istenmiştir. Bu etkinlik için anahtar değişkenler yıl ve ölü sayısıdır. Anahtar değişkenlere yönelik veriler incelendiğinde, verilerin doğrusal bir yön izlediği görülmektedir. Bu veri seti doğrusal bir modelleme ile temsil edilmeye uygundur.

*TKİ etkinliğinin uygulanması sürecinde yaşananlar:*

Araştırmacı sınıfa girerek geçen ders yürütülmüş olan TÜFE etkinliğinin doğası, geliştirilen hangi modellerin hangi sebeplerden dolayı bağlamı en iyi açıkladığı, hangi matematiksel modelin gerçeğe en yakın sonuçlar verdiği, hangi modellerin geliştirilmeye ihtiyaç duyduğu üzerine tartışmalar yürütülerek geçilen modelleme süreci hatırlatıldı. Ardından öğretmen adaylarının dikkatini çekmek amacıyla TÜİK hakkında ne bildikleri sorularak etkinlik bağlamına yönelik dikkat çekilmeye çalışıldı. Ardından değişkenlere yönelik istatistiklerin yapılmasının bize ne gibi faydalar sağladığı tartışıldı. Öğretmen adaylarına TKİ etkinliği dağıtılarak, bu ders kapsamında oluşturdukları grup ile çalışmaları teşvik edildi. Böylece öğretmen adaylarının grup çalışmasına başlamasıyla matematiksel modelleme döngüsü başlamış oldu. İleriki bölümde matematiksel modelleme döngüsü boyunca matematiksel modelleme yeterliklerine yönelik yürütülen çalışmalar örneklerle açıklanmıştır:

*(A) Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliğine yönelik yürütülen çalışmalar:*

K8 etkinliğin bağlamı hakkında verilen bilgileri sesli bir şekilde grup arkadaşlarına okuyor. Ardından geçen konuşmalar şu şekildedir:

*K8 : Biz ölü sayısını tahmin edeceğiz. Şimdi bakalım önce 2006da 72000 nüfus varmış.*

*K7 : Sürücü belgesi olanlar 17000, toplam kaza 728000, ölüm yaralanma kaza 96000.*

*K6 ve K8 : Biz ölüleri mi bulacağız?*

*K7 : Biz mevcut ölü sayısını bulacağız. Onu yuvarlak içine alalım. Bir bakayım yaralılardan bahsediyor mu? Yok ölülerden bahsediyor.*

*K8 : 2013ü tahmin edeceğiz.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları problemi anlamaya yönelik fikirlerini beyan etmektedirler. Öğretmen adayları durumu etkileyen değişkenler arasından, durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirlemeye yönelik fikirlerini beyan etmektedirler. Etkinlik bağlamında verilen değişkenler üzerine yürütülen diğer tartışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

- K7 : Matematiksel model oluşturmak için yaptığınız varsayımlar nelerdir? Şimdi bunlar için yapacağız? Bunlar için ne yapacağız, Formül belirleyeceğiz.*
- K8 : Şimdi şey artıyor.*
- K7 : Nüfus azalmış.*
- K8 : Nüfus artıyor sürücü belgesinde*
- K7 : Bir azalıyor bir artıyor bak.*
- K8 : Sadece bir kere azalmış diğerlerinde artıyor bak*
- K7 : Sürücü belgesi artıyor*
- K8 : Kaza sayısı artıyor.*
- K7 : Baya bir artmış.*
- K9 : Ne kadar fazla insan o kadar kaza artmış.*
- K7 : Ölü sayısı azalıyor. Demek ki tedbirler artıyor.Yaralıların sayısı artmış. Demek ki çoğu kurtuluyor.*
- K6 : Şunlarda 100' er 100' er atmış sanki. Yüz bin yüz bin*
- K7 : Yani Türkiye'nin üçte birinin ehliyeti var.*
- K8 : Mesela şu kadar kazada bu kadar ölü varsa ...*
- K7 : Yıllardaki kazanın artma olasılığını buluruz o zaman o kadar ölü çıkar. İki bilinmeyenli denklem gibi*
- K6 : Kazaya göre değil kişi sayısına göre bence*
- K7 : Sürücü belgesi olanlara mı bakacağız diyorsun*
- K8 : O zaman sürücü belgesi olanlara bakacağız. Çünkü kişi sayısına bakarsak kişinin hepsi araba kullanmıyor ki. Yani burada kişi sayısında şu kadar ölü var dersen belki kendiliğinden ölenler normal kaza değil de normal şekilde ölenlerdir.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları anahtar değişkenler ve diğer değişkenler arası ilişkiler kurmaktadır. Öğretmen adaylarının problemi doğrudan etkilenmeyen ilgisiz verilere yönelik ilişkiler üzerine de tartıştığı görülmektedir.



(B) Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma ve (C) oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliğine yönelik yürütülen çalışmalar:

Yukarıda verilen konuşmalarda öğretmen adaylarının durumu etkileyen değişkenler arasındaki gerçek ilişkilere yönelik tartıştığı görülmektedir. K6 ise nitel olarak belirlemiş oldukları “yıllara göre kaza sayısı artıyor” ilişkisini “kaza sayısı 100’er 100’er artıyor” formuna dönüştürerek ilişkileri matematikselleştirmektedir. Bu ilişkinin ortaya atılmasının ardından değişkenler arası ilişkiler karşılaştırılmaya başlanmıştır.

K8 : O zaman mesela 2007'yi karşılaştıralım.

K6 : 70 milyon . Yuvarlayalım 70 milyon diyelim. Demeyelim mi?

K8 : Demeyelim bence aralarındaki fark çok az. Ya da de tamam 70 milyon de 5 bin kişi de ölmüş.

Görüldüğü gibi öğretmen adayları ilgili nicelikleri sadeleştirme eğilimine girmektedirler. Ardından değişkenler arası ilişkiler matematikselleştirmeye devam etmektedir.

K6 : Ölü sayısındaki azalış 2007 yılından itibaren 800-100-300-200

K7 : Birinde 800 azalmış diğerinde 100 artmış diğerinde 300

K6 : Yani ortalama her sene 300 azalıyor. [toplam değişimin ortalaması alınıyor]

K7 : Yani 300 kişi kurtuluyor

K6 : Evet.

K7 : Yaralı ya da sağlıklı

K6 : Evet öyle değil mi? Her sene 300 azalıyorsa şu 2011'di. 3500 deriz 2012'ye. 2013'de de 3200. Şimdi model oluşturacağız.

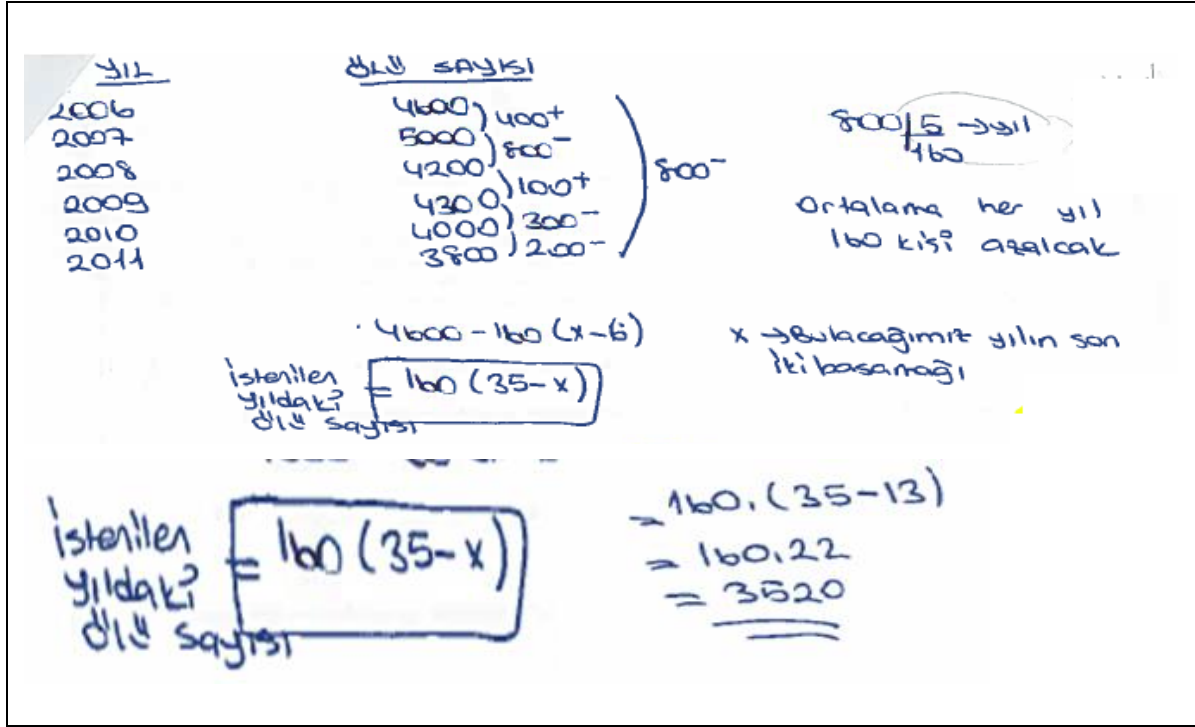
K8 :2007-2008-2009-2010-2011

K7 : Her yıl 300 azaldığını nasıl şey yaptın. Bir daha gösterebilirseniz

K6 : Yani şu 4 yıldaki 1200 ya ortalama 300 300 azalmış demektir. O zaman 5000 eksi 300 çarpı kaç yıla yani x yılındaysa eksi 2007 diyeceğiz. Mesela 2013 yazsak yerine

K6 ve K8 :6 ile 300'ü çarpacağız 1800. 1800'ü çıkar 3200 bulacağız.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinin bu basamağına yönelik yürüttükleri çalışmalar sonucu oluşturdukları matematiksel model ve matematiksel modeli kullanarak problem çözümüne yönelik çalışmalar Şekil 13'de verilmiştir.



Şekil 13. MOE'ler yürütülürken B yeterliğine yönelik gerçekleştirilen öğrenci çalışmalarına bir örnek

Görüldüğü gibi öğretmen adayları matematiksel modelleme döngüsünün bu basamağında, gerçek modellerden matematiksel model oluşturmakta ve bu matematiksel model ile etkinlik bağlamında verilen probleme çözüm getirmeye çalışmaktadır. Bu süreçte öğretmen adaylarının nicelikleri ve nicelikler arası ilişkileri sadeleştirmeye yönelik çalışmalar da yürüttüğü görülmektedir.

(D) *Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliğine yönelik yürütülen çalışmalar:*

Öğretmen adayları belirlemiş oldukları ilişkilere uygun olarak bir matematiksel model geliştirmiş ve modeli kullanarak problemde istenen probleme cevap vermişlerdir. Oluşturdukları matematiksel model trafik kazalarından kaynaklı ölü sayısının her yıl ortalama 300 azaldığı varsayımına dayanmaktadır. Bu bağlamda K9'un yapmış olduğu yorum aşağıda verilmiştir:

K9 : Ama buna göre baya bir yıl sonra ölen kimse kalmayacak

Görüldüğü gibi K9 elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek bağlamda yorumlamakta ve gerçek bağlamda böyle bir durumun söz konusu olmayacağına yönelik sezgilerini dile getirmektedir. Ancak grup arkadaşları K9'un bu yorumu dikkate almadan sürece devam etmektedir. Bu sırada K8 internetten araştırarak modeli doğrulamaya yönelik davranışlar sergilemektedir. Matematiksel modelin genellenebilir olup olmadığına yönelik etkinlikte verilen yönergeyi cevaplamak için çalışan öğretmen adaylarının, genellenebilirliği belirlemek için yapmış olduğu çalışmalar Şekil 14'de ve bu konuda geçen konuşmalar Şekil 14'ün devamında verilmiştir.

Uygundur.		
	Gerçek	Tahmin
2012	3750	3680
2011	3800	3840
2010	4000	4000
2009	4300	4160
2008	4200	4320
2007	5000	4480
2006	4600	4640

→ özel durum (Artış var.)

Şekil 14. MOE'ler yürütülürken D yeterliğine yönelik gerçekleştirilen öğrenci çalışmalarına bir örnek

K8 : Genellenebilir mi?

K6 : Sürekli azalma olduğu durumlarda genellenebilir de.

K7 : Çok büyük artış olmadığı durumlarda genellenir.

K6 : Fazla azalma ve artış olduğu durumlarda genellenmez. Tamam.

Ancak ilgili yönergeye gelmeden önce öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel modelle ilgili bir genelleme yapma veya modelin hangi durumlarda kullanılabileceğine dair açıklamalar yapma gereği duymadıkları görülmektedir.

(E) Çözümü doğrulama yeterliği

K8'in modeli doğrulamaya yönelik isteğine istinaden yürütülen çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- K8 : Kontrol edelim. Senin telefonun internete giriyor mu? 2013 ün değerine bak.
- K7 : Tahminleri biz bulacağız ama. TÜİK diye bak. 2012'yi hesaplasana. 2012 doğru çıkıyorsa 2013 içinde öyledir. 2012 kaç çıkar o zaman ?
- K8 :2012 ye bakacağım zaten.
- K6 :2007 değil de 07 yapsak ne olur? yani yılın son 2 hanesini alsak. Ama 1900'lerde değişir işte.
- K7 : Böyle iyi ya. Ama 2007'den mi daha düşmek istiyorsun.
- K6 : hani şu 7'yi alsak sadece
- K7 : Olur aslında. Neden diye sor. Zaten biz 2007'yi başlangıç tarihi almıyor muyuz? 5000 ile 300 ona göre aldık. 3500 yapıyor o zaman. 2012'yi kontrol edelim.

..internetten 2012 yılı verilerini araştırmaya çalışıyor K8....

- K8 :Buldum, 3750 .
- K7 :Yani biz kaç bulduk? 3500 yaklaşık 100 azalmış
- K6 : Artmış ama. Niye öyle olmuş?
- K8 :Tamam işte biz yaklaşık olarak 3500 bulduk ya. O bizim bulduğumuz yaklaşık değer. 2012'ye bakıyoruz zaten 2013' bilemezsin daha bitmedi ki yıl tahmin ediyoruz ya. 250 oynuyor
- K6 : 250 mi oynadı?
- K8 : Çok oynuyor.

Görüldüğü gibi öğretmen adayları buldukları çözümler üzerine eleştirel kontroller yapmışlardır. Sonuçlarını gerçek sonuçlarla karşılaştıran öğretmen adayları, tahminlerinin gerçek değerlerden sapmalarının bu bağlam için fazla olduğunu, çözümlerin gerçek durumla tutarlı olmadığını düşünmektedirler. Bu çalışmaların ardından öğretmen adayları matematiksel modelleme sürecine yansımalar yapmış, süreçlerinin matematiksel olarak doğru olup olmadığını kontrol etmiştir. Yapmış oldukları hatayı belirledikten sonra matematiksel modellerini düzenlemişlerdir. Öğretmen adayları matematiksel model oluşturduktan sonra etkinlikte verilen yönergeleri okumaya başlamışlardır. Bu ise öğretmen adaylarının yönergelere ihtiyaç duymadan TKİ etkinliğine yönelik modelleme sürecini tamamladığını göstermektedir.

Grup çalışmalarıyla yukarıda örneği verilen süreç tamamlandığında, her grup matematiksel modelleme sürecini tanıtmış ve süreç sonunda oluşturduğu matematiksel modelin hangi sebeplerden dolayı doğru olduğunu savunmuştur. Sunumlarda ortaya çıkan ortak sonuçlardan biri verileri en iyi temsil eden matematiksel modelin doğrusal bir model

olması gerektiğidir. Hemen hemen her grubun varsayımları farklı olduğundan bir çok farklı matematiksel model ortaya çıkmıştır. Sınıf tartışmasını başlatmak için araştırmacı “Sizce hangi model doğrudur? Neden bu modelin doğru olduğunu düşünüyorsunuz? Bu modelin diğer modelden farkı nedir? Bu modeli diğerinden daha kabul edilebilir kılan nedir?” sorularını sınıfa yöneltmiştir. Bu tartışmalarla veri setini temsil eden uygun modelin doğrusal bir model olduğu sezdirilmeye çalışılmış ve bir veri setini en iyi temsil eden doğrusal modelin belirlenmesinin, gerçeğe yakın sonuçlar elde etmede önemli olduğu hissettirilmeye çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının son fikirleri alınmış, bir sonraki ders veri setini en doğru temsil eden doğrusal modelin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılacağı söylenerek ders bitirilmiştir.

### **3. 3. 4. Araştırmacının Rolü**

Bu eylem araştırmasında uygulayıcı aynı zamanda araştırmacıdır. Araştırmacı olarak mevcut probleme çözüm üretebilmek için literatür taraması ile mevcut kuramlar ve uygulamalar incelenmiş, bu doğrultuda öğrencilerinin gerçek yaşam problemlerini çözmek için gerekli olan matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olmadığına karar vermiş ve bir öğrenme planı ile değerlendirme süreci tasarlanmıştır. Ardından uygulayıcı olarak bir taraftan eylem planını uygularken diğer taraftan da araştırmacı olarak eylem planının düzenlenmesi ve geliştirilmesi amacıyla gözlemlerde bulunmuş, veri toplamış ve alan notları tutmuştur. Uygulama süresince öğrenme ortamına dahil olan gruplar arasından iki grup seçerek bu iki grubun çalışmalarına daha çok yoğunlaşmış, matematiksel modelleme yeterliklerinin etkili öğretimi için gerekli olan “öğretmenin rehberliği ve öğrencinin bağımsızlığı arasındaki dengeyi kurma (Blum ve Borromeo Ferri, 2009)” yaklaşımını benimsemiştir. Yine araştırmacı olarak verileri analiz etmiş, gelecek eylem planı için öneriler geliştirmiş ve yeni eylem planını oluşturulmuştur. Benzer roller ikinci eylem planı için de üstlenilmiştir.

### **3. 4. Veri Toplanma Araçları**

Bu çalışmada veriler, uygulama sürecini değerlendirmek amacıyla araştırmacı notları, grup çalışmalarına ait videolar ve eylem planına dahil olmayan üç öğretmen adayıyla yapılan klinik mülakatlardan elde edilmiştir. İlerleyen bölümde veri toplama araçları veri toplama süreçleriyle birlikte tanıtılmıştır.

### 3. 4. 1. Video Kayıtları

Bir ortam içinde aynı anda gerçekleşen durumların hepsini gözlemleme fırsatı bulanamayabilir. Özellikle gözlemi yapacak olan aynı zamanda öğretici ise bu mümkün olmamaktadır. Çünkü öğretmen bir yandan öğretim sürecini devam ettirmeli bir yandan da sınıfta olup bitenleri gözlemlemelidir. Bu bağlamda video kayıtlar araştırmacı öğretmenlerin bir yandan öğretim sürecini yürütürken diğer yandan da sınıf içindeki etkileşimlere dair verileri gözden kaçırmamasına yardımcı olur (Mills, 2003).

Bu çalışmada da araştırmacı aynı zamanda uygulayıcıdır. Tasarlanan öğrenme ortamında öğrenciler etkinlikleri gruplar halinde yürütmektedir. Çalışmanın amacının süreç içinde değişen matematiksel modelleme yeterliklerini incelemek olduğu düşünüldüğünde grup çalışması süresince yaşananlar ve ortaya çıkan yeterlikler oldukça önemlidir. Ayrıca katılımcılar iki ayrı grup halinde çalışmaktadır. Her iki grubun tüm grup çalışmalarının gözlemler ile takip edilmesi imkansızdır. Uygulamanın yürütüldüğü sınıf ortamında katılımcı iki grup dışında ortamda beş grup daha bulunmaktadır. Bununla beraber bazı etkinlikler sınıf ortamı dışında araştırma yapmayı gerektirir niteliktedir. Her grup istediği zaman araştırma için sınıf ortamından uzaklaşma imkanına sahiptir. Dolayısıyla bu süreçte yaşananları takip etmek oldukça zordur. Tüm bunlar göz önüne alındığında grup çalışmaları süresince yaşananlara ait veriler her iki grubun tüm çalışmaları videoya alınarak elde edilmiştir. Ayrıca tüm grup çalışmaları sonunda yapılan sınıf tartışmaları, grup proje ödevlerinin sunumu ve tartışılması, bireysel proje ödevlerinin sunumu ve tartışılması süreçleri de veri kaybını önlemek amacıyla videoya alınmıştır. Araştırmacı, öğretmen adaylarının grup çalışması ve video kayıt sürecine alışmalarını sağlamak amacıyla, bu araştırmadan bağımsız ön çalışmalar yürütmüştür. Yani katılımcı öğretmen adayları grup çalışma süreçlerinin videoya alınmaları konusunda deneyime sahiptir. Öğretmen adayları sürece alıştıktan sonra bu çalışmaya başlanmış böylece video kayıtların grup çalışmalarına etkisinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Video kayıtlara ait bilgiler Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Video Kayıtlara Ait Bilgiler

Etkinlik	Video Kayıt Yaklaşık Süreleri (Dakika)		
	Grup Çalışmaları (Katılımcı Gruplar İçin)		Sınıf Tartışması (Tüm Gruplar İçin)
	Grup A	Grup B	
BA	27	28	41
VKİ	75	80	39

Tablo 20'nin devamı

ÇF	80	36	33
TÜFE	80	55	26
TKİ	91	49	34
HA	47	56	30
İD	-	-	63
BP 1. Hafta	-	-	245
BP 2. Hafta	-	-	104
Toplam	400	304	615

Tablo 20'de görüldüğü gibi aynı etkinlikte farklı grupların video kayıt süreleri farklıdır. Bunun sebebi ise etkinlikleri grupların farklı zamanlarda bitirmiş olmasıdır. Sınıf tartışmaları tüm sınıfta bulunan yedi grubun sırayla modellerini sundukları, her grubun modelinin uygunluğu üzerine tartışmalar yapılan ve en sonunda da en uygun ve kullanışlı modelin hangisi olduğuna karar verilen süreci içermektedir. Burada sadece katılımcı grupların sunumlarının veri olarak kullanılmamasının sebebi başka bir grubun modeli ile ilgili katılımcı grupta bulunan öğrencilerin yapmış oldukları değerlendirmeleri gözden kaçırmamaktır. Çünkü bir modeli sorgulamak ve değerlendirmek matematiksel modelleme yeterlikleri arasında yer almaktadır.

### 3. 4. 2. Alan Notları

Eylem araştırmaları uygulamaya koyulan eylem planının değerlendirilmesini amaçladığından, bu eylem araştırmasında da araştırmacı uygulayıcı olduğu öğrenme ortamında, dikkatini çeken her şeyi not almıştır. Alan notları, tasarlanan öğrenme ortamının değerlendirilmesi ve öğrenci yeterliklerinin belirlenmesinde video kayıtlarına destek olması amacıyla her ders için tutulmuştur. Araştırmacı tüm uygulama süresince öğrenme ortamının tasarımı, dersin gidişatı, etkinliklerin işlevselliği, öğrenci gruplarının çalışma süreçleri gibi konular hakkında önemli bulduğu her şeyi not almıştır. Bunun yanında her ders sonunda o derse ait gözlemlerini de alan notlarına eklemiştir.

### 3. 4. 3. Klinik Mülakatlar

Verilen problem durumları yardımıyla çocuklarda matematiksel ve mantıksal yapıların gelişimini incelemek amacıyla ilk olarak Piaget tarafından gerçekleştirilen klinik mülakatlar (Güven, 2006), yaşanan zihinsel süreçler ve düşünceler altında yatan

nedenleri ortaya çıkarmakta oldukça kullanışlı bir araçtır. Klinik mülakatlar ile sadece bir problemin çözümü değil, aynı zamanda problemi çözmek için nasıl denemeler yapıldığını açığa çıkarmak mümkündür (Ginsburg ve Pappas, 2004).

Bu çalışmada öğrenme ortamı süresince matematiksel modelleme yeterlik gelişimlerinin öğrenme ortamından kaynaklı olup olmadığının incelenmesi amaçlandığından, matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkması beklenen yeterliklerin çözümler incelenerek belirlenebilmesi zordur. Çünkü matematiksel modelleme sürecinde ortaya koyulan birçok yeterlik çözüm sürecini etkilediği halde, çözümde sadece matematiksel modeller yazılır. Diğer bir deyişle öğrencilerin sadece ortaya koyduğu matematiksel modeller değil, bu modele ulaşmada izlenen yollarında incelenmesi gerekmektedir. Bu amaca ulaşmak için en etkili yöntem ise öğrencilerle belirli aralıklarla problemi çözmek için izledikleri yol hakkında ara mülakatlar gerçekleştirmektir.

Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adayları bireysel ödevlerin sunumunda sağlanan tartışma ortamı ile değerlendirilmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının yeterlikleri birer hafta arayla verilen MOEler üzerine yapılan klinik mülakatlarla ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Klinik mülakatlar öğretmen adaylarının kendilerini rahat hissettikleri ve alışkın oldukları ortamlarda yapılmıştır. Görüşmeler öğrencilerin birbirinden etkilenmemesi amacıyla her öğretmen adayı ile bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Her öğretmen adayı ile haftada bir kez olmak üzere toplam 3 hafta, etkinliklere ait çözümleri üzerine görüşülmüştür. Klinik görüşmeleri betimleyen takvim Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Klinik Mülakatlara Ait Bilgiler

Katılımcılar	Mülakat Yaklaşık Süreleri (Dakika)			
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	Toplam
K10	7	6	5	18
K11	8	8	5	21
K12	6	15	17	38

Her öğretmen adayı ile yapılan mülakat süreleri farklılık göstermektedir. Çünkü etkinlikler farklı, her öğrencinin kendi etkinliği üzerine yapmış olduğu haftalık çalışma veya araştırma farklı, her öğrencinin çözüme ulaşma düzeyi farklıdır.

Klinik mülakatlar süresince öğretmen adaylarına düşüncelerinin doğru veya yanlışlığı hakkında yorum yapılmamış, model oluşturmaya çalışırken ki düşüncelerini açıklamasını cesaretlendirici yönlendirmeler yapılmıştır. Araştırmada klinik görüşme



soruları olarak “Verilen probleme cevap verebilmek için ne yapabileceğine yönelik sesli bir şekilde düşünmeni istiyorum”, “Neden böyle bir yol izlemeye karar verdin?”, “Bu verilere nasıl ulaştın?”, “Bu modelin uygun olduğuna nasıl karar verdin?”, “Farklı çözümler üzerine düşündün mü?” gibi öğrencilerin model oluşturma süreçlerine yönelik sorulara yer verilmiştir. Karataş ve Güven (2003)’in vurguladığı gibi klinik mülakatlardan elde edilecek verilerin güvenilirliğinin sağlanması için mülakatlar videoya alınmıştır.

### 3. 5. Verilerin Analizi

Bu çalışmanın amacı tasarlanan öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterliklerinin süreç içerisindeki gelişimini incelemektir. Yeterlik tanımı dikkate alındığında “karşılaşılan zorluklarla baş etmek için bilinçli ve derinlemesine hazır olma” durumuna odaklanıldığı dikkat çekmektedir. Bu ise hazır olma durumlarının ne ölçüde performansa dönüştürüldüğü sorusunu akla getirmektedir. Başka bir deyişle her alt-yeterliğe yönelik yaşanan zorluklarla baş etmede hangi derinlikte, ne ölçüde hazır olduğu modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Dolayısıyla bu çalışmada matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin değerlendirilmesi için, performans ölçütlerine göre değerlendirme yapmaya imkan sağlayacak bir analitik puanlama anahtarı geliştirilmiştir.

#### 3. 5. 1. Analitik puanlama anahtarının geliştirilmesi

Bu çalışmada analitik puanlama anahtarı geliştirilirken Russell ve Airasian (2001) tarafından tanımlanan puanlama anahtarı hazırlama basamakları dikkate alınmıştır. Bu basamaklar aşağıda verilmiştir:

- a. Performans sürecinin veya ürününün seçilmesi
- b. En iyi öğrenci performansına dayalı performans kriterlerinin belirlenmesi
- c. Puanlama seviyelerinin sayısına karar verilmesi
- d. En üst seviyedeki performans göstergelerinin tanımlanması
- e. Kalan seviyelerdeki performans göstergelerinin tanımlanması

Bu basamaklara uygun olarak yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir:

##### a. *Performans sürecinin veya ürününün seçilmesi*

Analitik puanlama anahtarı geliştirirken öncelikle değerlendirilmesi amaçlanan bir ürün veya süreç belirlenmelidir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının sahip oldukları matematiksel modelleme yeterliklerinin süreç odaklı değerlendirmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda puanlama anahtarı geliştirme sürecinin bu basamağında matematiksel

modelleme sürecinin başarıyla tamamlanabilmesi için gerekli matematiksel modelleme yeterlikleri belirlenmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin alt-yeterliklerini sınıflandıran birçok araştırmacı vardır. Ancak bu çalışmada Blum ve Kaiser (1997) tarafından ayrıntılı olarak açıklanan Maaß (2006) tarafından aktarılan “*gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma, gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma, oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözmeye, matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama, çözümü doğrulama*” bakımından göstermiş oldukları yeterlik boyutlarına ait alt-yeterliklerin gözlemlenmesine karar verilmiştir. İlgili matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin alt-yeterlikler EK 4’deki analitik puanlama anahtarı incelenerek görülebilir.

*b. En iyi öğrenci (öğretmen adayı) performansına dayalı performans ölçütlerinin belirlenmesi*

Gözlenmesine karar verilen matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt-yeterlikleri belirlendikten sonra ikinci olarak her alt-yeterliğe yönelik en iyi öğrenci performansına dayalı olarak diğer performans ölçütlerinin ne olması gerektiği belirlenmiştir. Bu bağlamda pilot çalışma kapsamında öğretmen adaylarının yürütmüş olduğu çalışmaların videolar analiz edilmiş ve performans ölçütlerinin “hiçbir yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans, yetersiz performans, hatalı ancak geçerli performans, eksiksiz performans” şeklinde sınıflandırılmasına karar verilmiştir.

*c. Puanlama seviyeleri sayısına karar verilmesi*

Bilindiği gibi puanlama anahtarında ölçütler sayılar ve betimsel ifadeler olmak üzere iki şekilde belirlenebilmektedir. Ortak olan özellik belirlenen bu ölçütlerin hepsinin farklı performans alanlarını belirtmesidir. Bu çalışmada hazırlanan analitik puanlama anahtarında öğretmen adaylarının süreç içerisinde ortaya çıkan matematiksel modelleme yeterliklerinin ölçütlere ayrılmasında betimsel ölçütlerden yararlanılmıştır. Her bir matematiksel modelleme alt-yeterliği için en iyi öğrenci performansına dayalı olarak 4 farklı ölçütün ele alınması yeterli görülmüştür. Bu bağlamda ölçütler “ölçüt 0: hiçbir yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans, ölçüt 1: yetersiz performans, ölçüt 2: hatalı ancak geçerli performans, ölçüt 3: eksiksiz performans” olmak üzere tanımlanmıştır.

*d. En üst seviyedeki performans göstergelerinin tanımlanması*

Puanlama anahtarı ile performans değerlendirmesinin yapılabilmesi için öncelikle hangi performansın en iyi olduğunun belirlenmesi gereklidir. Yani her alt-yeterlik için en iyi

performans göstergeleri tanımlanmalıdır. Bu çalışmada da analitik puanlama anahtarında her matematiksel modelleme alt-yeterliği için “ölçüt 3: eksiksiz performans” ölçütüne yönelik performans göstergeleri tanımlanmıştır. En iyi öğrenci performansları tanımlanırken hem pilot çalışmalardaki en iyi öğrenci performansları dikkate alınmış hem de matematiksel modellemeyi öğrenme amaçlarına ulaşmada öğrenci cevaplarında nelerin arandığına dikkat edilmiştir. Matematiksel modellemenin her bir alt-yeterliği için belirlenen “eksiksiz performans” ölçütü için performans göstergeleri Ek 4’deki analitik puanlama anahtarı incelenerek görülebilir.

*e. Kalan seviyelerdeki performans göstergelerinin tanımlanması*

Puanlama anahtarı ile performans değerlendirmesinin yapılabilmesi için öncelikle en iyi performans göstergelerinin tanımlandıktan sonra, “en iyi” ile “hatalı ancak geçerli performans”, “yetersiz performans” ve “hiçbir yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans” seviyelerinin karşılaştırılması gerekmektedir. Yani matematiksel modellemenin her alt-yeterliği için farklı performanslar karşılaştırılarak en iyi ve diğer performans göstergeleri tanımlanmalıdır. Bu çalışmada da matematiksel modellemenin her bir alt-yeterliği için ölçüt 0, ölçüt 1 ve ölçüt 2 performans göstergeleri pilot çalışma analizleri ile tanımlanmıştır. Tanımlanan performans göstergeleri Ek 4’deki analitik puanlama anahtarı incelenerek görülebilir.

Yukarıda açıklanan basamaklarla analitik puanlama anahtarı oluşturulduktan sonra, pilot uygulamada gerçekleştirilen grup çalışmalarına ait videolar analitik puanlama anahtarı yardımıyla analiz edilmeye çalışılmıştır. Pilot uygulama sırasında yapılan analizlerde, analitik puanlama anahtarının uygulanabilirliği test edilmiş, performans göstergeleri ve tanımlamalarına yönelik gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca pilot uygulama verilerinin analizi sırasında, Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirlenen Maaß (2006) tarafından aktarılan bazı alt yeterliklerin birden fazla yeterliği ifade ettiği ve bu yeterliklerinde süreçte farklı yeterlikler olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Örneğin “Problem için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme” yeterliğinin, pilot uygulama sırasında “problem için varsayımlarda bulunma” ve “Problem durumunu sadeleştirme” olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Süreç içinde bazı öğretmen adaylarının problem durumunu sadeleştirmeye yönelik yeterlikler sergilediği ancak model oluşturmak için yeterli varsayımlarda bulunmadığı görülmüştür. Böyle bir durumla karşılaşılması, bu yeterliklerin birlikte ele alınmasının, yeterliklerin belirlenmesi açısından sakınca teşkil ettiğini göstermektedir.

Pilot uygulama sonucu Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirlenen Maaß (2006) tarafından aktarılan bazı yeterliklerin ise analitik puanlama anahtarından çıkarılması

gerektiğine karar verilmiştir. Örneğin pilot uygulama sürecinde öğrencilerin “Problemin çözümünü uygun bir matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme” yeterliğinin, bu alt yeterliğin ana yeterliği olan “ Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama” sürecinde değil tüm matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıktığı görülmüştür. Benzer şekilde Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) bu alt yeterliğin tüm süreçte gözlemlendiğini belirtmektedir. Ayrıca bu yeterlik matematiksel modelleme sürecine özgü bir yeterliklerinden çok tüm matematiksel süreçlerde ortaya çıkması beklenen genel bir yeterliktir. Bu sebeplerden dolayı bu alt-yeterliğin matematiksel modelleme yeterlikleri arasından çıkarılması uygun görülmüştür.

Tablo 22’de Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirlenen Maaß (2006) tarafından aktarılan matematiksel modelleme yeterlikleri dikkate alınarak hazırlanan analitik puanlama anahtarı maddelerine yönelik pilot uygulama sonucu verilen kararlar verilmiştir.

Tablo 22. Pilot Uygulama Sonrası Analitik Puanlama Anahtarında Yer Alan Alt-Yeterlikler ile İlgili Verilen Kararlar

Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirlenen Maaß (2006) tarafından aktarılan matematiksel modelleme yeterlikleri	Pilot uygulama sonucu verilen karar
A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	
A1. Problem için varsayımlarda buluma ve durumu sadeleştirme	Parçalanması gerekli: A1.1. Problem için varsayımlarda bulunma A1.2. Problem durumunu sadeleştirme
A2. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme	Parçalanması gerekli: A2.1. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme A2.2. Durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme
A3. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma	Değişim gerekli değil
A4. Problemi çözmek için uygun/ulaşılabilir bilgileri bulma ve ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme	Parçalanması gerekli: A4.1. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme A4.2. Problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme
B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	
B1. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirme	Parçalanması gerekli: B1.1. İlgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme B1.2. İlgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme
B2. Gerektiğinde ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme ayrıca nicelik ve ilişkilerin sayısı ile karmaşıklığını azaltma	Parçalanması gerekli: B2.1. Gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme B2.2. Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme
B3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak temsil etme	Değişim gerekli değil

Tablo 22'nin devamı

C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	
C1. Problemi daha küçük parçalara bölme, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme, probleme farklı bir formda bakma, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi buluşsal stratejiler kullanma	Değişim gerekli değil
C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma	Değişim gerekli değil
D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	
D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama	Değişim gerekli değil
D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Değişim gerekli değil
D3. Problemin çözümünü uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme	Puanlama anahtarından çıkarılmalı
E. Çözümü doğrulama yeterliği	
E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapma	Parçalanması gerekli: E1.1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma E1.2. Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma
E2. Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme	Değişim gerekli değil
E3. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme	Puanlama anahtarından çıkarılmalı

Tablo 22 incelendiğinde açıkça görülüyor ki pilot uygulama sonucu altı alt yeterliğin farklı iki yeterlik olarak parçalanması, iki alt yeterliğin ise puanlama anahtarından çıkarılması gerektiğine karar verilmiştir. Örneğin pilot uygulama boyunca yürütülen grup çalışmaları analiz edildiğinde, D3 yeterliğinin tüm süreç boyunca ortaya çıktığı görülmüştür. Benzer durum Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) tarafından yürütülen çalışmada da görülmüştür. Ayrıca bu yeterliğin doğrudan matematiksel modelleme yeterliğiyle değil de, iletişim ve matematiksel dil kullanma becerileriyle ilgili olduğu görülmektedir. Tüm bunlar dikkate alındığında D3 alt-yeterliğinin puanlama anahtarından çıkarılması uygun görülmüştür. Diğer taraftan E1 yeterliğinde yansıma yapma ve eleştirel kontrol yapma yeterliklerinin aslında sırasıyla matematiksel olarak doğrulama ve gerçek verilerle test ederek doğrulama olarak iki farklı anlam içerdiği ve pilot uygulama sürecindeki grup

çalışmaları analiz edildiğinde de, öğretmen adaylarının adı geçen iki farklı doğrulamaya başvurduğu görülmüştür. Tüm bunlar dikkate alındığında E1 yeterliğinin “bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma” ve “bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma” olmak üzere iki yeterliğe parçalanması uygun görülmüştür. Pilot uygulama sonucu çeşitli düzeltmeler yapılan analitik puanlama anahtarının son hali Ek 4’de verilmiştir.

### 3. 5. 2. Veri analiz süreci

Çalışmanın amacı tasarlanan öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterliklerinin süreç içerisindeki gelişimini incelemek olduğundan, öğrenme ortamına dahil olan ve öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları için tasarlanan MOElerin pilot uygulama sonucu tanımlanan alt-yeterliklere hitap ediyor olması gerekmektedir. Çalışma için tasarlanan MOElerin hangi alt-yeterliklere hitap ettiği Tablo 23’te verilmiştir.

Tablo 23. MOE’ler ve MOE’lerin hitap ettikleri alt-yeterlikler

ÖĞRETMEN ADAYLARI MOE*	Yeterlikler ve Alt-yeterlikler																			
	A							B					C		D		E			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	D1	D2	E1	E2	E3	E4
BA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
VKİ (K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓
ÇF	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TÜFE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TKİ (K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9)	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
HA	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ID	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IG	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MSK (K10, K11, K12)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
NE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

\*BA, VKİ, ÇF, TÜFE, TKİ, HA, İD etkinlikleri öğrenme ortamına dahil olan; İG, MSK, NE etkinlikleri öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adayları tarafından çalışılmıştır.

Tablo 23'de görüldüğü gibi bazı MOEler bazı alt-yeterlikler üzerinde çalışmaya imkan sağlamamaktadır. Bunun sebebi ise etkinliklerin yapısının tasarlanma amaçlarıyla paralellik göstermesidir. Örneğin HA etkinliği A6 ve B3 alt-yeterliklerine yönelik çalışmalara uygun değildir. Çünkü bu etkinlikte amaç üssel modelleme gerektiren gerçek yaşam bağlamlarının farkına varılmasını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarının gerçek bağlamı yorumlamaya odaklanmalarını sağlamak amacıyla problem durumuna çözüm getirebilecek uygun bilgilerin tamamı sade veriler olarak verilmiştir. Öğretmen adayları problem durumuna cevap getirebilmek için yeni bilgilere ihtiyaç duymayacaklar ve veriler sade olarak verildiğinden sadeleştirme yapma gereği de duymayacaklardır. Dolayısıyla HA etkinliği A6 ve B3 yeterliklerine hitap etmemektedir. Benzer şekilde VKİ, ÇF ve TKİ de bazı alt-yeterliklere hitap etmemektedir. Bu durum öğrenme ortamının yapılandırılmıştan yapılandırılmamışa doğru tasarlanmış olmasından kaynaklanmamaktadır. Ancak yine de tüm MOEler bütüncül yapıyı sağlamaktadır. Genel olarak MOElerin hitap ettikleri alt-yeterlikler incelendiğinde hem öğrenme ortamına dahil olan hem de dahil olmayan öğretmen adaylarına yönlendirilen MOElerin hemen hemen tüm alt-yeterliklere hitap ettiği görülmektedir. Başka bir deyişle tasarlanan MOEler öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin tüm alt-yeterlikleri üzerinde çalışmasına imkan sağlamaktadır. Bu ise öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının tüm matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin incelenmesine olanak sağlayarak, öğrenme ortamına dahil olanların ilk durumları hakkında bilgi sahibi olmaya imkan vermektedir.

Bu çalışmada araştırmanın ilk problemine cevap verebilmek amacıyla, veri analiz sürecine öncelikle sınıf içi yürütülen grup çalışmaları, sınıf tartışmaları, sunumlar ve klinik mülakatlarda alınan videolara ait transkriptlerin oluşturulmasıyla başlanmıştır. Transkriptler araştırmacı tarafından incelenmiş ve matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik geliştirilen analitik puanlama anahtarı ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının puanlama anahtarı ölçütlerine göre hangi durumlarda, neden, hangi ölçütte değerlendirildiğine dair örnekler, her yeterlik için bulgular bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir. Örneklendirmeler bazen öğretmen adaylarının tartışma sürecindeki ifadelerle ait transkript kesitiyle, bazen etkinlik yönergelerine yazmış oldukları cevaplarla, bazen de oluşturmuş oldukları modellerin yorumlanması yapılmıştır. Öğretmen adaylarının çalışmalar sırasında “şey, bu, şu” gibi ifadelerle kastetmiş oldukları veya işaretlerle gösterdikleri, videolar yardımıyla belirlenmiş ve bu ifadeleri açıklamak için köşeli parantezler kullanılmıştır.

Ders içi yürütülen grup çalışmalarında, katılımcıların grup arkadaşlarından etkilenmelerinin söz konusu olduğu görülmüştür. Buna rağmen bireysel farklılıkların videolar ve alan notları ile ortaya çıkarılması sağlanmıştır. Bu bağlamda grup çalışmaları boyunca videoya alınan çalışmalar, her öğretmen adayı için bireysel olarak ele alınmış ve her öğretmen adayının analiz edilen çalışma sırasında hangi yeterliğinin hangi ölçütte ortaya çıktığı belirlenmiştir. Başka bir deyişle grup çalışmalarına ait videolar bireysel olarak ele alınmış ve bireysel olarak analiz edilmiştir. Grup çalışmaları boyunca yapılan çalışmalarda bazı öğretmen adaylarının grup arkadaşlarının fikirlerini tekrarladığı görülmüştür. Bu gibi durumlarda tekrarı yapan öğretmen adayı bu yeterliğe sahip olarak değerlendirilmemiştir. Diğer taraftan bir MOE üzerinde çalışırken bir yeterliğe ait performans sergileyen bazı öğretmen adaylarının, grup arkadaşlarının fikirleri üzerine yeni fikirler ekleyerek bu yeterliğe yönelik daha iyi performans sergiledikleri (veya tam tersi, grup arkadaşlarının geçersiz fikirlerinden etkilenerek daha kötü performans sergiledikleri) görülmüştür. Ayrıca bir öğretmen adayının bir yeterliğe ait performansının, grup çalışması ve araştırma gibi etkenler sonucu bir MOE üzerinde çalışma boyunca farklı ölçütlere denk gelerek değişim gösterdiği görülmüştür. Bu değişim bazen bir iyileşme bazen de bir gerileme olabilir. Bu gibi durumlarda ise öğretmen adayının göstermiş olduğu en son davranış dikkate alınarak yeterlik performansı belirlenmiştir.

Ders dışı grup çalışması ile yürütülen İD etkinliği içinse, matematiksel modelleme yeterlikleri, sınıfta yapılan sunumlar sırasında araştırmacının ve sınıftaki diğer öğretmen adaylarının sorularına verilen cevaplar dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Benzer şekilde bireysel projeler de aynı yöntem izlenmiştir.

Grup çalışmaları da dahil olmak üzere yeterlikler bireysel olarak belirlenmiştir. Bir etkinlik için öğrenme ortamına dahil olan gruptaki (Grup A ve Grup B) öğretmen adaylarının ortaya çıkan bireysel yeterlikleri belirlenmiştir. Bir model oluşturma etkinliğinde tüm öğretmen adaylarının alt-yeterlik performansları belirlendikten sonra, her alt-yeterlikte ölçütlerde kaç öğretmen adayının bulunduğu belirlenmiştir. Başka bir deyişle her model oluşturma etkinliği için belirlenen ölçütlere yönelik çalışmalar yürüten toplam öğretmen adayı sayısı belirlenmiştir. Örnek olarak, BA etkinliğinde her alt-yeterlik için hangi ölçütte kaç öğretmen adayının bulunduğunu gösteren Tablo Tablo 24 incelenebilir. Diğer etkinliklerde her alt-yeterlik için hangi ölçütte kaç öğretmen adayının bulunduğu dair veriler Ek 5'de verilmiştir.



Tablo 24. BA Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı

Öğretmen Adayı Sayısı					
Alt Yeterlikler	Hiçbir				Toplam
	yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	Yetersiz performans (Ölçüt 1)	Hatalı ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	Eksiksiz performans (Ölçüt 3)	
A1	8	1	0	0	9
A2	8	0	1	0	9
A3	0	0	7	2	9
A4	1	3	5	0	9
A5	0	3	3	3	9
A6	4	0	3	2	9
A7	2	4	3	0	9
B1	1	0	8	0	9
B2	8	1	0	0	9
B3	9	0	0	0	9
B4	9	0	0	0	9
B5	9	0	0	0	9
C1	9	0	0	0	9
C2	9	0	0	0	9
D1	9	0	0	0	9
D2	9	0	0	0	9
E1	9	0	0	0	9
E2	9	0	0	0	9
E3	9	0	0	0	9
E4	9	0	0	0	9

Her etkinlik için Tablo 24'te verilen bulgular elde edildikten sonra, her yeterliğin süreç içindeki gelişimi incelemek adına, yeterlikler için etkinliklerde ortaya çıkan ölçütlere ait tablolar oluşturulmuştur. Örnek olarak "Problem için varsayımlarda bulunma" yeterliğine ait dağılımı gösteren Tablo 25 incelenebilir.

Tablo 25. Problem İçin Varsayımlarda Bulunma Yeterlik Ölçütlerinin Süreç İçindeki Dağılımı

MOE	Öğretmen Adayı Sayısı				Toplam
	Hiçbir yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	Yetersiz performans (Ölçüt 1)	Hatalı ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	Eksiksiz performans (Ölçüt 3)	
BA	8	1	0	0	9
VKI	1	0	2	6	9
ÇF	3	0	6	0	9
TÜFE	8	1	0	0	9
TKİ	6	0	3	0	9
HA	7	2	0	0	9
İD	5	0	1	3	9
BP	1	0	2	6	9

Ardından yeterliklere ait veriler grafik yardımıyla görselleştirilerek her yeterliğin süreç içindeki dağılımı incelenmiştir.

Veri analizinin güvenilirliğini sağlamak amacıyla, bir grup çalışmasına ait transkriptin bir bölümü, oluşturulan analitik puanlama anahtarı ile, matematiksel modelleme yeterlikleri üzerine çalışmaları olan iki farklı araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Bu bağlamda iki araştırmacının yapmış olduğu analizler arasındaki uyum yüzdesi Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen, değerlendiricilerin uyduştukları madde sayısının toplam değerlendirme veya gözlem sayısına olan oranı olarak tanımlanan uyum yüzdesi belirlenmiştir. Elde edilen uyum yüzdesi 0,89'dur. Uyum yüzdesinin %70 üzerinde olduğunda analizin güvenilir olduğu kabul edilmektedir (Şencan, 2005). Bu bağlamda bu çalışmada veri analizinin güvenilir olduğu söylenebilir.

### 3. 6. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Nitel araştırmaların geçerlik ve güvenilirlikleri nicel araştırmalardan farklıdır. Nicel araştırmalardaki iç geçerliğin yerine inandırıcılık, dış geçerlik yerine aktarılabirlik (transfer edilebilirlik), iç güvenilirlik yerine tutarlılık ve dış güvenilirlik yerine ise teyit edilebilirlik söz konusudur (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Bu çalışmada inandırıcılığı sağlamak için bir dönem boyunca öğrencilerin yaşantıları ve ortamdaki etkileşimlere ait gözlemler alan notları olarak kaydedilmiş aynı zamanda veri kaybını önlemek için tüm süreç videoya alınmıştır. Her iki veri toplama aracı ile elde edilen veriler karşılıklı olarak sınanmış ve birbirleriyle desteklenmiştir. Bunun yanında videolar ve klinik mülakatlarla yeterlik gelişiminin derinlemesine inceleme fırsatı elde edilmiştir. Ayrıca ortamda yaşananların betimlenmesinde ve yorumlanmasında araştırmacı ön yargılarından arınmaya gayret göstermiş ve nesnel olmaya dikkat edilmiştir. Transfer edilebilirliği sağlamak amacı ile eylem planı, uygulandığı ortam, örneklem ve uygulama süreci mümkün olduğunca ayrıntılı olarak betimlenmeye çalışılmıştır. Bunun yanında bulgular doğrudan alıntılarla desteklenerek yaşanan süreç canlandırılmaya çalışılmıştır. Benzer bağlamlarda benzer uygulamaların yapılabilmesi amacıyla veriler detaylı şekilde raporlaştırılmıştır. Diğer taraftan tutarlılığı sağlamak amacıyla bu çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerin geliştirilmesi için bütüncül yaklaşım benimsenmiş, öğrenme ortamı ve süreç analizi bu yaklaşıma uygun tasarlanmıştır. Ayrıca elde edilen veriler bütüncül yaklaşıma uygun olacak şekilde tüm matematiksel modelleme süreci dikkate alınarak sunulmuştur ve sonuçlar tüm matematiksel modelleme süreci için tartışılmıştır. Teyit edilebilirliği sağlamak amacıyla da tüm süreç, etkinlikler, veri toplama araçları, analiz süreci ayrıntılı açıklanmış, elde edilen bulgular ve sonuçlar doğrudan alıntılarla desteklenerek teyit edilebilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

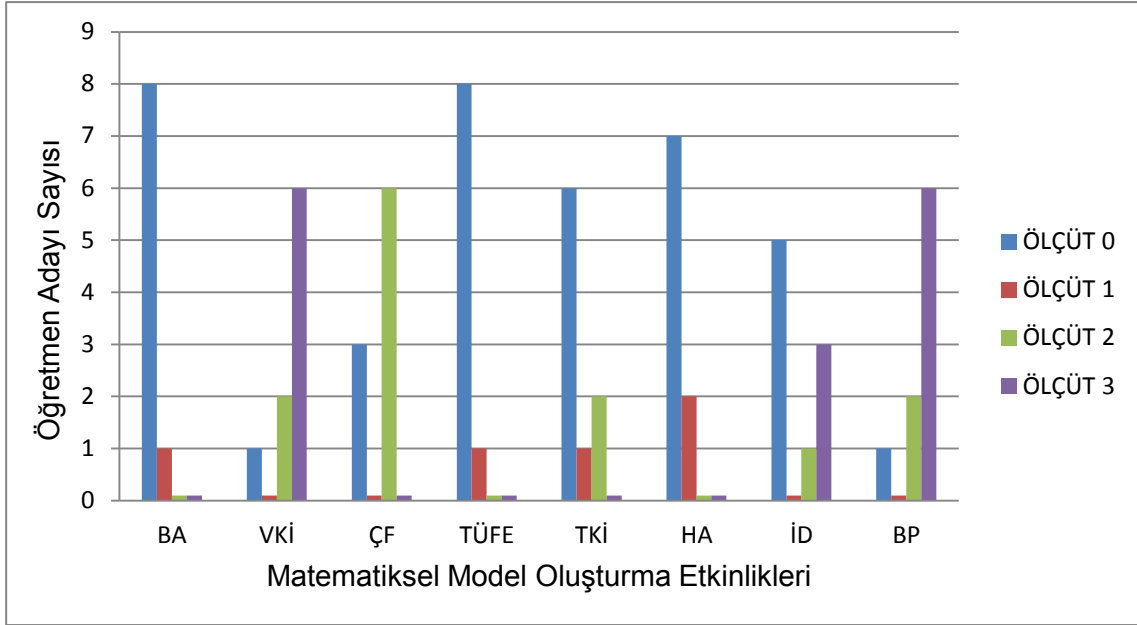
## 4. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma sürecinde elde edilen veriler, her bir araştırma alt problemine yönelik başlıklar altında sunulmuştur.

### 4. 1. Gerçek Problemi Anlama ve Gerçeğe Dayalı Bir Model Oluşturma Yeterliği ile İlgili Bulgular

Bu kısımda gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; (A1) *problem için varsayımlarda bulunma*, (A2) *problem durumunu sadeleştirme*, (A3) *durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme*, (A4) *durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme*, (A5) *değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma*, (A6) *problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme*, (A7) *problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda, tasarlanan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliğinin süreç içindeki gelişimi, bu alt yeterliklerin gelişimi bağlamında incelenmiştir. Öğrenme ortamında grupça yürütülen MOE'lere ait video kayıtları (Grup A ve Grup B çalışmaları) ve bireysel MOE projeleri alt yeterlikler bağlamında nitel olarak analiz edilmiştir. Grup ve bireysel çalışmalardaki alt yeterlikler ve alt yeterlik ölçütleri her öğretmen adayı için bireysel olarak belirlenmiştir. Takip eden bölümde her alt yeterliğin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafikler verilmiş ve gelişim süreç içinde yaşananlar ile yorumlanmıştır. Öğretmen adayları tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her alt-yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en güzel ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının "*problem için varsayımlarda bulunma*" alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 1'de verilmiştir.



Grafik 1. Öğretmen adaylarının A1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 1’de görüldüğü gibi problem için varsayımlarda bulunma alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0’dan 3’e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 2 ve 3’e doğru artmaktadır. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

A1 alt-yeterliği için dokuz öğretmen adayından sekizinin problem için varsayımlarda bulunma yeterlik ölçütleri ilk karşılaştıkları model oluşturma etkinliği olan BA etkinliğinde 0 olarak değerlendirilmektedir. Bu öğretmen adaylarının problem durumuna uygun gerçek bir model oluşturabilme için gereken varsayımlarda bulunma yeterliğine henüz sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. Bu etkinlikte sadece K9’un gerçek bir model oluşturmak için çeşitli varsayımlarda bulunmalarının gerektiğini düşündüğü görülmektedir. Bu etkinlik için K9, grup arkadaşlarını dışarı çıkararak çamurlu bir bölge bularak ayak izlerini incelemeyi önermiştir. Her grup üyesi bu bölgede çamura basarak ayak izini çıkarmıştır. Grup üyeleri ayak izlerine ve ayak izlerinin sahiplerine bakarak bir ilişki kurmaya çalışırken K9, K6 ile kendi ayak izinin benzer olduğunu fark etmiştir. Ayak izinin boy ile orantılı olduğunu söyleyen arkadaşlarına “*Ama tam kıyaslama olmaz o [K6] kız ben erkek*” demiştir. Buradan da kurdukları ilişkilerin çeşitli varsayımlar doğrultusunda geçerli olduğunu fark ettiği görülmektedir. Ancak bu varsayım gerçek bir model oluşturmak için yeterli değildir. Çünkü ayak izini etkileyen cinsiyetten faktöründen farklı bir çok faktör vardır. Bu yüzden K9’un problem için varsayımlarda bulunma yeterlik ölçütü 1 olarak değerlendirilmiştir.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde öğretmen adaylarının sadece birinin varsayımda bulunma yeterlik ölçütünün 0 olduğu görülürken, ölçüt 2'de iki ve ölçüt 3'de altı öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğrenciler tarafından varsayımlar üzerine yürütülen tartışma şu şekildedir:

*K4 : [Yönergeyi okuyor] Hangi değişkenler ihmal edilmiştir, neden? Mesela çevreyi...*

*K1 : Çevre, beslenme gerçi beslenme...*

*K4 : Neden ihmal ediyoruz biliyor musun matematiksel bir konuma, matematiksel bir modele dökemediğimiz için.*

*K2 : Ekonomi, psikolojik durum.*

*K1 : Ya sen çevreyi vücuduna boyuna falan ne yapacaksın nasıl uygulayacaksın.*

*K4 : Yani onu öyle yazarız. Çevre, ekonomi, psikoloji ... Başka ne vardı? İrk, beslenme...*

*K1 : Ama beslenme bir yerde etkilemiyor mu?*

*K4 : Tamam ama ihmal ettik matematiksel modele dökemiyorsun. Nedeni ise de hani matematiksel bir veri sağlayamadığı için diyebiliriz.*

Burada bazı öğretmen adaylarının çeşitli değişkenleri ihmal ederek bu değişkenlerin problemde istenen durumu etkilemediğini varsaydıkları görülmektedir. Niçin bu değişkenlerin ihmal edilmesi gerektiğini açıklayan K5'ün A1 alt-yeterliği ölçüt 3, açıklamayan K1'in A1 alt-yeterliği ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde ise öğretmen adaylarının varsayımlarda bulunma yeterliklerinin önceki etkinliğe göre düşüş gösterdiği görülmektedir. Bu etkinlik için varsayımları belirlemek üzere yapılan tartışmadan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K4 :[Yönergeyi okuyor] Fabrikanın kârını hesaplamak için yapılan varsayımlar var mıdır? Varsa bu varsayımlar nelerdir? Varsayımlarımız şu, yıllık giderimiz. Varsayımlarımız derken hani üretilen çikolataların hepsi satıldı mı? Varsayım ...*

*K1 : Varsayım mıdır? Hmmm.. Elinde kaldı mı?*

*K4 : Üretebildiklerimi satabilmek kârım için önemli. Hepsi satıldı mı?*

Buradan görüldüğü gibi K4 model oluşturabilmek için yıllık giderin her yıl için aynı olduğunu ve üretilen çikolataların tamamının satıldığını varsayımları gerektiğini

düşünmektedirler. K1 ise sadece K4'ün fikirlerini onaylamaktadır. Bu bağlamda K4'ün A1 alt-yeterliği ölçüt 3 seviyesinde değerlendirilmektedir.

Dördüncü etkinlik olan TÜFE etkinliğinde problem için varsayımlarda bulunma yeterlik ölçütünün oldukça düşük olduğu ve bir öğretmen adayı hariç tüm öğretmen adaylarının yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 olduğu görülmektedir. Bu durum etkinliğin içerdiği bağlamdan kaynaklanmaktadır. Uygulama sırasında öğretmen adaylarının TÜFE etkinliğinin bağlamı ile ilgili bilgi ve deneyimlerinin oldukça eksik olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu etkinlikteki bağlam ile ilgili deneyim eksikliği A1 yeterliğinin ortaya çıkmasını engellemiştir. Bir öğretmen adayının TÜFE etkinliği için oluşturmuş olduğu modeli sorgularken varsayımlarla ilgili geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K9 : Yani bunlar sadece elimizdekilerle yaparak doğru da, bir de şöyle bir şey var hani sonuçta fiyat, sel falan oldu hani o zaman ürünlerin fiyatı artıyor ama burada öyle bir şey yok [modeli gösteriyor].*

*K8 : Ama onları varsayım olarak yok edeceğiz.*

Görüldüğü gibi K9 durumu etkileyen değişkenlerin modelde olmadığını eleştirerek etkinlik bağlamını doğrudan etkilemeyen değişkenler üzerine odaklanmaktadır. K8 ise bağlamı dikkate alarak durum için bazı değişkenlerin etkili olmadığını varsaydığını dile getirmektedir. Bundan dolayı K9 ölçüt 0, K8 ise ölçüt 1 seviyesinde A1 yeterliği sergilemektedir

Beşinci etkinlik olan TKİ de ise varsayımda bulunma alt-yeterlik ölçütünün genel olarak düşük olduğu söylenebilir. Problem için varsayımda bulunma yeterliği ölçüt 3 olan üç öğretmen adayı varken diğer öğretmen adaylarının varsayımda bulunma yeterliklerinin ölçütü ise 0'dır. Problem durumu için yapılan varsayımlar ile ilgili yürütülen tartışmaların bir kısmı aşağıda verilmiştir:

*K8 : [Yönergeyi okuyor] Varsayımlarınız nelerdir diyor. Varsayımlarımız neler?*

*K6 : Biz ne yaptık? Her sene aynı oranda azaldığını varsaydık. Başka... Başka ne yaptık ?*

*K8 : Neyi varsayabiliriz ki? Cinsiyeti aynı var saydık.*

*K6 : O olmaz ki.*

*K8 : Neyse tamam.*

Görüldüğü gibi K6 öğretmen adayı sebepleri ile açıklamasa da problemi çözebilecek model oluşturabilmek için geçerli varsayımlarda bulunurken K8 durum ile ilgisi olmayan bir varsayımda bulunmuştur. K8, K4'ün eleştirel görüşünün nedenini sorgulamamış ve fikrinden vazgeçmiştir. Bundan dolayı K6 ölçüt 1 seviyesinde A1 alt-yeterliliğine sahip olarak değerlendirilirken, K8'in A1 yeterliliği ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmiştir.

Sınıfta yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde de yine öğretmen adaylarının çoğunun varsayımda bulunma yeterliklerinin ölçüt 0'da olduğu görülmektedir. Yalnızca iki öğretmen adayı ölçüt 1 olacak şekilde varsayımlarda bulunmuşlardır. A1 yeterliliği ölçüt 1 seviyesinde değerlendirilen öğretmen adayları ve araştırmacı arasında geçenler aşağıda verilmiştir:

[Problem durumunu temsil eden grafiğin nasıl olması gerektiğine dair tartışma yürütülüyor. Maksimum seviyenin 20 milyon TL olacağına karar veriliyor.]

*K9 : O zaman 20' ye kadar artar. Sonra sabit azalır, artar, artar, azalır.*

*...Herkes düşünüyor...*

*Araş. : Şey 20' ye kadar normal ondan sonra duruyor mu?*

*K9 : Sonra azalır artar artar azalır*

*K8 : Sabittir bence daha sonra*

*...Azalış ve artışların olduğuna karar veriliyor...*

*Araş. : Tamam şimdi azalıp artar azalıp artarsa, onun gibi de bir grafiğe döküyoruz. Mesela eğer şöyle görünüyorsa bu doğrusal bir grafik eğer ki böyle görünüyorsa 20' ye kadar ulaşabiliyorsa bu üssel artış grafiği. [Öğretmen adaylarının çizdiği doğrusal ve üssel grafikleri göstererek] Hangisi sizce?*

*K7 : Eksiklikleri varsaymayıp da hep artış mı gibi düşünseydik hani çok fazla...*

Görüldüğü gibi tartışma sonucu K7 durumu etkileyen değişkenler arası ilişkileri yorumlayabilmek için bazı varsayımlarda bulunması gerektiğinin farkındadır. Ancak bu varsayım gerçek modeli oluşturmak için yeterli bir varsayım değildir. Bu yüzden K7'nin varsayımda bulunma yeterliliği ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

Grup çalışması olarak ders dışı üç haftalık bir süre zarfında tamamlanması istenen İD etkinliğinde ise önceki haftalara nazaran varsayımda bulunma yeterliklerinin ölçütünde bir artış görülmektedir. Her ne kadar beş öğretmen adayının varsayımda bulunma yeterlik ölçütü 0 olarak görülse de üç öğretmen adayının yeterlik ölçütünün 3, bir öğretmen



adayının ise 2 olduğu dikkat çekmektedir. Ölçüt 2 ve ölçüt 3 seviyelerinde varsayımların ortaya çıktığı tartışmaların bir kısmı aşağıda verilmiştir:

*K4 : Mesela uyuşturucu bağımlısı vardır. O zaman dozu yüksekten başlatıp yavaş yavaş azaltırlar. O durumlarda şu [azalan] durum oluşur. Diğer durumlarda şu [artan]*

*K3 : Mesela bir hastaya 1200mg verdiği zaman 2 saat içerisinde 10 mg falan etki ediyor, 1600 verdiğinde aynı süre içerisinde doz arttığı zaman 30 mg etki ediyor. Daha az verdiğinde aynı süre içerisinde daha az etki ediyor. O zaman doğrusal bir şey çıkıyor.*

*Araş. : Doğrusal dediğin nasıl?*

*K3 : Doğrusal azalan bir şey.*

*Araş. : Çiz bakalım bu dediğini.*

*K4 :Dediği şu arkadaşın [üssel azalan grafik çizerek] Buradaki doz (y) buradaki kandaki ne oranı işte, ilacın etkisi.*

Buradan da anlaşılacağı gibi K4 gerçek durum ile ilgili çeşitli varsayımlarda bulunurken K3 ise bu varsayımları belirterek problem durumu için hangi varsayımı göz önünde bulundurduklarını gerekçelerle dile getirmektedir. Bundan dolayı K4 ölçüt 2, K3 ölçüt 3 seviyesinde problem için varsayımda bulunma yeterlikleri sergilemektedir.

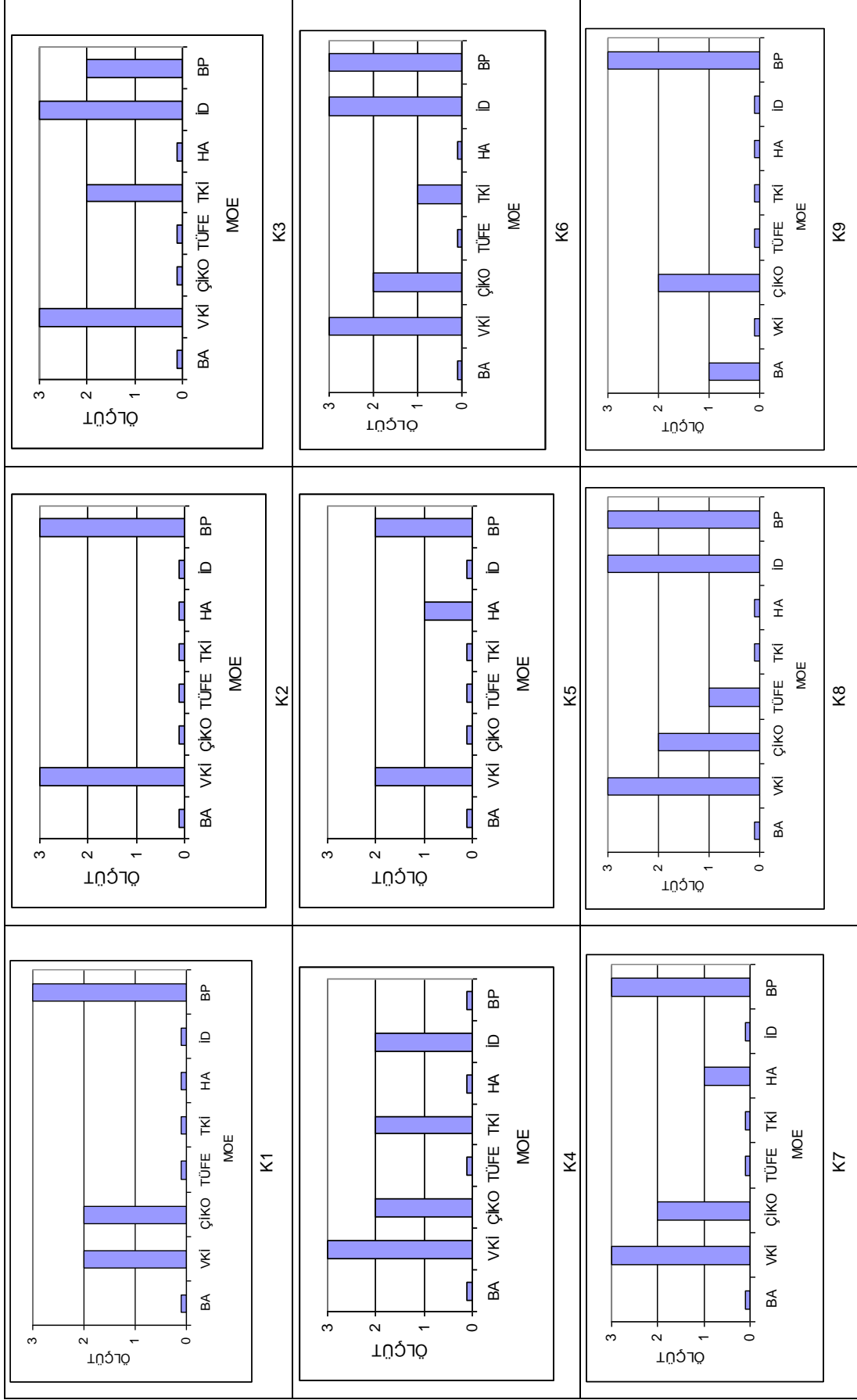
Öğretim sürecinin sonunda öğretmen adaylarının bireysel olarak belirledikleri bağlam ile ilgili varsayımda bulunma yeterlik ölçütlerinin ise oldukça iyi olduğu görülmektedir. Bir öğretmen adayının varsayımda bulunma yeterliği ölçüt 0 iken, iki öğretmen adayının bu yeterliği ölçüt 2, altı öğretmen adayının yeterliği ise ölçüt 3 seviyesindedir. K8 bireysel projesinde bebek mamasının bebeğin içileceği sıcaklığa ne kadar sürede ulaştığını araştırmış ve bu durum için bir model oluşturmuştur. Model oluştururken ise bebek mamasının annelerin yaptığı gibi soğuk su içine bırakılmayıp oda sıcaklığında soğumaya bırakıldığını ve oda sıcaklığının da 22 santigrat derece olduğunu varsaydığını dile getirmiştir. Bu varsayımlar bağlamın gerçek durumu için oldukça iyi varsayımlardır. Çünkü K8 mamanın oda sıcaklığına kadar soğuyabileceğini ve oda sıcaklığının her durum için değişken olduğunu dile getirmiştir. Bu yüzden K8'in varsayımda bulunma yeterliği ölçüt 3 olarak değerlendirilmiştir. K3 ise yıllara göre hastane sayısını belirlemiş ve hastane sayısının doğrusal olarak arttığını gözlemlemiş, doğrusal bir model oluşturmuştur. Ancak doğrusal modeli oluştururken doğrusal artışa uymayan yılların olmadığını varsaydığını dile getirmiştir. Bu varsayım ise ölçüt 2 seviyesinde değerlendirilmiştir. Çünkü doğrusal artışa uymayan yılların olmadığını varsaymak gerçek

durumun modelini oluşturmak için yeterli olsa da doğrusal model oluşturabilmek için öğretmen adayının kullandığı küçük kareler yöntemi için mantıksal hata oluşturmaktadır.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, MSK etkinliği üzerinde çalışan K11'in, A1 alt-yeterliği kapsamında, en az malzemeli meyve suyu kutusu üretimi için sadece kullanılacak malzemeye odaklanmakta ve gerçek model oluşturmak için elle tutulabilir özelliğiyle ilgili veya kutuların taşınma ve raflara dizilimi ile ilgili herhangi bir varsayımda bulunmamaktadır. Dolayısıyla K11'in A1 yeterlik düzeyi düzey 0 olarak değerlendirilmiştir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de değerlendirildiği diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Oysaki öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarına sunulan MOEler A1 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayacak niteliktedir. Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, problem için varsayımlarda bulunma yeterliğinin süreç içindeki gelişimini gösteren Grafik 1 genel olarak incelendiğinde ise ilk etkinlikte neredeyse tüm öğretmen adaylarının varsayımda bulunma yeterliklerinin ölçüt 0'da olduğu, süreç içinde ise etkinliklerin bağlamına bağlı olarak ölçütlerin bazen arttığı bazen azaldığı ancak süreç sonuna doğru (İD ve BP için) A1 alt-yeterliğine yönelik çalışmaların ölçüt 3 olarak nitelendirilebildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının A1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların varsayımda bulunma çalışmalarında daha yeterli oldukları gözlenmektedir. Bu ise A1 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim göstermektedir.

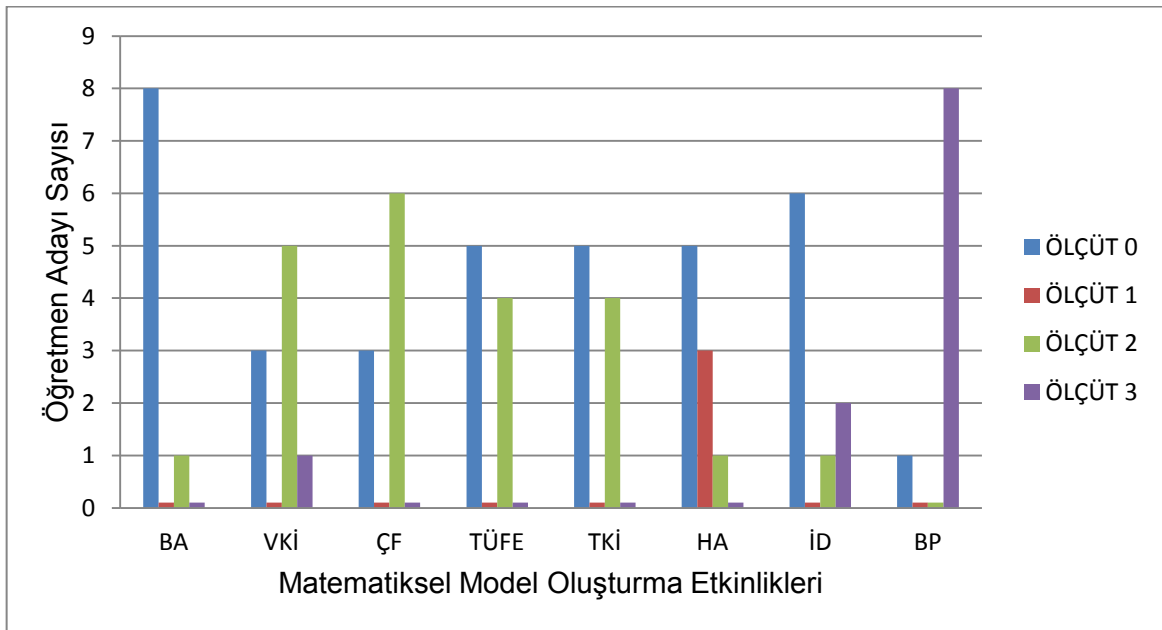
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki A1 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 15'de verilmiştir:



Şekil 15. Öğretmen adaylarının A1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 15 incelendiğinde de tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde A1 alt-yeterliklerinin ölçüt 0 olduğu görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak A1 yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise bir öğretmen adayının herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde A1 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki A1 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise K3 hariç tüm öğretmen adaylarının A1 alt-yeterliklerinin ölçüt 3 olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının A1 alt-yeterliğinin gelişiminde oldukça etkili olduğunun göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “*problem durumunu sadeleştirme*” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 2'de verilmiştir.



Grafik 2. Öğretmen adaylarının A2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 2 incelendiğinde problem durumunu sadeleştirme alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen aday sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru gittikçe etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımının 2 ve 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bu durum ise ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının tasarlanan öğrenme ortamında karşılaştıkları ilk etkinlikte neredeyse tamamının problem durumunu sadeleştirme yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının A2 alt-yeterliğine henüz sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. BA etkinliğinde sadece bir öğrenci problem durumunu sadeleştirme eğiliminde bulunmuştur. Ancak bu sadeleştirmeler model oluşturmak için yeterli ölçütte değildir. BA etkinliğinde durumu sadeleştirmek için yapılan grup içi tartışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K6 : Asfalt olduğunda ne yapacağız?*

*K8 : Asfaltta iz çıkmaz ki, toprakta denemek lazım.*

*K7 : Asfaltın eridiğini düşünün.*

*K8 : Sıcak havada ama, o da çok sıcak böyle, aşırı, Antalya'da falan olmamız lazım.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları bu etkinlikte gerçek durumu farklı açılardan ele almaktadır. Bu da gerçek bir model oluşturmak için durumu oldukça karmaşık hale getirmektedir. Buna rağmen K8'in gerçek bağlamı yorumlayarak durumu sadeleştirmek için fikir yürüttüğü görülmektedir. Ancak bu fikir problem durumunu tam olarak sadeleştirmek için yeterli olmadığı için K8 ölçüt 2 seviyesinde problem durumunu sadeleştirme yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının ikinci olarak verilen VKİ etkinliğinde problem durumunu sadeleştirme yeterlik ölçütlerinin dağılımı 3 ölçüt 0, 5 ölçüt 2 ve 1 ölçüt 3 şeklindedir. Buradan VKİ etkinliğinde A2 alt-yeterliğinin olumlu yönde gelişim gösterdiği görülmektedir. Bu etkinlikte problem durumunu sadeleştirmeye yönelik yürütülen grup içi çalışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K6 : Şimdi. Ne öğrenmek istediğini soruyor.*

*K7 :Ne öğrenmek istediğimizi şuraya müsveddeye yazalım. Şimdi neyi merak ediyorsunuz? Bir indeksi, başka neyi merak ediyorsunuz? İndeksi... hangi aralıkta olduğunu merak ediyorsunuz.*

*K6 :Yani bireyin yani senin benim veya kim hani bir bireyin zayıf mı normal mi şişman mı yani hangi gruba girdiği önemli. Bunu öğrenmek istiyoruz dimi? Öğrenmek istediğimiz o. Bireyin vücut kitle indeksine göre.*

*K7 :Hangi aralıkta yer aldığı önemli.*

*K6 :Zayıf, normal, şişman, obez, aşırı obez gruplarından hangisine girdiğini öğrenmek. Bireyin sağlıklı olmasında hangi değişkenler önemli? Boyuna kilosuna göre değil mi?*

Görüldüğü gibi K6 problem durumunda istenen sağlıklı kiloya sahip olup olmama durumunu verilen sınır değerlere indirgeyerek problem durumunu oldukça iyi ölçütte sadeleştirmektedir. Bundan dolayı K6 ölçüt 3 seviyesinde problem durumunu sadeleştirme yeterliği sergilemektedir. K7 ise yaptığı sadeleştirmeler problem durumu için uygun ancak model oluşturmak için yeterli değildir. Bu bağlamda K7'nin A2 yeterliği ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde de durumu sadeleştirme yeterliğinin bir önceki etkinlikle hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları grup içinde bu etkinlik üzerinde çalışırken bir fabrikanın sabit giderlerinin neler olabileceği tartışıyor ve bu değişkenleri belirlemeye çalışılıyor. Bu bağlamda K4 ile K1 arasında geçen ve problem durumunu sadeleştirmeye yardımcı olacak konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K4 :Sabit gider. 215 bin hiç değişken yok burada hani kutu sayısı ile bağıntı yok.*

*K1 :Sabit bir gider her türlü zaten. Tamam, şimdilik .*

....

*K4 :Bizim bir gider. Şimdi bize bir kutunun 8 TL ye satıldığını ve yılda 200 bin tane üretildiğini ve bize x bin kutudan 320 miydi 325 miydi, [Matematik cümlesini yazıyor]. Bu kadar çikolata masraflarının toplam yani net bir geliri ne? Yani buradan elektrik, işçi, su gibisinden giderlerinde bize 215 bin olduğunu söylüyor. Şimdi giderler elimizde, biz dedik ki x bin kutuyu bulalım hani x bin kutu bizim 200 bin tamam mı? Dedik ki 200 bin kutunun 8 senede satışı ne kadar? 1milyon 600 bin. Biz 1milyon 600 binden çikolata giderlerini ve net giderini ve yıllık net gideri çıkardığımızda bize...*

Görüldüğü gibi durumu etkileyen değişkenler problem durumunu oldukça karmaşık hale getirmektedir. Ancak K1 ve K4'ün problem durumunu sadeleştirmeye yönelik yeterliklerinin ortaya çıkması Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecine devam etmelerine katkı sağlamaktadır. Ancak bu sadeleştirmeler yine de durumu sadeleştirerek "kar=gelir-gider" durumuna getirmek için yeterli değildir. Bundan dolayı bu

öğretmen adayları ölçüt 2 seviyesinde problem durumunu sadeleştirme yeterlikleri sergilemektedir.

Öğrenme ortamının dördüncü etkinliği olan TÜFE etkinliğinde de öğretmen adaylarının problem durumunu sadeleştirme yeterliklerinin önceki etkinliğe göre çok gelişim göstermediği görülmektedir. Bu etkinlik yürütülürken grup içi çalışmalarda, etkinlikte verilen bağlamı etkileyen faktörleri belirlemek için tartışmalar yürütülüyor. Tartışma sürecinde ise durumun çevre koşulları, iklim, sosyal etkenler, gelişmişlik düzeyi, maddiyat okumuşluk düzeyi gibi birçok değişkenden etkilendiği konuşuluyor. Bu sırada K1 konunun çok açıldığını dile getiriyor. Ancak yeni değişkenler belirlenmeye devam ediliyor. Bunun üzerine geçen konuşlar aşağıda verilmiştir:

*K1 :Bir şey soracağım. Bence yani miras da etkiler o zaman. Çünkü O'nun [Ünlü bir iş adamından bahsediyor] tek başına yaptığını düşünmüyorum onları. Bir varisi vardır yani.*

*K2 :Kocaman iş adamına geldik.*

*K3 :Biz matematiksel model nasıl oluşturacağız şimdi?*

*K4 :İşte biz oraya, ben onun için diyorum ki sayısal veriler yazın. Mesela şey matematiksel olarak bakalım olaya.*

Bu konuşmaların ardından tartışma, etkinlikte verilen verilerden ne elde edilebileceği üzerine devam etmektedir. Verilen konuşmalardan da anlaşılacağı gibi bazı öğretmen adayları bağlamı etkileyen birçok değişken üzerinde konuşurken, K4 gerçek bir model oluşturabilmek için matematiksel veriler elde edebilecek değişkenler üzerinde konuşmayı önererek problem durumu sade hale getirmeye çalışmaktadır. Ancak problem durumunu sadeleştirmek için hangi matematiksel bilgilere ulaşılabileceği hakkında yorum yapmamaktadır. Bundan dolayı K4 ölçüt 2 seviyesinde problem durumunu sadeleştirme yeterliği sergilemektedir.

Şekil 18 incelendiğinde öğretmen adaylarına verilen beşinci etkinlik olan TKİ etkinliğinde ise problem durumunu sadeleştirme yeterliklerinin bir önceki etkinlikle aynı durumda olduğu söylenebilir. Bu etkinlikte dört öğretmen adayının durumu sadeleştirme yeterliği ölçüt 2 seviyesinde iken, beş öğretmen adayının yeterliği ise ölçüt 0 seviyesindedir. Öğretmen adaylarının etkinlik üzerinde çalışırken problem durumunu sadeleştirmek için yapmış oldukları tartışmalar aşağıda verilmiştir:

*K4 : Üç bin. 3835. Mesela şu kadar kazada bu kadar ölü varsa...*

*K3 : Yıllardaki kazanın artma olasılığını buluruz, o zaman o kadar ölü çıkar. İki bilinmeyenli denklem gibi.*

*K1 : Kazaya göre değil kişi sayısına göre bence.*

*K3 : Sürücü belgesi olanlara mı bakacağız diyorsun?*

*K4 : O zaman sürücü belgesi olanlara bakacağız. Çünkü kişi sayısına bakarsak kişinin hepsi araba kullanmıyor ki. Yani burada kişi sayısında şu kadar ölü var dersen belki kendiliğinden ölenler normal kaza değil de normal şekilde ölenlerdir.*

*K3 : Ama şimdi sürücü belgesi olmayan kişi sayısı var. Normale ehliyeti olmayıp yola çıkanlarda var.*

*K1 : Ama buradaki ölü sayısı da...*

*K3 : Tüm nüfusa bağdaştıracamız o zaman. Çünkü ehliyeti olmayıp kaza yapanlarda var.*

Görüldüğü gibi bazı öğretmen adaylarının problem durumunu etkileyen değişkenleri geniş bir yelpazede incelediği ancak bazı öğretmen adaylarının durumu daha gerçekçi düşünerek değişkenleri sadeleştirme yoluna gittiği görülmektedir. Ancak yapılan sadeleştirmeler hatalı anahtar değişkenler üzerine olduğundan K1, K3 ve K4 öğretmen adaylarının bu yeterlikleri ölçüt 2 seviyesinde değerlendirilmektedir.

Öğretmen adaylarına son sınıf içi etkinlik olarak sunulan HA etkinliğinde de problem durumunu sadeleştirme yeterlik ölçütü 0 olan öğretmen adayı sayısının değişmediği görülürken, ölçüt 1'de üç ölçüt 2'de ise bir öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Etkinlikte verilen bazı veriler problem durumunu anlamakta güçlük yaşamasına neden olurken, K4'ün problem durumuna açıklık getirmek için problem durumunu sade şekilde ifade etmesi ve sonrasında geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K5 : 2013 olarak belirlenen diyor. 2013'ü yok etmişler artık. 2013 yılında halka açılmıyorlar. Koşul şu; 15 milyon TL'ye ulaştığı zaman halka açılacağız diyorlar ilk başta. 2013 yılından sonra 15 milyon TL'ye ulaştığında diyorlar.*

*K2 : Peki 15 milyona ulaşabildiler mi? 15 milyona ulaşabildiler mi?*

*K5 : Ulaştıkları yılı hesaplayacağız biz işte.*

*K2 : 2013'te 15'e ulaşmayı amaçlıyorlar mu bunlar?*

*K5 : İlk başta 15 milyona ulaşmayı amaçlıyorlar 2013'e kadar. Ama sonra 2 yıl sonra bakıyorlar ki kazançları 4 milyon, olmayacak 2013'e*



*yetişmeyecek bu. Kazanç 20 milyon. Diyorlar ki olmayacak bu iş 15 milyon TL'ye ulaştığında halka arz edebiliriz kendimizi diyorlar.*

Görüldüğü gibi K5 problem durumunu kendi cümleleri ile ifade ederek sadeleştirmektedir. Dolayısıyla K5'in A2 alt-yeterliği ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarına sınıf dışı tamamlanmak üzere verilen İD etkinliğinde ise problem durumunu sadeleştirme yeterliği ölçüt 0 seviyesinde olan öğretmen adayı sayısının artarak altıya yükseldiği, ancak iki öğretmen adayının sadeleştirme yeterliklerinin ise ölçüt 3'e yükseldiği görülmektedir. Buradan anlaşılıyor ki bazı öğretmen adaylarının problem durumunu sadeleştirme yeterlikleri gelişim gösterirken bazı öğretmen adaylarının yeterlik ölçütleri ise düşüş göstermektedir.

Problem durumunu sadeleştirme yeterliklerine sahip olduklarını gösteren araştırmacı ile öğretmen adayları arasında geçen tartışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K8 : Hocam mesela, ama onun dozu değişiyor onu biz sabit olarak aldık. Mesela ben kullanıyorum. Test yapıyorlar. Geçen ay kolesterolüm yüksek geldiği için normalde 40 kullanıyordum şimdi 20 ye düştü mesela.*

*Araş. : Kullanımı değişiyor yani.*

*K8 : Değişiyor.*

*Araş. : Siz sabit aldınız. Etkisinden dolayı değişiyor aslında.*

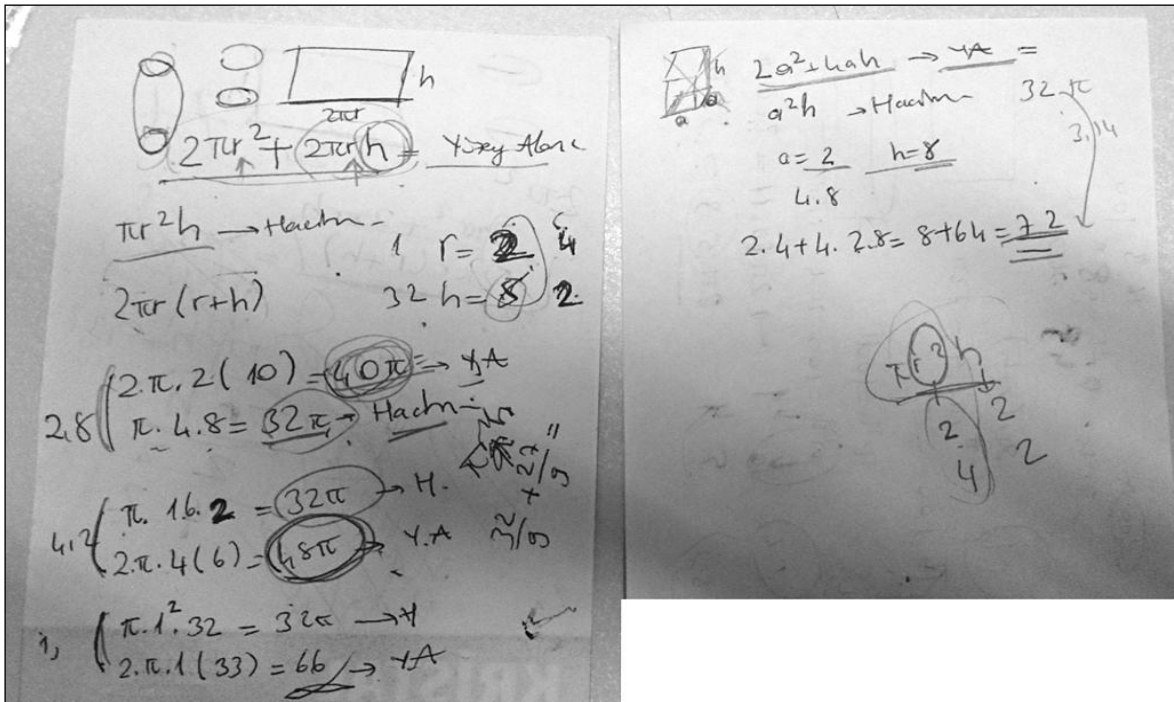
*K8 : Ama onu çok dökemedik.*

Görüldüğü gibi K8 problem durumuna çözüm üretebilecek oldukça iyi ölçütte sadeleştirmeler yapmaktadır. Dolayısıyla K8 ölçüt 3 seviyesinde problem durumunu sadeleştirme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamında son olarak sunulan ve sınıf tartışması ile tartışılan bireysel projelerde ise öğretmen adaylarının neredeyse tamamının problem durumunu sadeleştirme yeterliklerinin ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. Yalnızca bir öğretmen adayının problem durumunu sadeleştirme yeterlik ölçütünün 0 olduğu görülmektedir. İlk etkinlikte BA etkinliğinde oldukça karmaşık olan durumu sadeleştirmek için iyi sayılabilecek fikirler sunan K8'in, süreç sonunda bu yeterliği ölçüt 3 seviyesinde görmektedir. K8 bebek mamasının içilebilecek sıcaklığa ne zaman geleceğini araştırdığı projesinde, durumun gerçeğe yakın olması için en sık kullanılan bebek mamasından almıştır. Ancak biberon çeşitlerinin oldukça fazla ve birçoğunun sıklıkla

tercih edildiğini gördüğünde biberon yerine pet şişe kullanmaya karar vermiştir. Bu davranış K8'in karmaşık olan bir durumu sadeleştirmeye çalıştığının göstergesidir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, MSK etkinliği üzerinde çalışan K11'in, A2 alt-yeterliği kapsamında, en az malzeme kullanılması için meyve suyu kutusunun şeklinin hangi geometrik şekil olması gerektiğini çeşitli değerlerle test ederek belirlemeye yönelik çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. K11'in yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:



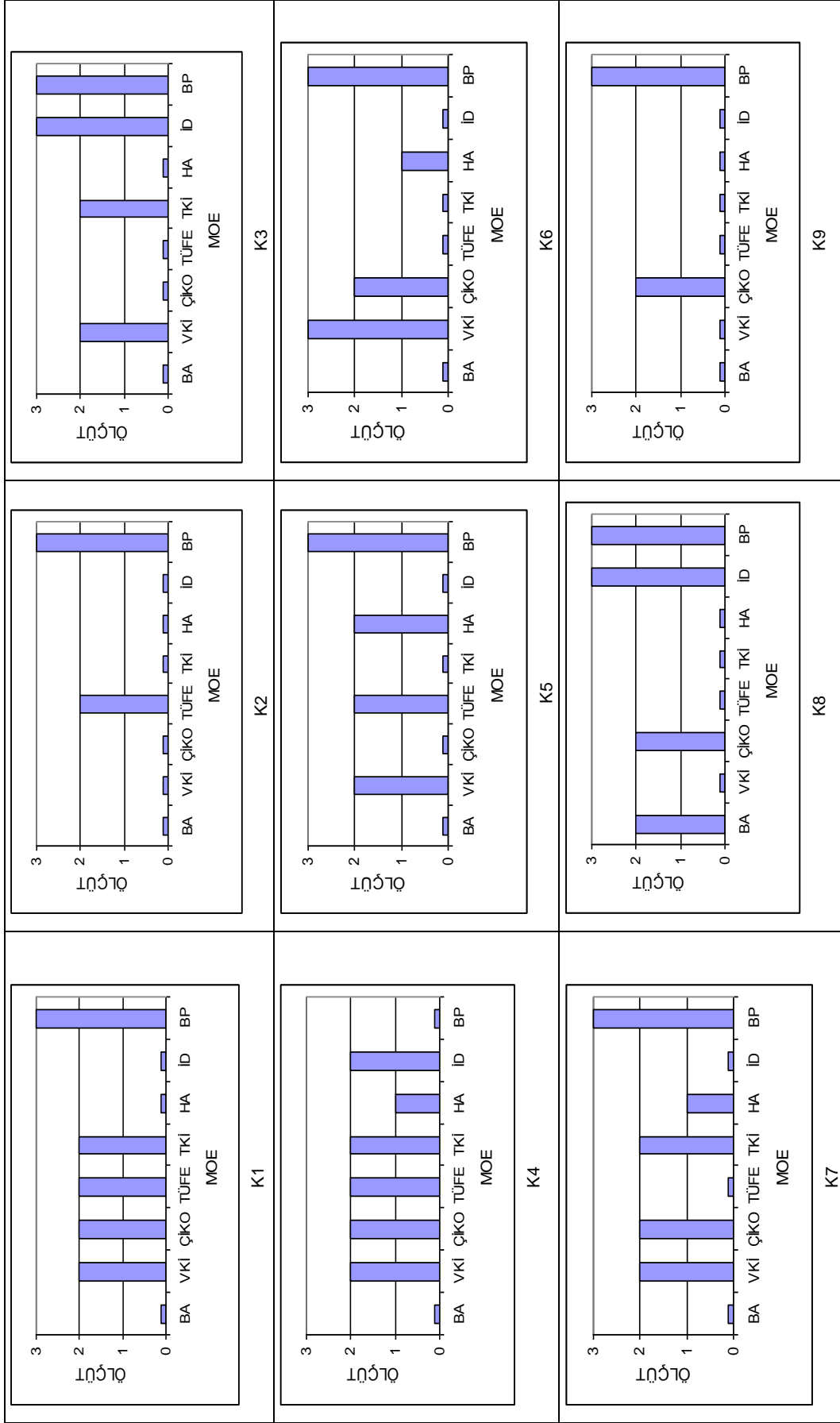
Şekil 16. K11'in MSK etkinliğinde A2 alt-yeterliğine yönelik yapmış olduğu çalışmalar

Görüldüğü gibi K11 problem durumunu sadeleştirmek için çeşitli durumları değerlendirmiş ve gerçek model için bir sonuca ulaşmıştır. Ancak bunu yaparken problem durumunu etkileyen elle tutulabilir olma özelliğini dikkate almamıştır. Dolayısıyla K11 düzey 2 seviyesinde A2 yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOE'ler üzerinde yapmış oldukları çalışmalara genel olarak bakıldığında ise, iki öğretmen adayının ölçüt 1, bir öğretmen adayının ise ölçüt 2 seviyesinde çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, A2 yeterliğinin süreç içindeki gelişimini gösteren Grafik 2 genel olarak incelendiğinde ise ilk etkinlikte neredeyse tüm öğretmen adaylarının bu yeterliklerinin ölçüt 0'da olduğu, sonraki iki etkinlikte bu yeterlik

ölçütlerinin olumlu yönde gelişim gösterdiği, TÜFE etkinliğinde ölçütlerin oldukça düşük olduğu hatta ilk durumdan daha da düşük ölçütte görüldüğü, ileriki etkinliklerde ise arzulanan seviyede olmasa da bir artışın olduğu ancak süreç sonunda ise öğretmen adaylarının A2 alt-yeterliğine yönelik ölçüt 3 olarak değerlendirilebilecek çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu alt-yeterlikle ilgili bu durumunu ortama dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların durumu sadeleştirme çalışmalarında daha yeterli oldukları gözlenmektedir. Bu durum matematiksel modelleme deneyiminin arzulanan seviyede olmasa da A2 alt-yeterliğine olumlu etki sağladığının göstergesidir.

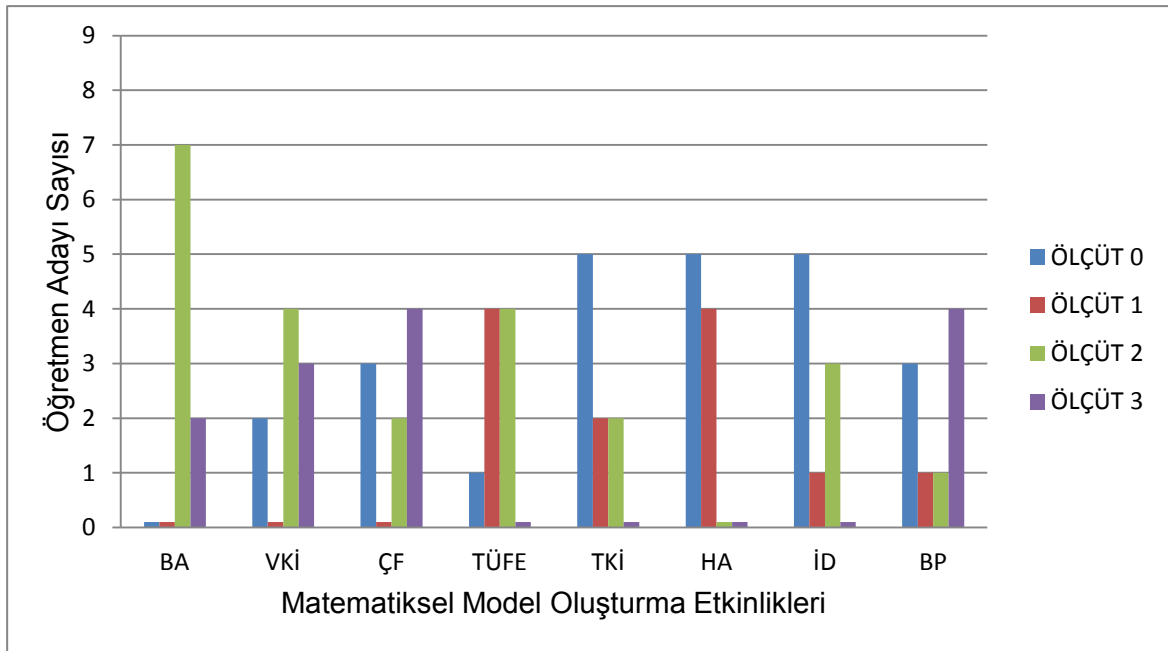
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki A2 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 17'de verilmiştir:



Şekil 17. Öğretmen adaylarının A2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 17 incelendiğinde de K8 hariç tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde A2 alt-yeterliklerinin ölçüt 0 olduğu görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak A2 alt-yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise bir öğretmen adayının herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde A2 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki A2 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise tüm öğretmen adaylarının A2 alt-yeterliklerinin ölçüt 3 olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının A2 alt-yeterliğinin gelişiminde oldukça etkili olduğunun göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 3'de verilmiştir.



Grafik 3. Öğretmen adaylarının A3 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 3'de görüldüğü gibi durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme alt-yeterliği ile ilgili durumları süreç ilerledikçe pek değişim göstermemekte ve az da olsa ölçütler 2'den 0'a doğru azalmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olmasına rağmen tüm öğretmen adayları ölçüt 2 ve 3 olarak değerlendirilmiştir. Diğer etkinliklere doğru gidildikçe etkinliklerin doğasına ve modelleme deneyiminin artmasına bağlı olarak

ölçütlerin dağılımı az da olsa 0 ve 1'e doğru azalmaktadır. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişmesine olumsuz yönde etki ettiğini göstermektedir.

Yedi öğretmen adayı öğrenim sürecinin başlangıcında karşılaştıkları BA etkinliği için durumu etkileyen nicelikleri belirleyebilmiş ve bunları isimlendirebilmiş ancak bazı değişkenleri göz ardı ettiğinden ölçüt 2 seviyesinde değerlendirilmiştir. İki öğretmen adayı ise verilen durumu etkileyen niceliklerin tamamına yakınına yakını belirleyebilmiş ve değişkenin durumu niçin etkilediğini sebepleri ile açıkladığından ölçüt 3 seviyesinde değerlendirilmiştir. BA etkinliği yürütülürken durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme üzerine konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K4 : Çok basıksa kilolu olur, büyükse enli, küçükse kalın, ne bileyim...*

....

*K5 : Mesela kiloluysa daha geniş.*

*K4 : Basık.*

*K2 : Aynen, toprakta basınca daha çok çöküyor mesela.*

*K3 : Büyük olursa erkek.*

....

*K5 : Mesela yürüyüş şeklide belli olur. Açık ayaklı mı yürüyor, çarpık mı nasıl yürüdüğü.*

*K4 : Mesela bayanlar. Mankenler nasıl yürüyor? [manken yürüyüşünün taklidini yapıyor.]*

*K2 : Mankenle ne alakası var.*

*K4 : Düzse, böyle [manken yürüyüşünü taklit göstererek] ise erkek olma olasılığı çok zordur. Eğer ayakkabı izleri birbirine denkse.*

*K3 : İnsanların yürüyüşü de psikolojik durumu belli etmez mi? Ben böyle bir şey duymuştum.*

*K4 : Sakatsa ayağı aksaksa...*

*K2 : Seke seke yürür.*

Görüldüğü gibi grup içi çalışmalarda, BA etkinliğinin yürütüldüğü sürecin çeşitli aralıklarında durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme üzerine tartışmalar yürütmüş ve bir ayak izinin hangi değişkenlerden etkilenebileceğini iyi sayılabilecek ölçütte belirleyebilmişlerdir. Durumu etkileyen nicelikleri açıklamalarıyla belirten K2 ve K4 ölçüt 3, açıklamalarını belirtmeyen K3 ve K5 ise ölçüt 2 seviyesinde A3 alt-yeterliği sergilemektedir.

Grafik 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının karşılaştıkları ikinci etkinlikte (VKİ) verilen durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirmede ilk etkinliğe kıyasla değişim gösterdiği görülmektedir. VKİ etkinliğinde iki öğretmen adayının durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterliği ölçüt 0'a gerilerken dört öğretmen adayının yeterliği ölçüt 2, üç öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesindedir. VKİ etkinliğinde verilen durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirmede üzerine yapılan tartışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K4 : [Yönergeyi okuyor] Bireyin sağlıklı kiloya sahip olmasında hangi değişkenler önemlidir. Hangi değişkenler önemlidir?*

*K3 : Çevre faktörü.*

*K4 : Yaş.*

*K2 : Yaş, çevre, yeme içme.*

*K4 : Bak yaş, kilo, boy.*

*K2 : Beslenme.*

*K4 : Beslenme... Başka ne diyebiliriz?*

*K2 : Çevre koşulları.*

*K4 : Irk.*

*K3 : Ekonomik durumları olamaz mı ?*

*K2 : Evet ırk.*

*K1 : Ya insanın rahat olması bile önemli ya hani.*

*K4 : Psikoloji diyebiliriz.*

*K3 : Evet.*

*K2 : Psikolojik durum.*

*K1 : Ya onu yaşıyorum da hocam [Kameraya dönerek].*

*K4 : Çünkü benim canım sıkıldığında hani.*

*K5 : Yiyorum.*

*K4 : Hayır canım sıkıldığında midem ağrıyor mesela ve bu kilodayım şuan [Bu yüzden zayıf olduğunu ima ediyor].*

*K1 : Kesinlikle.*

*K5 : Ben sürekli yiyorum.*

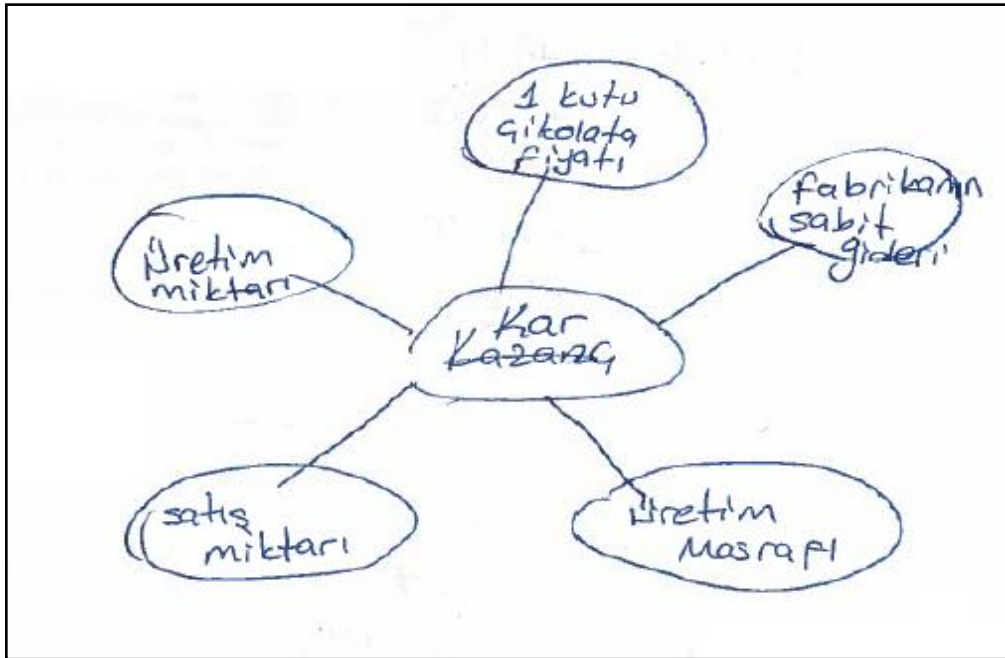
*K1 : Evet gastrit olduğundan yemek yiyince kusuyorum artık.*

*K2 : Hocam bende canım sıkıldığında daha çok yemek yemek istiyorum yani [Kameraya dönerek].*

*K4 : Benim midemde de mikrop varda onun için böyle [Bu yüzden zayıf olduğunu ima ediyor].*

Görüldüğü gibi bu grupta durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme üzerine iyi sayılabilecek tartışmalar yürütmektedir. Durumu etkileyen nicelikleri açıklamalarıyla belirten K1 ve K4 ölçüt 3, açıklamalarını belirtmeyen K2 ve K3 ise ölçüt 2 seviyesinde verilen durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının öğrenme ortamında karşılaştıkları üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterlikleri ölçüt 0'da olan öğretmen adayı sayısının arttığı görülmektedir. Ölçüt 1 seviyesinde yine hiçbir öğretmen adayının olmadığı görülürken, ölçüt 2'de iki, ölçüt 3'de ise dört öğretmen adayının değerlendirildiği görülmektedir. Bu etkinlik yürütülürken, verilen durumu etkileyen nicelikleri belirlemek ve bunları isimlendirmek için grup içi beyin fırtınası yapmış ve her değişkenin niçin durumu etkilediğini dile getirildiğinden bu grubun üyeleri bu yeterlik için ölçüt 3 seviyesinde değerlendirilmiştir. Grup üyeleri beyin fırtınası ile belirledikleri durumu etkileyen nicelikleri bir kavram ağı yardımıyla şemalaştırmıştır. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme üzerine yürütülen tartışmalar sonucu oluşturulan şema aşağıda verilmiştir:



Şekil 18. ÇF etkinliğinde A3 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi bu grup verilen durumu etkileyen nicelikleri oldukça iyi belirleyebilmiş ve bunları isimlendirebilmiştir. Bu gruptaki tüm öğretmen adayları durumu



etkileyen niceliklerin belirlenmesinde rol oynamakta ancak gerekçelendirmeler yapmamaktadır. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 2 seviyesinde A3 alt-yeterliği sergilemektedirler.

Öğretmen adaylarının dördüncü olarak karşılaştıkları TÜFE etkinliğinde verilen durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterlik ölçütleri incelendiğinde, bir önceki etkinliğe göre ölçüt 0'da olan öğretmen adayı sayısının azalarak bire düştüğü, ölçüt 1 ve ölçüt 2'de değerlendiren öğretmen adayı sayılarının dört olduğu ancak ölçüt 3'de değerlendirilen öğretmen adayının olmadığı görülmektedir. TÜFE etkinliğinde verilen durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme üzerine geçen konuşmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K7 : Değişkenlerimiz nelerdir? Enflasyon değerlerine göre cari yıllar.*

...

*K8 : O zaman tüfe endeksinin tahminini etkileyen değişkenlere; yıllık enflasyon, yıllar.. Başka ne var?*

*K6 : İndeks değeri.*

....

*K6 : Hocam burada verilenler yeterli mi?*

*Araş. : Sence nasıl bir bilgiye ihtiyacın var?*

*K6 : Değil bence. Mesela bunların hesaplanması için...*

*K8 : Mesela hocam Tüfe' yi nasıl hesaplayacağız?*

....

*K9 : Yani bunlar sadece elimizdekilerle yaparak doğru da, bir de şöyle bir şey var hani sonuçta fiyat, sel falan oldu hani o zaman ürünlerin fiyatı artıyor ama burada öyle bir şey yok [modeli gösteriyor].*

Görüldüğü gibi bu etkinlikte bazı öğretmen adayları durumu etkileyen değişkenleri belirlemeye ve isimlendirmeye çalışmakta ancak daha sonra verilerin yetersiz olduğunu belirtmektedirler. Yani aslında durumu etkileyen başka değişkenlerin de olduğunu farkındalar ancak bu değişkenleri tam olarak belirleyememekte ve isimlendirememektedirler. Bundan dolayı bu öğretmen adayları ölçüt 1 seviyesinde A3 alt-yeterlikleri sergilemektedir.

Etkinliklere göre durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 3 incelendiğinde, durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterliklerinin düşüş gösterdiği, TKİ ölçüt 0'da olan öğretmen adayı sayısının beş, ölçüt 1 ve ölçüt 2'de ikişer olduğu görülmektedir. Yine bu etkinlikte

durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterliği ölçüt 3 seviyesinde olan öğretmen adayının olmayışı dikkat çekmektedir. K4'ün TKİ etkinliğinde verilen durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme üzerine yaptığı çalışmalar aşağıda verilmiştir:

*K4 : Poundu araştıracağım. Hocam pound ne demek? Geçen hafta fizik dersinde göstermedi mi bize hoca?*

Görüldüğü gibi K4 etkinlikte verilen değişkenlerin durumu nasıl etkilediğini ifade ederken durumu etkileyen diğer değişkenler üzerine düşünmemektedir. Bundan dolayı K4 ölçüt 2 seviyesinde A3 yeterliği sergilememektedir.

Öğretmen adaylarının sınıf içi model oluşturma çalışmalarını yürüttükleri son etkinlik olan HA etkinliğinde durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterlik ölçütleri incelendiğinde, durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterlik ölçütlerinin düşüşünün bu etkinlikte de devam ettiği görülmektedir. HA etkinliğinde durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterlik ölçütü 0 olan beş öğretmen adayının olduğu görüldükten, ölçüt 1'de olan dört öğretmen adayının olduğu anca ölçüt 2 ve ölçüt 3 seviyelerinde hiç öğretmen adayının olmadığı görülmektedir. Ölçüt 1 seviyesinde A3 yeterliği sergileyen öğretmen adaylarının konuşmalarından bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K7 : İki senede 4 milyon olmuşsa bir sene sonra 15 milyona çıkması nasıl olacak? Birkaç kişi katılmış desek bir yıl içerisinde?*

*K6 : Ama bunda sermayede var. Çünkü ne diyor kazançlarının kendi sermayeleri ile satışlarının...*

*K7 : Şimdi bir sermaye var. Ne olmalı?*

*K6 : Sermaye artı kazanç 20 milyon olmalı.*

*K7 : Kazançtan 20 milyon ama kaç yılda?*

Konuşmalardan da anlaşılacağı gibi bazı öğretmen adayları durumu etkileyen nicelikleri belirlemeye ve bunları isimlendirmeye çalışmış ancak bu değişkenlerin durumu nasıl etkilediğini açıklayamamışlardır. Ayrıca belirledikleri değişkenleri verilen etkinliği inceleyerek belirlemişlerdir ve dikkate aldıkları değişkenler gerçek bir model oluşturmak için geçerli ve yeterli değişkenler değildir. Bundan dolayı K6 ve K7 ölçüt 1 seviyesinde durumu etkileyen değişkenleri belirleme ve isimlendirme yeterliği sergilememektedir.

Öğretmen adaylarının sınıf dışı gerçekleştirdikleri İD etkinliğinde durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterli ölçütleri incelendiğinde ise, ölçüt 0'da olan öğretmen adayı sayısının değişmediği, Ölçüt 1'de olan öğretmen adayı sayının bire düştüğü ve ölçüt 2 seviyesinde olan öğretmen adayı sayının ise üçe yükseldiği görülmektedir. Grup içi oluşturulan model üzerine yapılan sınıf tartışmasında A3 alt-yeterliliğine yönelik geçen konuşmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K8 : Hocam mesela, ama onun dozu değişiyor onu biz sabit olarak aldık. Mesela ben kullanıyorum. Test yapıyorlar. Geçen ay kolesterolüm yüksek geldiği için normalde 40 kullanıyordum şimdi 20 ye düştü mesela*

...

*K8 : Böyle yapmıştık. Çünkü hocam 40 doz var zaten 40 dozdan daha fazla kullanılamıyor. Yani ya 20mg veriliyor ya 40mg.*

...

*K8 : Evet evet. Hocam bir de burada internette bir formül vardı. Kilo ile 120yi çarpmışlar bulmuşlar. Hani o dozun alması gerekeni.*

Görüldüğü gibi K8 durumu etkileyen değişkenlerin farkında ancak değişkenleri kendi deneyimleri doğrultusunda belirlemektedir. Bu değişkenlerin dışında durumu etkileyen diğer değişkenler hakkında fikir beyan etmemektedir. Ayrıca internetten bulunduğu bir ilişkinin durumu etkilediğinin farkında ancak neden ve nasıl etkilediği hakkında açıklamada bulunmamaktadır. Bu sebeplerden dolayı K8 ölçüt 2 seviyesinde durumu etkileyen değişkenleri belirleme ve isimlendirme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamında son olarak gerçekleştiren bireysel proje sunumlarında ise üç öğretmen adayının durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterliğinin ölçüt 0 seviyesinde, birer öğretmen adayının bu yeterli seviyesinin ölçüt 1 ve ölçüt 2, dört öğretmen adayının durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterli seviyesinin ise ölçüt 3 olduğu görülmektedir.

K2 uygun yol genişliğini hesaplamayı amaçladığı projesinde yol genişliğinin büyük ve küçük araç kullanımı, sokak mı cadde mi olduğu, park eden araçların boyutları, geçiş mesafeleri gibi birçok değişkene bağlı olduğunu dile getirmiş ancak yolun kullanım yoğunluğu gibi önemli bir değişkenin varlığının farkına varmamıştır. Bundan dolayı K2, ölçüt 2 seviyesinde durumu etkileyen değişkenleri belirleme ve isimlendirme yeterliği sergilemektedir. K6 ise yolculukta telefon şarjının bitmemesi için gerekli kullanım süresini araştırdığı projesinde, telefon şarj kullanım süresinin mesaj, konuşma, internet kullanımı, müzik dinleme, oyun oynama, ekran parlaklık ayarı gibi bir çok değişkene bağlı olduğunu

dile getirmiştir. Bunun yanında kendi telefonu için mesaj ve konuşmanın daha az şarj harcadığını, internet ve oyunun ise çok şarj harcadığını belirtmiştir. Görüldüğü gibi K6 durumu etkileyen birçok değişkeni belirleyebilmiş ve durum ile ilişkisini açıklayabilmiştir. Bundan dolayı K6, ölçüt 3 seviyesinde durumu etkileyen değişkenleri belirleme ve isimlendirme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, NE etkinliği üzerinde çalışan K10'un etkinlikte verilen açıklamaları dikkate alarak yapmaya çalıştığı tahminlere yönelik açıklamalarda bulunduğu görülmektedir. K10'un açıklamaları aşağıda verilmiştir:

Mesela burada demiş ya üretimi 2000 yılında 400 bine kadar ulaşmış.

....

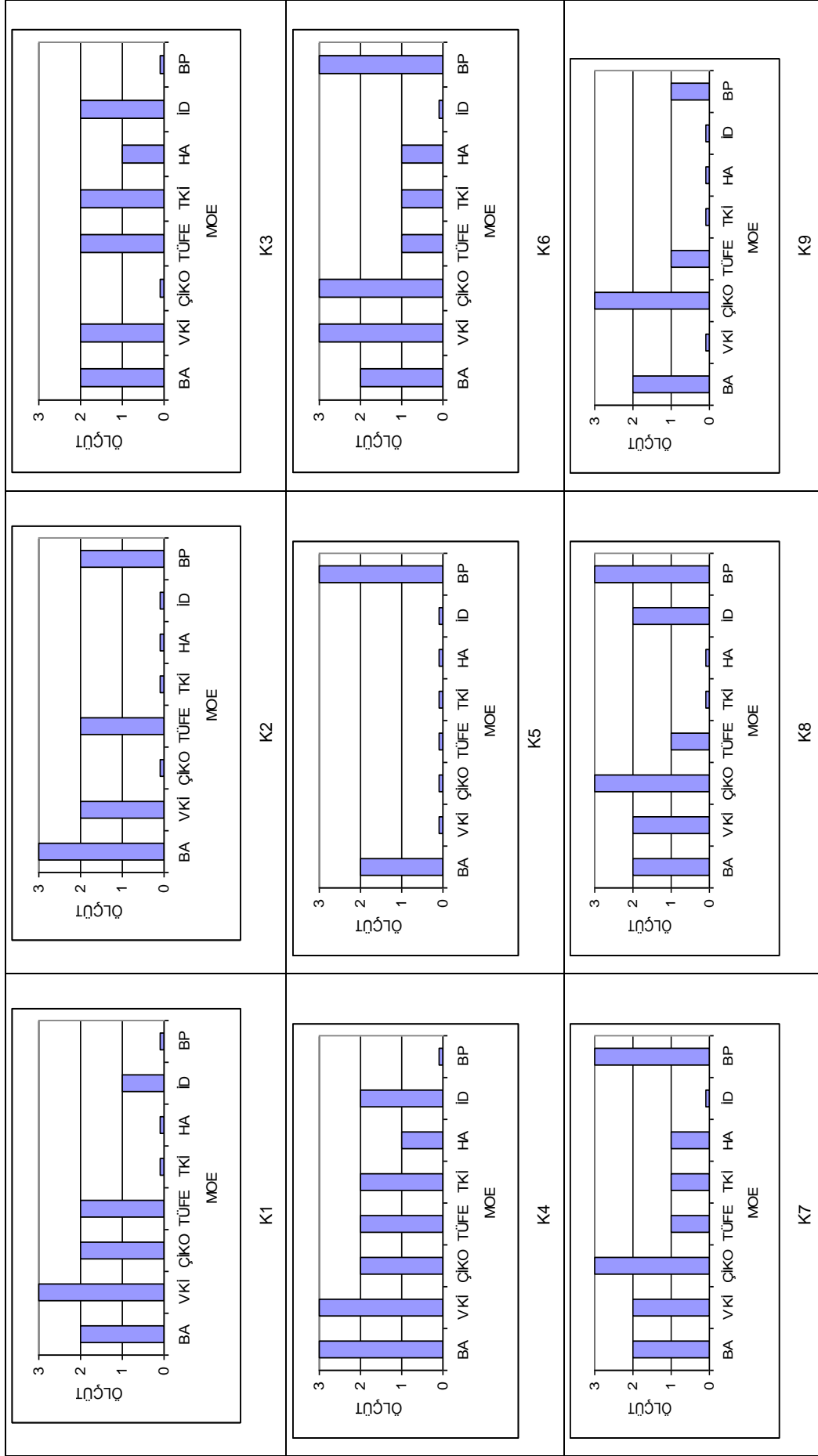
Burada olaylara göre mesela nükleer kazaların olduğu söylenmiş. Ona göre bazen azalmış falan. Ona göre azaldıysa en azından 2000 yılından sonra 400 bin olmayacağını bilirim.

Görüldüğü gibi K10 durumu etkileyen nükleer kazalar değişkeninin farkındadır. Ancak diğer değişkenlerle ilgili bir fikir beyan etmemektedir. Dolayısıyla K10 düzey 2 seviyesinde A3 yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOE'ler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, A3 yeterliğine yönelik çalışma seviyelerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Ölçüt 0, ölçüt 2 ve ölçüt 3 düzeyinde A3 alt-yeterliği bağlamında çalışan birer öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Burada dikkat çeken üç öğretmen adayından ikisinin ölçüt 2 ve ölçüt 3 seviyelerinde çalışmalar yürütmüş olmasıdır. Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A3 yeterliğindeki gelişimini gösteren Grafik 3 genel olarak incelendiğinde ise süreç içinde, başlangıçta bu yeterliğin iyi ölçütte olduğu, ileriki etkinliklerde ölçüt 0'da olan öğretmen adayı sayısının arttığı, bunun yanında ölçüt 3'de olan öğretmen sayısının da arttığı ancak TÜFE ve TKİ etkinliklerinde ölçüt 3, HA etkinliğinde ise hem ölçüt 2 hem ölçüt 3 seviyesinde bulunan öğretmen adayının kalmadığı görülmektedir. Ayrıca HA etkinliğinde ölçüt 0 seviyesindeki öğretmen adayı sabit kalırken, ölçüt 2 seviyesindeki öğretmen adayı sayısı artış göstermektedir. Bireysel projelerde ise hala ölçüt 0 ve ölçüt 1 seviyelerinde sırasıyla üç ve bir öğretmen adayının olduğu, bununla birlikte diğer öğretmen adaylarının bu yeterliğe sahip olma ölçütlerinin 3 olduğu görülmektedir. Bu ise öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine bağlı olarak durumu etkileyen tüm değişkenler yerine model oluşturabilecekleri anahtar değişkenlere odaklanmalarından kaynaklanmaktadır.

Öğretmen adaylarının bu alt-yeterlikle ilgili bu durumunu ortama dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanlara göre değişkenleri belirleme çalışmalarında daha yeterli oldukları gözlenmektedir. Bu da A3 yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden olumsuz yönde etkilediğinin göstergesidir.

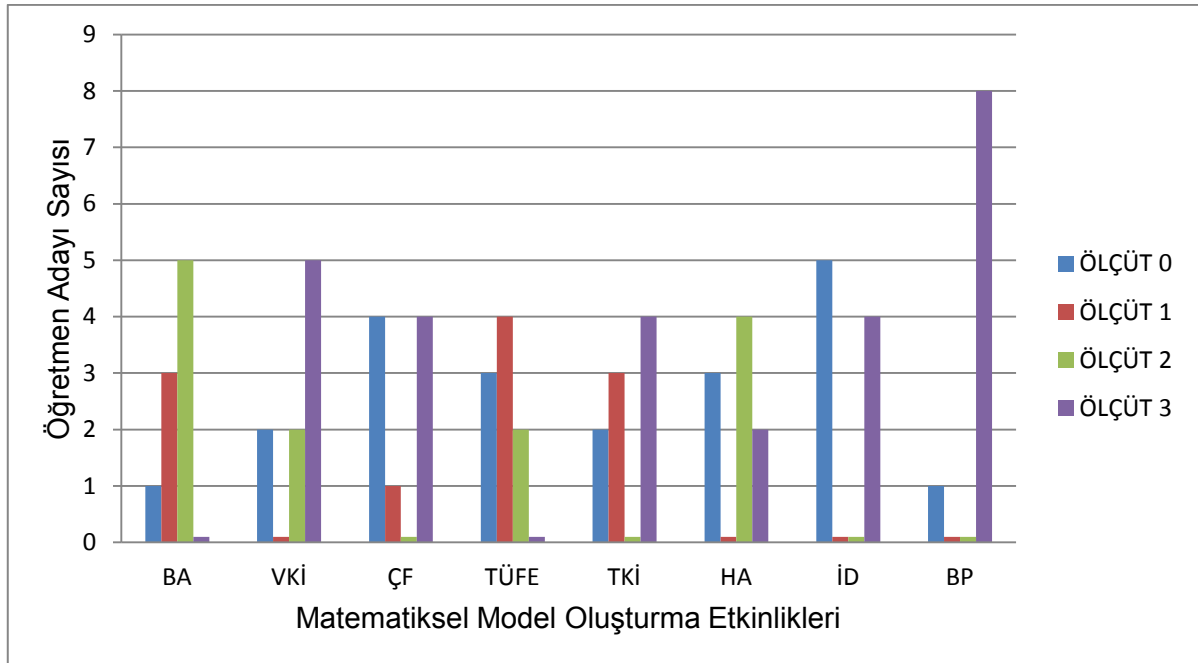
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki A3 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 19'da verilmiştir:



Şekil 19. Öğretmen adaylarının A3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 19 incelendiğinde de neredeyse bütün öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmamalarına rağmen ilk olarak karşılaştıkları BA etkinliğinde A3 alt-yeterliklerinin ölçüt 2 ve 3 olduğu görülmektedir. Süreç içerisinde yürütülen grup ve sınıf tartışmalarında matematiksel model oluşturmak için anahtar değişkenlerin belirlenmesinin önemine yönelik ortaya çıkan vurguya bağlı olarak, başlangıçta ölçüt 2 ve 3 seviyesinde A3 alt-yeterliğine sahip olan öğretmen adaylarının bu yeterliklerinin ilerleyen süreçte ölçüt 1 ve 0'a doğru azaldığı görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının A3 alt-yeterliğinin gelişiminde olumsuz yönde etki ettiğini göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 4’de verilmiştir.



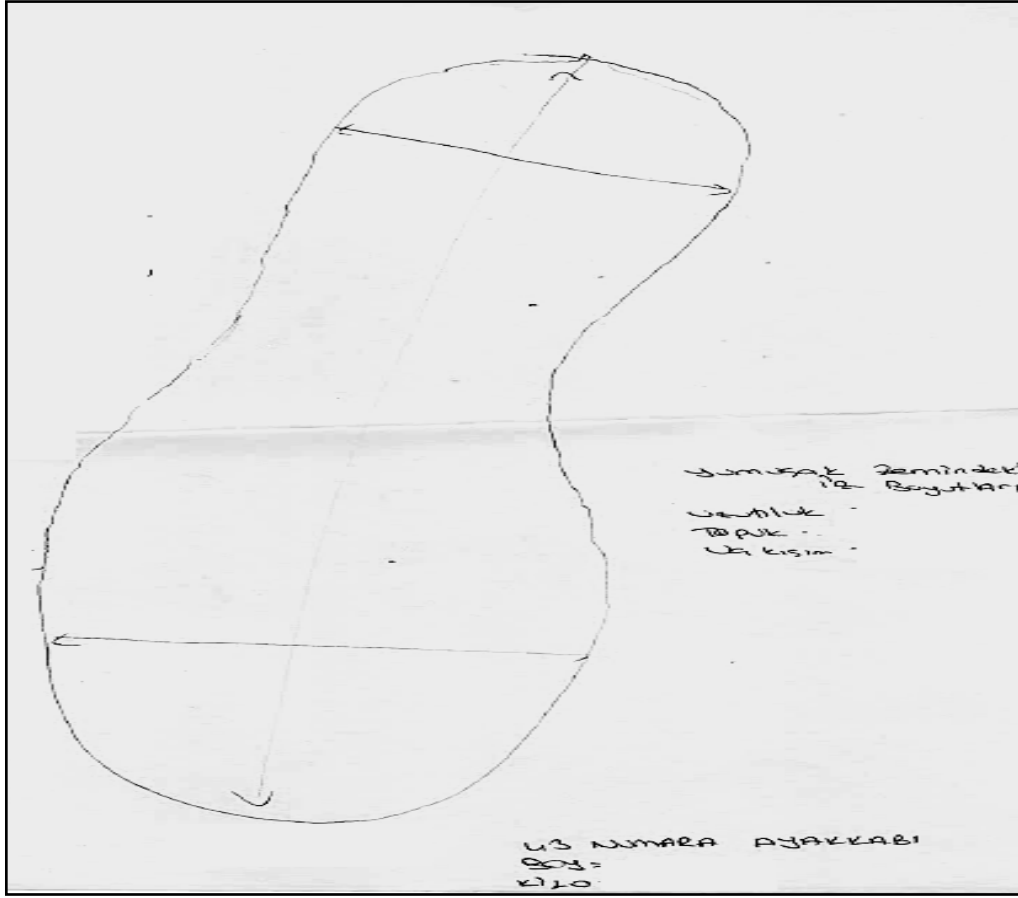
Grafik 4. Öğretmen adaylarının A4 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 4’de görüldüğü gibi durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe etkinliklerin çoğunda değişmekte ve ölçütler 0’dan 3’e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olmasına rağmen ölçüt 1 ve 2 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı dikkat çekmektedir. Bu etkinlikte sadece bir öğretmen adayı ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Bu durum ise öğretmen adayların matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir deneyime sahip olmasalar dahi A4 alt-yeterliklerine arzulanan seviyede olmasa da sahip oldukları anlamına gelmektedir. Diğer

etkinliklere doğru ilerledikçe etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 2 ve 3'e doğru artmaktadır. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliklerinin süreç içindeki gelişimini gösteren Grafik 4 incelendiğinde, süreç başlangıcında karşılaştıkları BA etkinliğinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği ölçüt 0 seviyesinde bir, ölçüt 1 seviyesinde üç ve ölçüt 2 seviyesinde beş öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi öğretmen adayları matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim almadan, kendilerine yönlendirilen ve hiçbir yönerge içermeyen BA etkinliğindeki durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirlemeye yönelik davranışlar sergilemektedirler. Öğretmen adayları BA etkinliğinde verilen durum ile ilgili gözlemler yapmak için toprak bir alana ulaşmıştır. Toprakta ayak izi çıkmaması sebebiyle su ile toprak ıslatılarak çamur haline getirilerek ayak izinin çıkması sağlanmıştır. Farklı kişilerin ayak izleri incelenmiş, toprakta çıkan iz kişinin özelliklerine göre yorumlanarak tartışılmış ve her grup üyesinin çamurdaki ayak izinin boyutlarını ölçmüştür. Ardından sınıfa gelerek aynı kişilerin ayaklarını bir karton üzerine koyarak şeklini çizmiş ve yine boyutlarını ölçmüştür. Bunun ardından K7 toprağa bastığındaki ayak şeklinin kartondakinden daha küçük olduğunu fark etmiş ve bu fikrini grup arkadaşları ile paylaşmıştır. Tüm bunlar dikkate alınarak grup tartışması yapılarak durumu etkileyen anahtar değişkenler belirlenmiştir. Anahtar değişkenleri belirledikleri çalışma kağıdı görüntüsü aşağıda verilmiştir:





Şekil 20. BA etkinliğinde A4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları durumu etkileyen anahtar değişkenler olarak zemin türü, ayak izinin ön ve arka kısımlarının genişliği, ayak izinin uzunluğu, boy, ayakkabı numarası ve kilo olarak belirlemiştir. Burada önemli olan bir diğer değişken de ayakkabı izinin derinliğidir. Bazı öğretmen adayları gözlemlerinde bu değişkenin farkına varmış ancak bunu önemli bir değişken olarak görmemiş ve izlerin derinliklerini ölçme girişiminde bulunmamıştır. Bu yüzden bu çalışmaları yürüten K6, K7 ve K8 ölçüt 2 seviyesinde A4 yeterliği sergilemektedirler.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ise iki öğretmen adayının ölçüt 0, iki öğretmen adayının ölçüt 2 ve beş öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliklerine sahip olduğu görülmektedir. Bu etkinlikte ölçüt 3 seviyesinde yeterliğe sahip öğretmen adaylarının varlığı ve sayısı dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının çalışmaları sırasında verilen durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme üzerine gerçekleştirdikleri konuşmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K4 : Hangi değişkenler en önemlidir? Yani burada hani kilolu olup olmadığı mı? Kilolar önemli mi?*

...

*K4 : Daha doğrusu boy ve kilo önemli diğer etkenler bunun dışında kalıyor modele geçildiği zaman.*

...

*K4 : Mesela ben modele şeyi yazamam ki, mesela ekonomi. Bunlar değişkenler anladın mı?*

Görüldüğü gibi K4 durumu etkileyen değişkenlerin farkında olduğu, bu değişkenler arasından hangilerinin anahtar değişkenler olduğunu belirleyebildiği ve nedeni ile açıklayabildiği için ölçüt 3 seviyesine durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği sergilemektedir.

Üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde ortaya çıkan durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterlikleri incelendiğinde, ölçüt 0'da olan öğretmen adayı sayısının artarak dörde yükseldiği, ölçüt 1'de bir öğretmen adayının bulunduğu ve ölçüt 3'de dört öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adayların ÇF etkinliği için sürdürdükleri çalışmalar incelendiğinde sadece K4'ün anahtar değişkenleri belirlemeye yönelik çalışmalar sürdürdüğü görülmektedir. K4 durumu etkileyen anahtar değişkenler ile ilgili fikirlerini grup arkadaşlarına şu şekilde ifade etmektedir:

*K4 : Bizim bir gider. Şimdi bize bir kutunun 8 TL ye satıldığını ve yılda 200 bin tane üretildiğini ve bize x bin kutudan 320 miydi 325 miydi, [Matematik cümlesini yazıyor]. Bu kadar çikolata masraflarının toplam yani net bir geliri ne? Yani buradan elektrik, işçi, su gibisinden giderlerin de bize 215 bin olduğunu söylüyor. Şimdi giderler elimizde, biz dedik ki x bin kutuyu bulalım hani x bin kutu bizim 200 bin tamam mı? Dedik ki 200 bin kutunun 8 senede satışı ne kadar? 1milyon 600 bin. Biz 1milyon 600 binden çikolata giderlerini ve net giderini ve yıllık net gideri çıkardığımızda bize...*

Görüldüğü gibi K4 anahtar değişkenleri önemli değişkenler olarak dile getirmese de anahtar değişken olduğunu düşündüğü değişkenlerle problem durumuna cevap verecek ilişkiler kurmaktadır. Ancak problemde verilen duruma etki etmeyen hatta problem durumu ile ilgisi olmayan fabrikanın maksimum üretim miktarını anahtar değişken olarak değerlendirmektedir. En önemli değişkenlerden biri olan istenen üretim miktarını ise anahtar değişken olarak değerlendirmemektedir. Bu yüzden K4 ölçüt 1 seviyesinde A4 yeterliği sergilemektedirler.

Şekil 23 incelendiğinde TÜFE etkinliğinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği ölçüt 0 olan öğretmen adayı sayısı bir azalırken, ölçüt 1 seviyesindeki öğretmen adayı sayısının artarak dörde yükseldiği, ölçüt 2 seviyesindeki öğretmen adayı sayısının iki olduğu bunun yanında ölçüt 3’de hiçbir öğretmen adayının bulunmadığı görülmektedir. K9, TÜFE etkinliği üzerine çalışan arkadaşlarına model oluşturma sürecinde dahil olamamış ancak grup arkadaşlarının oluşturmuş oldukları modele bakarak fikir beyan etmiştir. K9’un model ile ilgili düşüncelerini yansıtan fikri aşağıda verilmiştir:

*K9 : Yani bunlar sadece elimizdekilerle yaparak doğru da, bir de şöyle bir şey var hani sonuçta fiyat, sel falan oldu hani o zaman ürünlerin fiyatı artıyor ama burada öyle bir şey yok [modeli gösteriyor].*

Buradan anlaşılacağı gibi K9 durumu etkileyen değişkenlerin ve bazı değişkenlerin anahtar değişkenler olarak ele alındığının veya alınması gerektiğinin farkındadır. Ancak K9 durumu etkileyen anahtar değişkenlerin neler olabileceği ya da model oluşturulurken dikkate alınan değişkenlerin niçin anahtar değişkenler olduğu konusunda fikir beyan etmemektedir. Bu yüzden K9 ölçüt 1 seviyesinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği sergilemektedirler.

TKİ etkinliğinde ortaya çıkan durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterlikleri incelendiğinde ölçüt 0’da iki, ölçüt 1’de üç öğretmen adayının bulunduğu ve önceki etkinliğe göre bu ölçütlerdeki öğretmen adayı sayısının çok da değişmediği ancak ölçüt 3’de bulunan öğretmen adayı sayısının artarak dörde yükseldiği görülmektedir. K4’ün durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirlemeye çalıştığı süreç aşağıda açıklanmıştır:

[Öğretmen adayları A durumu etkileyen değişkenleri tartıştıktan sonra varsayımların belirlenmesi istenen yönergeye geçiyor ve tartışma başlıyor.]

*K1 : Varsayımlar nelerdir demiş bunlar varsayım mı oluyor?*

*K2 : Toplam kaza.*

*K1 : Bunlar kullandığımız veriler oluyor.*

*K2 : Veriler.*

*K4 : Hani..*

*K1 : Varsayım.*

*K4 : Matematiksel model oluşturduğumuzdaki şey. Varsayım.. Tamam da varsayım şudur dedik ki şey artıyorsa dedik sürücü belgesi artıyorsa kazalarda artıyor dedik bu varsayım değil mi? Ben mi yanlış biliyorum?*

....

*K4 : Ne diyelim? Bunu aldık bunu aldık. 2011 yılında yaklaşık olarak % 22 si. 22 de 1 %5. %5 oranında kaza oluyormuş sürücü belgesinden yaklaşık olarak. Yani 22 milyon belge var ve 1 milyon fazla var.%5 oranında.*

Görüldüğü gibi K4, sürücü belgesi sayısı ve kaza sayısını anahtar değişkenler olarak belirlemiştir. Ancak grup arkadaşları buradan ölü sayısına nasıl geçileceği üzerine tartışmaya başlamıştır. Bunun üzerine K1 ve K3'ün beyan ettiği fikirler aşağıda verilmiştir:

*K3 : Yani buradan sonra nüfus artıyor ya isteyen aslında işte mesela her 5 kişiden 3 ü mesela sürücü belgesi alıyor ya bilinçsizce alınıyor o yüzden kaza oranı artıyor.*

*K1 : Hayır kaza oranı artıyor ama bence tedbirlerde bir o kadar iyi ki ölü sayısı azalıyor.*

Görüldüğü gibi K1 ve K3, K4'ün belirlediği anahtar değişkenlerle kendi belirledikleri tedbirlerin yeterli olup olmadığı anahtar değişkenini ilişkilendirmeye çalışmaktadırlar. Bunun üzerine K4 grup arkadaşlarının fikirlerinden etkilenerek tartışmaya katılıyor ve tekrar düşünmeye başlıyor. Kendi belirlediği anahtar değişkenler ile arkadaşlarının belirlediği anahtar değişkenler arası ilişki kurarak geliştirdiği fikrini aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

*K4 : Dedim ki nüfus artmışken bundan dolayı sürücü belgesinin artmış olması görülmüştür. Sürücü belgesinin artmış olması dolayısıyla toplam kaza sayısını artmıştır. Ancak ölümlü yaralanmalı kaza toplamlarından ölüm sayısının azalmış ve yaralı sayısının artmış olması yıllar geçtikçe alınan önlemlerin çoğaldığını gösteriyor.*

Bu fikri beyan eden K4 yine sürücü belgesi sayısı ve kaza sayısını anahtar değişkenler olarak ele alarak değişkenler arası ilişki kurmaya çalışmıştır. Kurmuş olduğu ilişkiyi araştırmacıya göstermek istediğinde ise geçen konuşmalar aşağıdaki gibidir:

*Araş. : Şimdi önce neye göre neyi bulmaya çalışıyoruz. Bize sorulan şey ne?*

*K4 : Ölü sayısı.*

*K2 : Hocam ölü sayısını soruyor.*

*Araş. : Peki bunu neye göre değişimini soruyor size?*

*K1 : Kazalara göre mi?*

*K4 : Kazalara göre mi? Trafik kazaları ölü sayısı.*

*K1 : Kazalara göre.*

*Araş. : Trafik kazası sayısına göre mi ölü sayısı değişimini soruyor, sürücü belgesine göre mi ölü değişimini soruyor, nüfusa göre mi ölü değişimini soruyor, yıla göre mi ölü değişimini soruyor.*

*K4 : Trafik kazalarına.*

*K5 : Trafik kazalarına göre.*

*Araş. : Yani trafik kazası sayısına göre mi ölü değişimini soruyor? Ne demiş?*

*K4 : Trafik kazası.*

*Araş. : Peki o cümleyi öğelerine ayır bir bakalım.*

*K4 : Ölü sayısını tahmin etmek için .... Oluşturunuz. Oluşturunuz yüklem.*

*K2 : Hocam ilk önce..*

*Araş. : Yani trafik kazaları kaynaklı ayrı, ölü sayısı ayrı birer öge mi yoksa trafik kazalarından kaynaklı trafik kazası bütün bir öge mi?*

*K4 : Hmmm. Trafik kazalarından kaynaklı ölü sayısı..*

...

*Araş. : Tamam ölü sayısını tahmin etmeye çalışıyorum.*

*K4 : Ölüm yada yaralanma kazalarında ölü sayısının yüzdeliğini bulmaya çalışın.*

*Araş. : Neye göre peki?*

*K2 : Hocam.*

*Araş. : Şu değişkenin ne? Ne olurken ölü sayısına bakıyorum ben?*

*K1 : Kazaya baktık ama biz.*

*K2 : Yani sürücüden mi, kaza mı, nüfus mu hangisi?*

*Araş. : Ya da yıl mı mesela? Ya da yaralı sayısı mı?*

*K4 : Yıla göre hani azaldıkça azalıyor.*

Görüldüğü gibi K4'ün ölçüt 1 seviyesinde olan durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği grup tartışması sonucu ölçüt 2 ve araştırmacı ile yapılan tartışma sonucu ise ölçüt 3 seviyesine yükselmiştir.

Öğretmen adaylarının sınıf ortamında gerçekleştirdikleri son etkinlik olan HA etkinliğinde de ölçüt 0'da bulunan öğretmen adayı sayısının üç, ölçüt 1'de bulunan sıfır ve ölçüt 2'de bulunan öğretmen adayı sayısının ise dört olduğu görülmektedir. Ayrıca bu etkinlikte ölçüt 3'de durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliğinde iki

öğretmen adayının davranış sergilediği görülmektedir. HA etkinliğinde verilen durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme üzerine yapılan konuşmalardan bir kesit aşağıdaki gibidir:

*K4 : 2013 olarak belirlenen diyor. 2013'ü yok etmişler artık. 2013 yılında halka açılmıyorlar. Koşul şu; 15 milyon TL'ye ulaştığı zaman halka açılacağız diyorlar ilk başta. 2013 yılından sonra 15 milyon TL'ye ulaştığında diyorlar.*

*K2 : Peki 15 milyona ulaşabildiler mi?*

*K4 : Efendim?*

*K2 : 15 milyona ulaşabildiler mi?*

*K4 : Ulaştıkları yılı hesaplayacağız biz işte.*

*K5 : 2013'te 15'e ulaşmayı amaçlamıyor mu bunlar?*

*K4 : İlk başta 15 milyona ulaşmayı amaçlıyorlar 2013'e kadar. Ama sonra 2 yıl sonra bakıyorlar ki kazançları 4 milyon, olmayacak 2013'e yetişmeyecek bu. Kazanç 20 milyon. Diyorlar ki biz olmayacak bu iş 15 milyon TL'ye ulaştığında halka arz edebiliriz kendimizi diyorlar.*

*K2 : Çok mantıklı.*

*K4 : Ve bizden de zaten bunun yılını istiyorlar. 15 milyon TL'ye ne zaman ulaşır?*

...

*K2 : Oluşturmuş olduğunuz matematiksel modele göre firmaya yatırım yapmak isteyen bir kişi kaç yıl beklemelidir?*

*K4 : Tamam.*

*K2 : Sadece bunu istiyor bizden.*

*K1 : Yani 15'e ulaştığı yılı soruyor.*

*K2 : Aynen 15'e ulaştığı yıl.*

Görüldüğü gibi K4 problem durumunu arkadaşlarına kendi cümleleri ile ifade etmekte ve bu doğrultuda K2'nin sormuş olduğu soru karşısında durumu etkileyen anahtar değişkenlerin neler olduğunu nedenleri ile açıklamaktadır. Bu yüzden K4 ölçüt 3 seviyesinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği sergilemektedirler. Bu konuşmaların devamında ise K2 problem durumunu tekrar okumakta ve bunun üzerine K1 ve K2 problem durumunda istenenlere dair fikirlerini beyan etmektedirler. Görüldüğü gibi K1 ve K2 durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirlemekte ancak sebeplerini

açıklanamamaktadır. Bu yüzden K1 ve K2 ölçüt 2 seviyesinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği sergilemektedirler.

Öğretmen adaylarının sınıf dışı etkinlik olarak yürüttüğü İD etkinliğinde ise durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliklerinin ya ölçüt 0 ya da ölçüt 3 seviyesinde olduğu dikkat çekmektedir. İD etkinliğinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği ölçüt 0 seviyesinde olan beş öğretmen adayının olduğu görülürken, ölçüt 3 seviyesinde yeterliğe sahip ise dört öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Grubu adına sunum yapan K7, durumu etkileyen anahtar değişkenleri ay ve ilaç dozu olarak belirlediklerini dile getirmektedir. Bunun üzerine geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*Araš. : Evet arkadaşlarınız aya göre baktılar. Neden güne göre bakmadılar?*

*K6 : Çünkü hocam bu aylık kullanılan bir ilaç fayda için.*

...

*K6 : 10-20-30-40 olmayacak o 7200 ile 9000 arası yap K7.*

*Araš. : İlk başta böyle yaptınız, günlük doza göre.*

*K8 : Böyle yapmıştık. Çünkü hocam 40 doz var zaten 40 dozdan daha fazla kullanılamıyor. Yani ya 20mg veriliyor ya 40mg.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları durumu etkileyen anahtar değişkenleri oldukça iyi belirleyebilmiştir. Ancak araştırmacının neden bu değişkenlerin önemli olduğuna dair sorusuna sunum yapan K7 veya diğer grup üyeleri cevap vermemiş, K6 cevap vererek anahtar değişkenlerin bağlam ile ilişkisini açıklamaktadır. Bu yüzden K6 ölçüt 3 seviyesinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği sergilemektedirler. Sunumun devamında ise belirlenen anahtar değişkeni aylık doz yerine günlük doz miktarlarını yazan K7'ye K6 müdahale etmiş, doğru anahtar değişkenlerin değerlerini hatırlatmıştır. Bunun üzerine K8 araştırmacıya neden anahtar değişken olarak ayları seçtiğini açıklamıştır. Bu yüzden K8 ölçüt 3 seviyesinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği sergilemektedirler. K7 ve K9 ise durumu etkileyen anahtar değişkenler hakkında fikir beyan etmemiştir. Bu yüzden K7 ve K9, durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği sergilememektedir. Dolayısıyla yeterlik seviyesi ölçüt 0'dır.

Bireysel projelerde ise durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliklerinin oldukça iyi seviyede olduğu dikkat çekmektedir. Bir öğretmen adayı ölçüt 0 seviyesinde iken, geriye kalan sekiz öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. K5 ve K9 olarak kodlanan öğretmen adaylarının ikisi de hava kirliliğinin gelecekteki durumunu tahmin etmeye yönelik birer model oluşturmuşlardır. Ancak K5

hava kirliliğine etki eden anahtar değişken olarak kükürt dioksit gazını belirlerken, K9 ise karbon monoksit gazını belirlemiştir. Belirlenen her iki anahtar değişkenin de günlük hayatta sıkça karşılaştığımız durumlarda ortaya çıkan ve hava kirliliğine sebep olan en önemli iki gaz olduğu görülmektedir. K5'in neden kükürt dioksit gazını seçtiğine dair açıklamaları aşağıda verilmiştir:

*K5 : Hava kirliliğinin nedenleri arasında kömür gibi kükürt içeren yakıtların yanması sırasında açığa çıkan kötü gazlardır. Kükürt dioksit hava kirliliğine sebep olan, kötü kokulu bir gazdır. Çocuklarda atıma neden olabilir.*

Ayrıca her iki öğretmen adayı da sunumlarında hava kirliliğinde başka etkenlerinde olduğunu ancak neredeyse tamamı sanayi kaynaklı açığa çıkan bu gazların, hava kirliliğinde diğer etkenlere göre daha etkili olduğunu dile getirmişler. Dolayısıyla K5 ve K9 ölçüt 3 seviyesinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliği sergilemektedirler.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, NE etkinliği üzerinde çalışan K10'un anahtar değişkenleri belirlemeye yönelik fikirler beyan ettiği görülmektedir. K10'un anahtar değişkenlerle ilgili dile getirdiği fikirleri aşağıda verilmiştir:

*K10 : Önce bir araştırma yapmam gerek. Çok da aslında bildiğim bir konu değil.*

*Araş. : Neyi araştırırsın mesela?*

*K10 : Nükleer enerjinin yıllara göre bir çizelgesi vardır herhalde. İnternette bulabilirsem. Mesela burada demiş ya üretimi 2000 yılında 400 bine kadar ulaşmış. Bu bir sayısal veri. Demek ki buna bir yerden ulaşılmış. Bunun gibi bende herhangi bir yılı bulabilirim diye düşünüyorum.*

Görüldüğü gibi K10 kısmen de olsa anahtar değişkenlerin yıl ve nükleer enerji üretim miktarı olduğunu hissetmektedir. K10'a etkinlikle ilgili gerekli araştırmaları yapması için bir hafta süre verilmiş ve bir hafta sonra yaptığı çalışmalar üzerine görüşülmüştür. Bir haftalık zaman zarfında K10'un anahtar değişkenleri belirlemeye yönelik yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:



Dünya elektrik ihtiyacının 2007 ile 2035 yılları arasında yıllık ortalama %1,4 toplamda %49 artacağı öngörülmektedir. Ülkemizde ise 2009 - 2018 yılları arasında yüksek talep olduğunda %4,5 - 7,5 düşük talep olduğunda ise %4,5 - 6,7 oranında yıllık elektrik talep artışı olacaktır tahmin edilmektedir. Bu artışa karşın, petrol rezervleri 2050 yılında tükenmektedir. Doğalgaz rezervleri ise 2070 yılında tükeneceği tahmin edilmektedir. Bu durumda her an kullanıma hazır, ucuz, çevre dostu, güvenilir yenilenebilir enerji kaynaklarına sürekli yeni kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da nükleer enerji kullanımını gerektirmektedir.

Türkiye Tahmini Puant Güç ve Enerji Talebi

	Puant güç talebi	Artış %	Enerji talebi (Gws)	Artış %
2014	51.692	7,9	326.388	7,9
2015	55.724	7,8	351.846	7,8

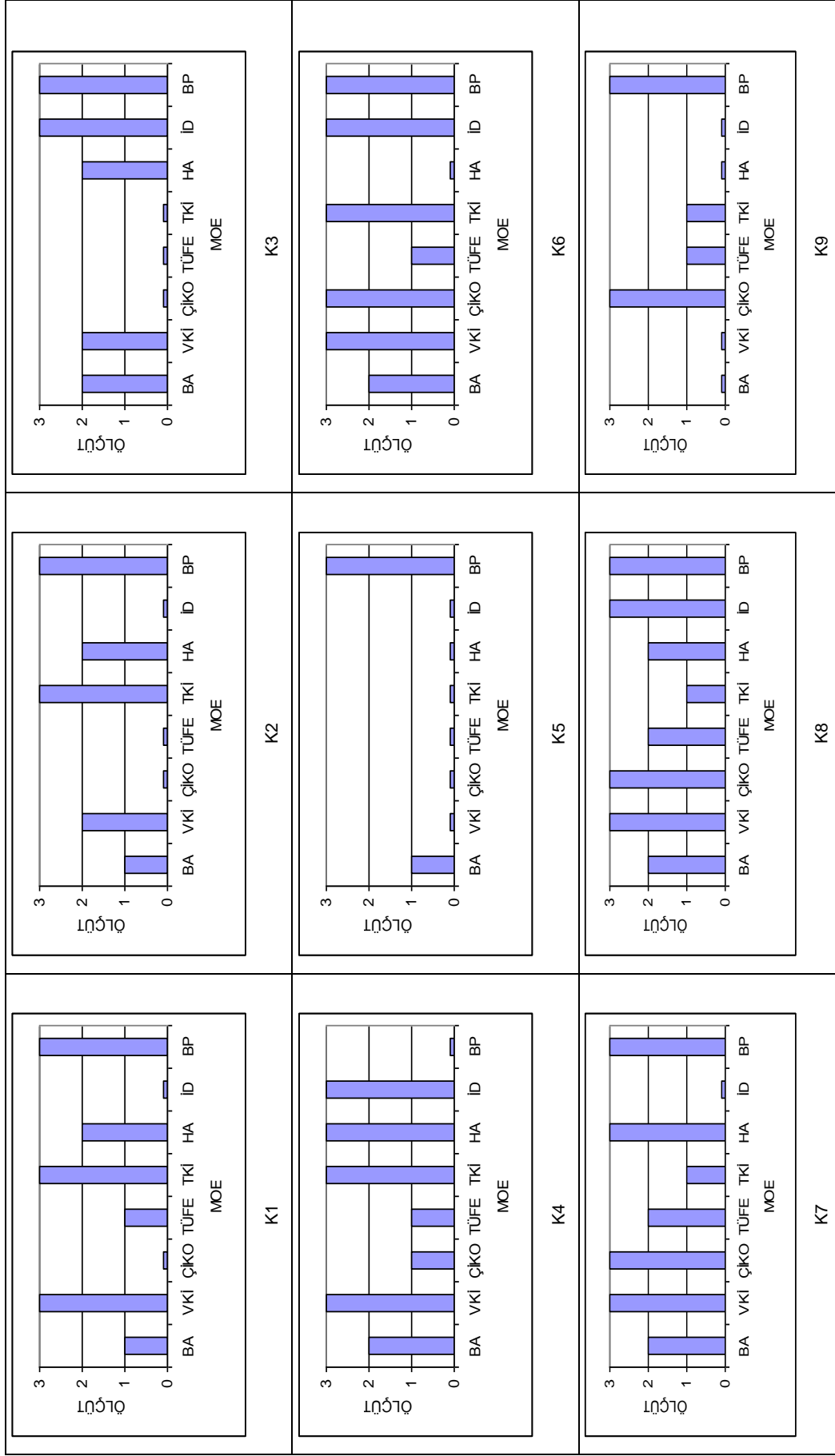
Şekil 21. K10'un A4 alt-yeterliği kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar

Görüldüğü gibi K10 ilk başta kapalı bir şekilde dile getirdiği nükleer enerji üretim miktarı anahtar değişkeni yerine enerji talebine odaklanmaktadır. Enerji talebi bu etkinlik bağlamını etkileyen bir değişken olsa da doğrudan anahtar bir değişken değildir. Dolayısıyla K10 düzey 1 seviyesinde A4 yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, iki öğretmen adayının ölçüt 1, bir öğretmen adayının ise ölçüt 2 seviyesinde çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. Bu durum orta seviyede sayılabilecek bir durumdur. Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A4 yeterliklerinin değişimini gösteren Grafik 4 genel olarak incelendiğinde, bu öğretmen adaylarının da süreç başında matematiksel modelleme yeterlikleri ile ilgili eğitim almadan belirli bir seviyede bu yeterliğe sahip olduğu dikkat çekmektedir. Süreç devam ederken bu yeterliklerin bazen gelişim bazense gerileme gösterdiği, her etkinlikte ölçüt 0 seviyesinde bulunan öğretmen adayının hep var olduğu ve tüm etkinliklerde neredeyse her ölçütte öğretmen adayının var olduğu görülmektedir. Ancak süreç sonunda ise durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliğinin başlangıca göre oldukça iyi ölçüte ulaştığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının A4 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi

seviyede oldukları gözlenmektedir. Bu da A4 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden arzulanan seviyede olmasa da etkilediğinin göstergesidir.

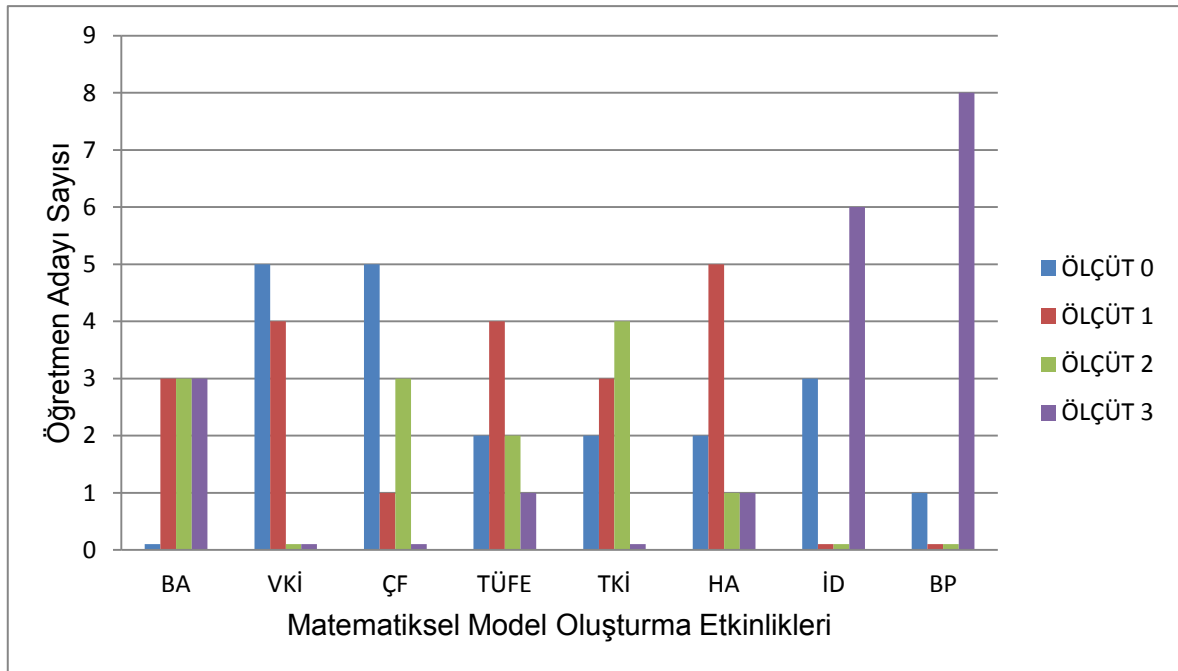
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki A4 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 22'de verilmiştir:



Şekil 22. Öğretmen adaylarının A4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 22 incelendiğinde de K9 hariç tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde A4 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak A4 alt-yeterlik ölçütlerinin 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise bir öğretmen adayının herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde A4 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki A3 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise tüm öğretmen adaylarının ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının A4 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunun göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının *“değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma”* alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 5'de verilmiştir.

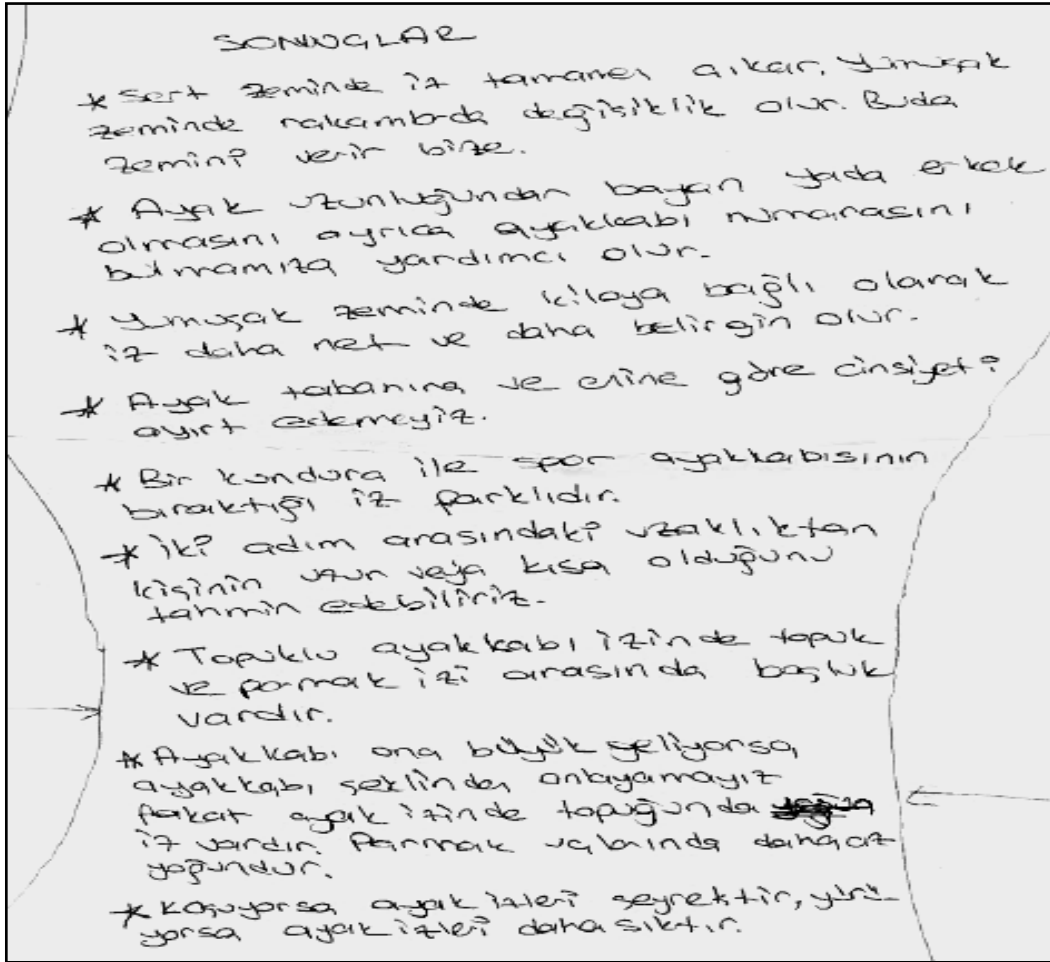


Grafik 5. Öğretmen adaylarının A5 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 5'de görüldüğü gibi değişkenler arası ilişkileri oluşturma alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olmasına rağmen ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının olmaması dikkat çekmektedir. Bu etkinlikte tüm öğretmen

adaylarının çalışmaları ölçüt 1, 2 ve 3 olarak değerlendirilmiştir. Bu durum ise öğretmen adayların matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir deneyime sahip olmasalar dahi A5 alt-yeterliklerine arzulan seviyede olmasa da sahip oldukları anlamına gelmektedir. Diğer etkinliklere doğru ilerledikçe etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin bazı etkinliklerin doğasına bağlı olarak 0 olarak değerlendirildiği görülmektedir. Genel olarak incelendiğinde ise A5 alt-yeterliğinin gelişim göstererek süreç sonuna doğru ölçüt 3'e yükseldiği görülmektedir. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliklerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 5 incelendiğinde, süreç başında karşılaştıkları BA etkinliğinde bu yeterliğe yönelik ölçüt 0 seviyesinde yeterlik sergileyen öğretmen adayının olmadığı görülürken, ölçüt 1, ölçüt 2 ve ölçüt 3 seviyelerinde ise üçer öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Bu etkinlik kapsamında öğretmen adayları sınıf dışına çıkarak bağlam ile ilgili deneyim elde etme fırsatı bulmuşlardır. Dolayısıyla bağlam ile ilgili birinci elden anlık gözlemlere dayanarak değişkenler arası ilişkiler belirlenmiştir. BA etkinliğinde verilen durumu gözlemek için sınıf dışına çıkan öğretmen adayları ve çamur bir bölge oluşturarak her grup üyesinin ayak izini çıkararak gözlemlerde bulunmuştur. Gözlemler sonucu durumu etkileyen değişkenler belirlendikten sonra sınıfa gelinerek değişkenler arası ilişkiler tartışmalarla belirlenmiştir. Gözlemler ve tartışmalar sonucu öğretmen adaylarının durumu etkileyen değişkenler arasındaki oluşturdukları ilişkilere ait çalışma kağıdının bir bölümü Şekil 23'de verilmiştir.



Şekil 23. BA etkinliğinde A5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları gerçek durumu etkileyen değişkenler arası ilişkileri oldukça iyi şekilde belirlemiştir. Ayrıca tüm grup üyelerinin katıldığı ve uzun süren tartışmalarda bu ilişkilerin neden doğru olduğuna dair gözlemlerden çıkan sonuçlarla açıklamalarda bulunulmuştur. K9 gözlemlerden yola çıkarak bazı ilişkiler dile getirmiş ancak bu ilişkilerdeki bazı önemsiz hatalar grup arkadaşları tarafından düzeltilmiştir. Dolayısıyla K9 ölçüt 2 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilerken, gruptaki diğer öğretmen adayları bu yeterliği ölçüt 3 seviyesinde sergilemektedirler.

VKİ etkinliğindeki değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, yeterlik ölçütlerinin ilk etkinliğe oranla oldukça düşük ölçütte görüldüğü dikkat çekmektedir. VKİ etkinliğinde beş öğretmen adayının değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği ölçüt 0 iken dört öğretmen adayının değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği ölçüt 1 seviyesindedir. Her ne kadar VKİ etkinliğinde öğretmen adaylarına durumu etkileyen anahtar değişkenler arasındaki ilişki verilmiş olsa da

öğretmen adayları durumu etkileyen diğer değişkenleri belirlerken değişkenler arası ilişkilere yönelik fikirlerini de belirttiği görülmektedir. Bu duruma ait konuşmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

- K1 : Ya insanın rahat olması bile önemli ya hani.*
- K4 : Psikoloji diyebiliriz.*
- K3 : Evet.*
- K2 : Psikolojik durum.*
- K1 : Ya onu yaşıyorum da hocam [Kameraya dönerek].*
- K4 : Çünkü benim canım sıkıldığında hani.*
- K5 : Yiyorum.*
- K4 : Hayır canım sıkıldığında midem ağrıyor mesela ve bu kilodayım şuan [Bu yüzden zayıf olduğunu ima ediyor].*
- K1 : Kesinlikle.*
- K5 : Ben sürekli yiyorum.*
- K1 : Evet gastrit olduğundan yemek yiyince kusuyorum artık.*
- K2 : Hocam bende canım sıkıldığında daha çok yemek yemek istiyorum yani [Kameraya dönerek].*

Görüldüğü gibi durumu etkileyen değişkenler belirlenirken K1, K2, K4 ve K5 değişkenleri yaşadıkları sorunlar ile ilişkilendirerek, değişkenler arası ilişkilerden bahsetmektedirler. İfadelerden anlaşılacağı gibi öğretmen adayları ilişkilerin farkında ancak ilişkileri tam anlamıyla dile getirmemektedir. Bundan dolayı bu öğretmen adayları ölçüt 1 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilemektedirler.

Üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde ortaya çıkan değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, ölçüt 0'daki öğretmen adayı sayısının değişmediği ancak ölçüt 2'de bulunan öğretmen adaylarının olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının ÇF etkinliğinde belirledikleri durumu etkileyen değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliklerinin ortaya çıktığı konuşmalar aşağıda verilmiştir:

- K6 : Üretilen kutu miktarı ile kâr doğru orantılı yaz [Değişkenler arası ilişkileri soran yönergeyi göstererek]. Üretilen mi satılan mı?*
- K7 : Satılan çünkü ya elinde kaldı. Sattığında kâr doğru orantılı. Zarar da yapabilirsin.*
- K8 ve K7 : Satılan kutu ile kar doğru orantılı.*

Görüldüğü gibi K6 değişkenler arası ilişki kurmaya yönelik fikir beyan etmekte ancak değişkenin üretilen çikolata miktarı mı yoksa satılan çikolata miktarı mı olduğuna karar verememektedir. Bu yüzden K6 ölçüt 1 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilerken, K7 ve K8 ise sadece satış ile karı ilişkilendirdiği ve sabit gider gibi diğer değişkenler arası ilişkileri dile getirmedikleri için ölçüt 2 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilememektedir.

Öğretmen adaylarının süreç içinde karşılaştıkları TÜFE etkinliğinde ortaya çıkan değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, ölçüt 0 seviyesinde olan öğretmen adayı sayısının azalarak ikiye gerilediği, ölçüt 1 seviyesinde dört ve ölçüt 2 seviyesinde iki öğretmen adayının olduğu ve ölçüt 3 seviyesinde ise bir öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma üzerine yürüttüğü tartışmalardan bir kısmı aşağıda verilmiştir:

*K1 : Sen buna ne dedin, alım gücü ne olmuş dedin?*

*K4 : Artmış. 2013'ün ekonomisiyle şu anki, 2003'ün ekonomisiyle 2010'un ekonomisi bir değil. Yani ekonomimiz ya düşüyor.*

*K2 : Bu eskiden diyor bu kadar alırken diyor, şimdi diyor alım gücü bu kadar artmış diyor.*

*K4 : Ya şöyle mesela, bu mesela nasıl diyeyim? Asgari ücret 2003'te tahminen yaklaşık ben hatırlıyorum 4, 350, 400'dü. Şu an 850'ye falan çıktı.*

*K2 : Ama o zamana göre, hayır ama o zamanda o zamana göre ekmek daha iyi, 250 000'di ekmek. Şimdi 750 000 olmuş. Yani alım gücü bence çok artmadı.*

*K3 : Diyor ya burada tüfe tipik tüketicinin aldığı belirli bir ürün, ve hizmet grubu.*

*K4 : Ama o zamanki kiran senin.*

*K1 : Ama giderin kadar alırsın da artıyor.*

*K2 : Alımın da oluyor.*

*K1 : Bence buradaki fark olmamalı.*

*K5 : Bence oran değişmiyor.*

*K1 : Oran değişmiyor bence de.*

*K4 : Peki aradaki bu oran o, Toros'lar gidip neden Jeep'ler geliyor?*

*K1 : Tamam da maaşın artıyor, maaşın artıyor.*

*K4 : İşte bunu diyorum.*



- K1 : Tamam giderin de artıyor ama.*
- K4 : Maaşın artıyorsa.*
- K2 : Maaşla beraber giderin de artıyor.*
- K4 : Nasıl giderim? Benim giderim gidecek, bana para kalacak ki ben Jeep'e çevireceğim. Evimi şeyden, şey evden mesela; 2 artı 1'den 3 artı 1'e çıkartacağım, tabi ki de kârlı olur.*
- K1 : Tamam aldığın maaş artıyor diyorum, kaldırmana gerek yok ki yani, para biriktirmene gerek yok.*
- K2 : Mesela eskiden asgari ücret 300, 400'dü şimdi 900, 1 oldu yani.*
- K3 : İşte o giderin de.*
- K2 : İşte 1000 eklemek arttı, her şeye uygulanan faiz daha çok oldu.*
- K4 : Diyorum ki bak işte senin alım gücün yüksek olduğu için sana göre zam yapılıyor. Senin alım gücün yüksek, senin artık o kadar paran var, ona göre ben de zam yaparım diyor adam. Anlata bildim mi?*
- K2 : Yani K4'ün dediğine göre.*
- K4 : Sen bu parayı bana verebilirsin diyor.*
- K2 : Alım gücü 2003'te, 2010 yılında alım gücü daha çok insanların.*

Görüldüğü gibi K1 ve K4 durumu etkileyen değişkenler arası ilişkileri açıklarken, K2 aynı zamanda durumu etkileyen anahtar değişkenler arası ilişkileri de açıklamaktadır. Dolayısıyla K1 ve K4 ölçüt 2 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilerken, K2 ölçüt 3 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilemektedir.

Beşinci etkinlik olan TKİ etkinliğinde ise değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterlik ölçütlerinin önceki etkinliğe göre pek de değişim göstermediği, ölçüt 1'de bulunan öğretmen adayı sayısının bir azaldığı, ölçüt 2'de bulunan öğretmen adayı sayısının iki arttığı ve ölçüt 3'de bulunan öğretmen adayı sayısının bir azalarak sıfır olduğu görülmektedir. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma sürecinde öğretmen adaylarının yaşadığı süreç aşağıda verilmiştir:

- K7 : Nüfus azalmış.*
- K8 : Nüfus artıyor sürücü belgesi de.*
- K7 : Bir azalıyor bir artıyor bak.*
- K8 : Sadece bir kere azalmış diğerlerinde artıyor bak.*
- K7 : Sürücü belgesi artıyor.*
- K8 : Kaza sayısı artıyor.*

*K7 : Baya bir artmış.*

*K9 : Ne kadar fazla insan o kadar kaza artmış.*

*K7 : Ölü sayısı azalıyor. Demek ki tedbirler artıyor.*

*K8 : Evet.*

*K7 : Yaralıların sayısı artmış. Demek ki çoğu kurtuluyor.*

Görüldüğü gibi K7, K8 ve K9 etkinlikte verilen değişkenler üzerine yoğunlaşmakta bu değişkenler arası ilişkileri oluşturmaya çalışmaktadır. Bunun yanında alınan tedbirler gibi durumu etkileyen ve etkinlikte verilmeyen diğer değişkenler ile istenen durum arasındaki ilişkiler üzerinde durulmamaktadır. Sadece K7'nin anahtar değişken olan alınan tedbirler ile diğer değişkenler arasında ilişki kurduğu görülmektedir. Ancak K7 bu ilişkiyi, anahtar değişken olan yıla bağlı ölü sayısı ile değil yaralıların azalmış olması durumu ile kurmaktadır. Bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda K8 ve K9 ölçüt 1 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilerken, K7 ölçüt 2 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilememektedir.

Sınıf içi çalışılan son etkinlik olan HA etkinliğinde ise yine ölçüt 0'da bulunan öğretmen adayı sayısının değişmediği, ölçüt 1'de bulunan öğretmen adayı sayısının bir artarak beşe yükseldiği, ölçüt 2 ölçüt 3'de bulunan öğretmen adayı sayısının birer olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları, HA etkinliği için yıla bağlı olarak sabit artışı olmayan bir model oluşturmuş ancak bazı değişkenlerin değerlerini bulamadıkları için sorulan duruma uygun sonuca ulaşamamışlardır. Ardından araştırmacının görüşlerini almak için modelleri göstermişlerdir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının oluşturdukları model dikkate alınarak, araştırmacı ve grup üyeleri arasında değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma sürecine yönelik geçen tartışmadan bir kesit ve yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir:

*Araş. : Artış oranı bunu k cinsinden aldınız değil mi? [Öğretmen adayları tarafından oluşturulan modeli göstererek]*

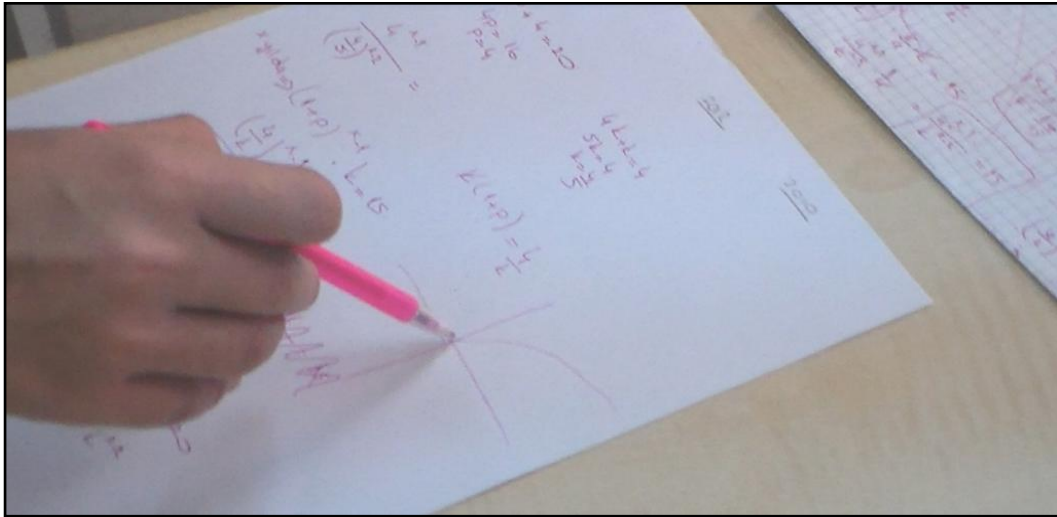
*K6 ve K8 : Evet*

1. yıl	2. yıl	3. yıl
$k$	$k+kp$ 4 milyon	$(k+kp), p+(k+kp)$
	$k(p+1)=4$	$(k+kp)(p+1)$
	$p+1 = \frac{4}{k}$	$k(p+1)(p+1)$
		$k(p+1)^2$
		3. yıl

Şekil 24. HA etkinliğinde A5 alt-yeterliliğine yönelik yapılan çalışmalar

- Araş. : *k* cinsinden değil de bunu bir değer olarak bulabilir miydiniz?
- K6 : Hımm. Ama 1. yılı bilmiyoruz ki. 2. yılın sonunda 4 milyona ulaştık diyor.
- Araş. : Buradan bir artış oranı tahmin edebilir misiniz?
- K8 : Hım. 4 milyon mu? İlk yılda evet
- K6 : Biraz daha bakalım.
- Araş. : İlk başta neydi satışı? İlk başladığımda. Şirketi kurdum satışımda ne?
- K6 ve K8 : Sıfır
- Araş. : İki yıl sonra ne olmuş?
- K8 : 4 milyon 2 yılda mı olacak? İki yıl sonra.
- K6 : Ama değişir ki.
- K8 : 4 milyon olmuş.
- Araş. : Neye göre değişir?
- K6 : Mesela direk iki iki artmış diyemeyiz. 1. yıl bir şey olacak.
- K8 : Evet onun sabit artmış kabul edeceğiz.
- K6 : İkinci yıl daha fazla artar. Üçüncü yıl daha fazla artar.
- Araş. : Hep böyle daha fazla mı artarak gider?
- K6 : Evet. Çünkü katsayı...
- Araş. : O zaman bir şirket sonsuza kadar büyüyebilir.
- K6 : Evet büyümez mi?
- Araş. : Peki neden şirketler sonsuza kadar büyümüyor? Büyüyor mu şirketler? Mesela X holdingini [Ünlü bir holdingden bahsediliyor] düşünün? Sonsuza kadar büyümüş olsalardı dünyayı satın almış olmazlar mıydı şuan?

- K6 : O zaman eşit mi olacak? Ama eşit olamaz ki...
- Araş. : İlk yıl daha mı az olur daha mı fazla olur peki? Eşit olmaz dedin ya.
- K6 : Büyüdükçe daha da çoğalmaz mı?
- Araş. : Bir şirketin satışını gösteren grafiği çizer misin bana? Yıla göre satış değişimini.
- K6 : Şöyle mesela. Şöyle [Yapılan çizim aşağıdaki resimde verilmiştir].
- Araş. : Neden?
- K6 : İlk mesela sıfırdan başlıyor hani katlanarak gidiyor daha sonra yavaşlayarak gidiyor.



Şekil 25. HA etkinliğinde A5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü

Görüldüğü öğretmen adayları değişkenler arası ilişkinin doğrusal olmadığını farkındadırlar ve buna göre bir model oluşturmuşlardır. Ancak istenen sonuca ulaşmak için bilmeleri gereken değişkenleri bulamamaktadırlar. Bu durum bir karmaşa yaratmaktadır. K6'nın anahtar değişkenler arasındaki ilişkinin farkında olduğu ancak tam olarak açıklayamadığı, araştırmacının gruba yöneltmiş olduğu hakkında düşünerek değişkenler arası ilişkiyi oldukça iyi seviyede belirlediği görülmektedir. Ayrıca model oluşturmadan önce diğer değişkenler arasındaki ilişkilerden de bahseden K6, ölçüt 3 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının üç haftalık bir süre içinde üzerinde çalıştıkları İD etkinliğindeki değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, ölçüt 0'da üç öğretmen adayı, ölçüt 3'de altı öğretmen adayı bulunurken, ölçüt 1 ve ölçüt 2 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergileyen hiç öğretmen adayının

olmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının İD etkinliğinde verilen bağlamdaki değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturmaya yönelik yapmış oldukları çalışmaları sunarken geçen tartışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K4 : Şimdi biz düşündük ki denklem yani oluşturacağımız formül grafiği şu yada şu. Ya da diyorum altını çizerek doğruluğunu bilmediğimiz için. (üssel artan ve azalan iki grafik çiziyor.*

*Araš. : Değişkenlerin ne?*

*K4 : Değişkenlerim ne... Değişkenlerin doz ve gün. Kullanım süresi.*

*...*

*Araš. : Hangi durumda ilk çizdiğin olur? Artan olur? Hangi durumda artan olur?*

*K3 : Hastalık ilerledikçe.*

*Araš. : Dozun ilerlediği... Nasıl diyeyim?*

*K1 : Hastalık bitmeye yakın olduğu zaman doz azalıyor.*

*K4 :Evet.*

*Araš. : Neredeki doz azalıyor?*

*K1 : İlaçtaki.*

*Araš. : İlaçların dozu ayrı ayrı mı?*

*K1 : Hayır mesela miligramı. Mesela ilk aldığında 60 la başlıyorsa sonra 20 ile. Çünkü hastalık zamanla azalır ya.*

*Araš. :Öyle midir? Mesela antibiyotik alıyorsunuz azala azala mı bırakıyorsunuz?*

*K4 : Mesela uyuşturucu bağımlısı vardır. O zaman dozu yüksekten başlatıp yavaş yavaş azaltırlar. O durumlarda şu (azalan) durum oluşur. Diğer durumlarda şu(artan).*

*K3 : Hocam aslında şöyle bir şey de var mesela bir hastaya 1200mg verdiği zaman 2 saat içerisinde 10 mg falan etki ediyor, 1600 verdiğinde aynı süre içerisinde doz arttığı zaman 30 mg etki ediyor. Daha az verdiğinde aynı süre içerisinde daha az etki ediyor. O zaman doğrusal bir şey çıkıyor.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları, durumu etkileyen farklı değişkenler arası ilişkileri oluşturabilmektedir. K1, K3 ve K4 bu ilişkilerin nedenlerini ve anahtar değişkenler ile olan ilişkilerini açıklayabilmektedir. K2 ise bu tartışmaya katılmamıştır. Dolayısıyla K1, K3 ve

K4 ölçüt 3 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilerken, K2 ölçüt 0 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilememektedir.

Öğretmen adaylarının bireysel olarak belirledikleri gerçek yaşam durumlarını etkileyen değişkenler arasındaki ilişkileri kurma yeterlikleri incelendiğinde de ölçüt 0 seviyesinde bulunan bir kişinin olduğu, geri kalan tüm öğretmen adaylarının değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterlik ölçütlerinin ölçüt 3 olduğu görülmektedir. K6'nın telefon şarjının dayanma süresini araştırdığı projesinde durumu etkileyen değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma üzerine belirtmiş olduğu görüşler aşağıda verilmiştir:

*Her telefonun süreleri farklı farklı. Kendi telefonuma göre yaptım ilk önce. Benim telefonumun konuşma süresi 4 saat 30dakika. Normal aktif halde yani hiç konuşma yapmazsak ışığın açık olduğu zamanlarda yani mesajlaşırken, fotoğraf çekerken, müzik dinlerken v.s. o zaman da konuşma süresinin üç katı kadar zaman alıyormuş.*

...

*Mesela 1 dakika konuşmam artarsa 3 katı olduğu için bu da [mesajlaşma v.s. süresi] 3 dakika azalacak.*

Görüldüğü gibi K6, belirlemiş olduğu gerçek yaşam durumunu etkileyen hemen hemen tüm değişkenler arasındaki oldukça iyi şekilde belirlemiş ve nedenleri ile açıklamıştır. Bu yüzden K6, ölçüt 3 seviyesinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, NE etkinliği üzerinde çalışan K10'un değişkenler arası ilişkileri belirleme üzerine bazı çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. Bu çalışmalar aşağıda verilmiştir.

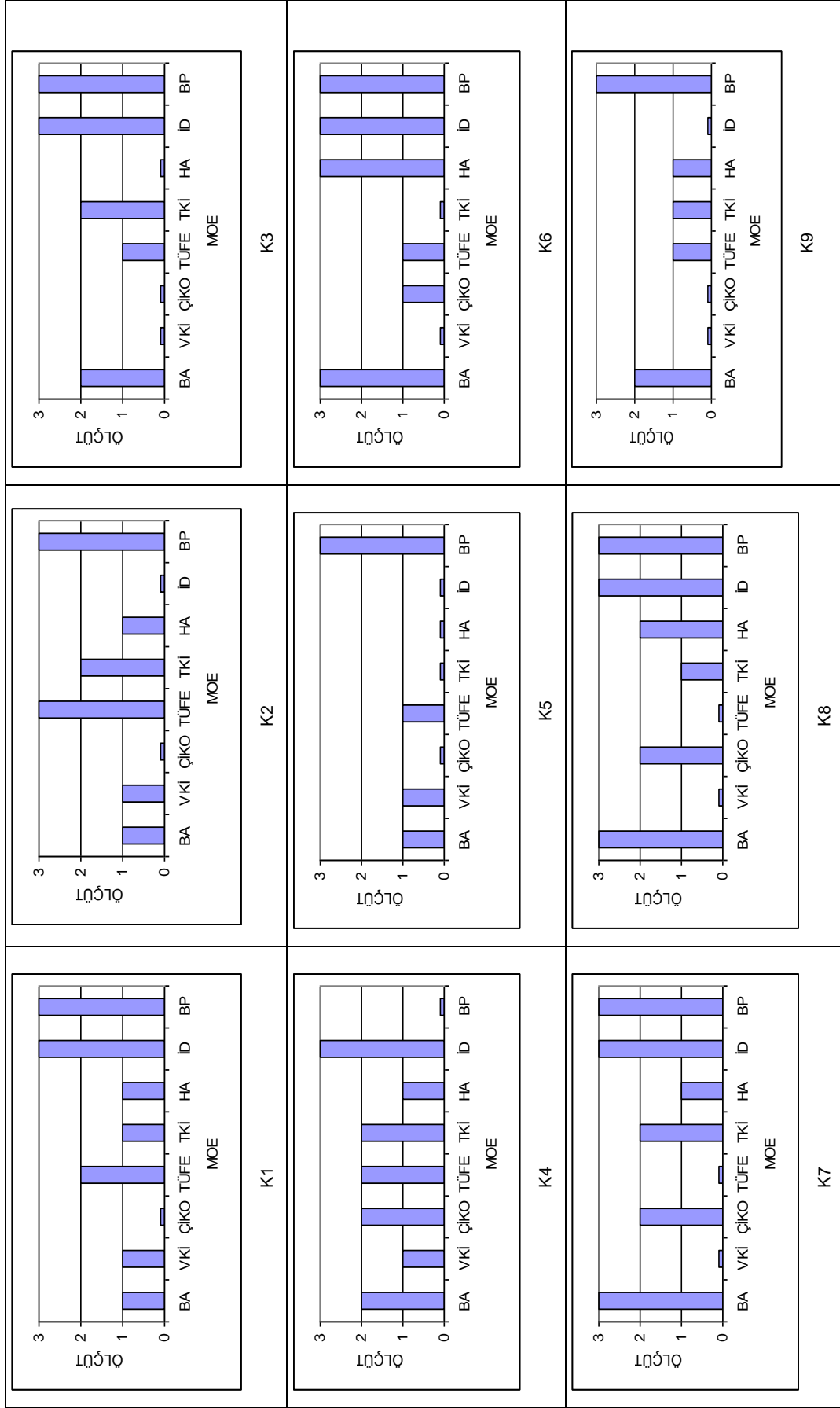
Burada olaylara göre mesela nükleer kazaların olduğu söylenmiş. Ona göre bazen azalmış falan. Ona göre azaldıysa en azından 2000 yılından sonra 400 bin olmayacağını bilirim.

Görüldüğü gibi K10 değişkenler arası ilişkileri belirlemeye çalışmaktadır. Ancak ilişkinin genel durumu yerine, ilişkiye göre hangi değere ulaşabileceğine odaklanmıştır. Bu ise problem durumuna uygun gerçek model oluşturmak için yeterli değildir. Dolayısıyla K10 düzey 1 seviyesinde A5 yeterliği sergilememektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, öğretmen adaylarından

ikisinin ölçüt 1, birinin ise ölçüt 2 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Bu durum A5 yeterliği için orta seviyede olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içinde değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliklerin dağılımını gösteren Grafik 5 genel olarak incelendiğinde de ilk etkinlikte öğretmen adaylarının iyi seviyede değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliklerine sahip olduğu görülmektedir. En dikkat çekici nokta, etkinlik bağlamlarına göre süreç sonunda gerçekleştirilen İD etkinliği ve bireysel projelerdeki yeterlik gelişiminin süreç başlangıcıyla kıyaslandığında oldukça iyi ölçütte olduğudur. Öğretmen adaylarının bu durumunu ortamına dahil olmayan öğrenenlerin bireysel çalışma sürecindeki A5 yeterliği ile karşılaştırdığımızda daha iyi seviyede oldukları gözlenmektedir. Öğretmen adaylarının A5 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları gözlenmektedir. Bu da A5 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden arzulanan seviyede olmasa da etkilediğinin göstergesidir.

Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki A5 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A5 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 26'da verilmiştir.

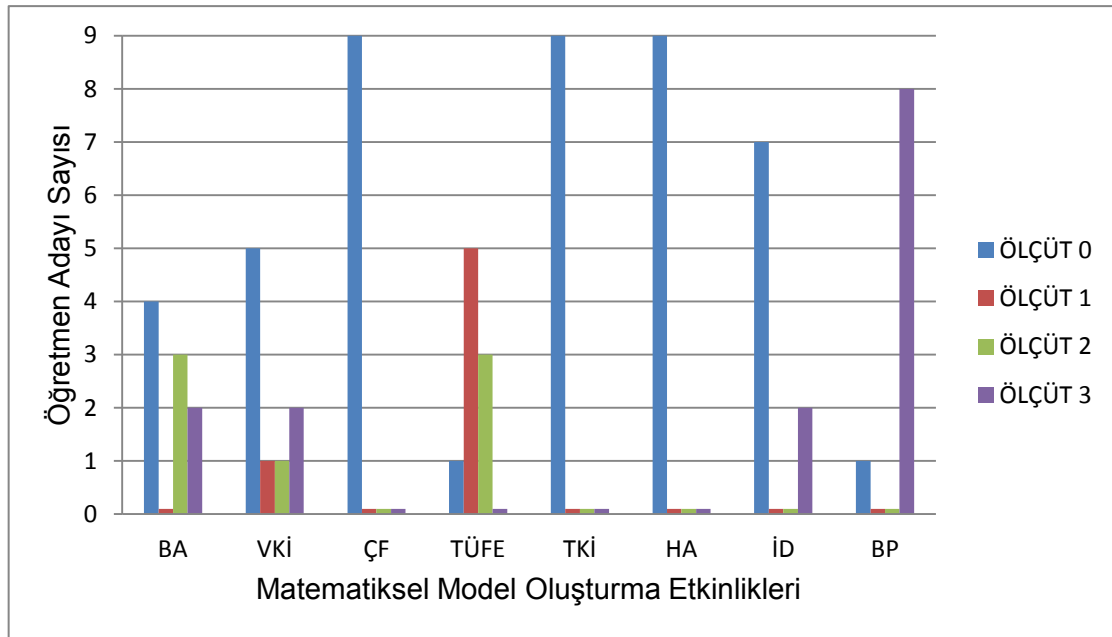


Şekil 26. Öğretmen adaylarının A5 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı



Şekil 26 incelendiğinde de tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde A5 alt-yeterliği sergiledikleri görülmektedir. İlerleyen süreçte de etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak A5 alt-yeterlik ölçütlerinin ölçüt 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BPlerde) ise bir öğretmen adayının herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde A5 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BPlerdeki A5 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise tüm öğretmen adaylarının A5 alt-yeterliklerinin ölçüt 3 olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının A5 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunun göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “*problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme*” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 6'da verilmiştir.

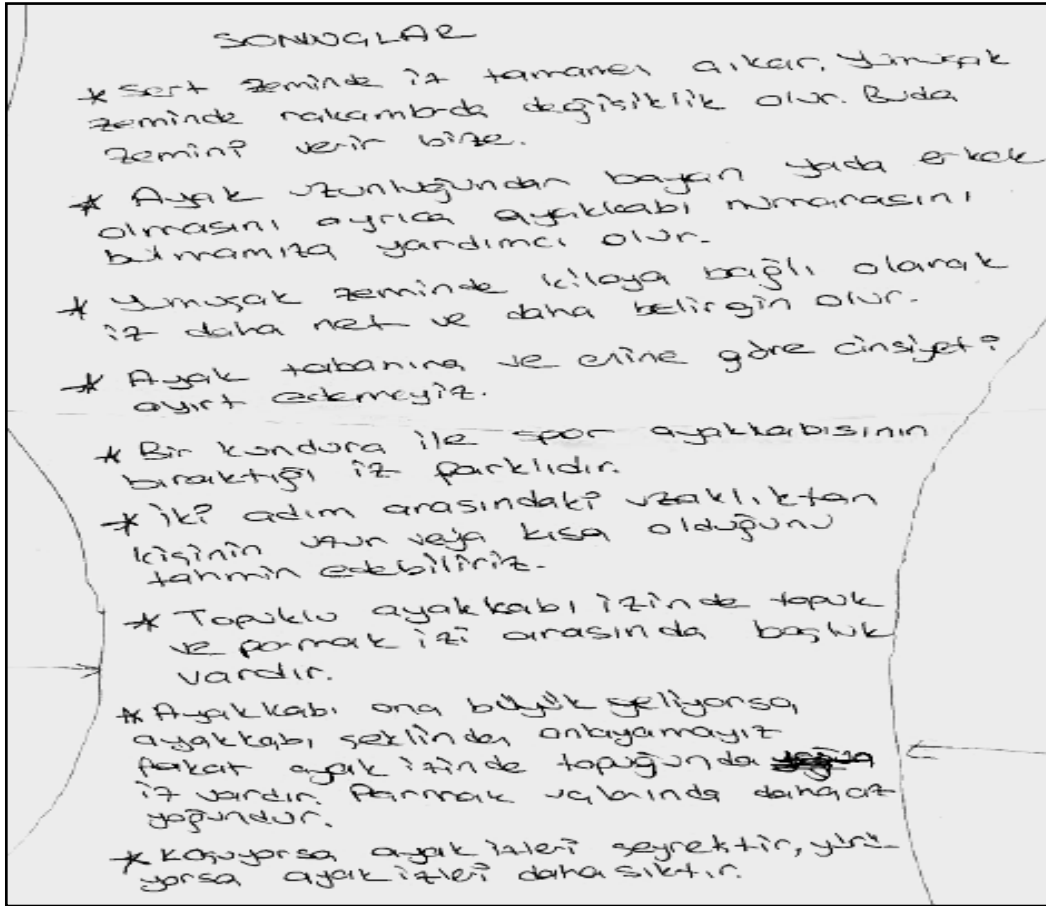


Grafik 6. Öğretmen adaylarının A6 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 6'da görüldüğü gibi problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe etkinliklerin doğasına bağlı olarak değişmekte ve ölçütler 2 ve 3'den 0'a doğru azaldığı görülmektedir. Tüm öğretmen adaylarının ÇF, TKİ ve HA etkinliklerinde ölçüt 0 olarak değerlendirilmesinin sebebi ise bu etkinliklerde model oluşturmak için gerekli bilgilerin etkinlik içerisinde verilmiş olmasından

kaynaklanmaktadır. Yani bu MOEler A6 alt-yeterliğini ortaya çıkarmak için uygun etkinlikler değildir. Bu bağlamda A6 alt-yeterliğinin süreç içindeki gelişimi diğer etkinlikler göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. A6 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayan MOElerdeki çalışma ölçütleri incelendiğinde ise bu yeterlik ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olmasına rağmen ölçüt 2 ve 3 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının olması dikkat çekmektedir. Bu durum ise öğretmen adayların matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir deneyime sahip olmasalar dahi A6 alt-yeterliklerine arzulanan seviyede olmasa da sahip oldukları anlamına gelmektedir. Diğer etkinliklere doğru ilerledikçe etkinliklerin doğasına bağlı şekilde ölçütlerin 0 olarak değerlendirildiği görülmektedir. Genel olarak incelendiğinde ise A6 alt-yeterliğinin gelişim göstererek süreç sonuna doğru ölçüt 3'e yükseldiği görülmektedir. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Grafik 6 incelendiğinde süreç başlangıcında verilen BA etkinliğinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterlik ölçütleri genel olarak iyi seviyede olan beş öğretmen adaylarının olduğu ancak dört öğretmen adayının yeterlik ölçütünün ölçüt 0 olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları BA etkinliğinde verilen bağlamı yorumlamak için yapmış olduğu gözlemlerde durumu etkileyen değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemeye çalışmıştır. Belirlemiş oldukları değişkenler arası ilişkiler Şekil 27'de verilmiştir.



Şekil 27. BA etkinliğinde A6 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları durumu etkileyen değişkenler arasında oldukça iyi ilişkiler kurmuştur. İlişkiler oluştururken bazı öğretmen adayları bu değişkenler ile ilgili bilgilerin model oluşturmak için uygun ve ulaşılabilir olduğuna dikkat etmezken bazı öğretmen adayları ise dikkat etmiştir. Örneğin öğretmen adaylarının gözlemler sonucu kurmuş olduğu “ayak uzunluğundan bayan ya da erkek olmasının ayrıca ayakkabı numarasının bulunması” ilişkisinin modellenebilmesi için gereken ayak uzunluğu değişkeni problem durumuna çözüm getirebilecek uygun ve ulaşılabilir bir bilgidir. Dolayısıyla bu ilişkiyi belirleyen K9 ölçüt 3 seviyesinde A6 alt-yeterliği sergilemektedir. Ancak oluşturulan ilişkilerden “koşuyorsa ayak izleri seyrek, yürüyorsa ayak izleri daha sıktır” ilişkisi incelendiğinde, bir hırsızın koştuğunu bilmek ulaşılabilir bir bilgi olmasına rağmen, hırsızın prototipini belirlemek için kullanılacak uygun bir bilgi olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla bu ilişkiyi ifade eden K7 ölçüt 0 seviyesinde A6 alt-yeterliği sergilemektedir.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde çalışan öğretmen adaylarının problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterlikleri incelendiğinde beş öğretmen adayının yeterliğinin ölçüt 0 seviyesinde, birer öğretmen adayının yeterliğinin ölçüt 1 ve

ölçüt 2 seviyesinde, iki öğretmen adayının yeterliğinin ise ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. VKİ etkinliğinde öğretmen adayları etkinlikte verilen modeli kullanmak yerine kamu spotunda verilen ve hemen hemen herkes tarafından bilinen Vücut Kitle İndeksi (VKİ) = Vücut Ağırlığı (kg) / Boy uzunluğunun karesi (m) modelini kullanarak grup üyelerinin sağlıklı kiloya sahip olup olmadıklarını belirlemektedirler. Bu sırada araştırmacı grubun çalışmalarına göz atmak için yanlarına gitti ve grup araştırmacıya yaptıkları ile ilgili fikirlerini aşağıdaki gibi açıklamaktadır:

*K4 : Buradakileri hesaplamaya çalışıyorum da. Hocam, pound bizim yaptığımız şeyle verilerdeki aynı çıkacak mı diye merak ediyorum.*

*K1 : Hocam bizimki şey değil mi? Boyları çarpıyoruz iki kere yani karesini alıyoruz, kilomuza da bunu bölüyoruz çıkan sonucu.*

*K4 : Poundu araştıracağım.*

Ardından yürüyen grup çalışması ve problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme çalışmaları aşağıdaki gibi devam etmektedir:

*... K4 bilgisayarın başına geçti...*

*K2 : K4 ne araştırıyorsun şuan.*

*K4 : Bir pound. Yazın şunu ya. Not. K5 not kağıdı getirir misin?*

*K2 : Bir pound.*

*K4 : 453.59237 gram.*

*K5 : K1'in yazdıkları mı?*

*K4 : Hayır, oradan bir kağıt getir.*

*K1 : K4 sende zayıf çıktın.*

*... K4 not kağıdına pound ile gram arası ilişkiyi yazıyor...*

*K4 : Hayır hesaplayacağız. Bir tanesini hesaplayalım. Mesela seninkini hesaplayalım.*

*K1 : K4 bunu hesaplırsa hocam tamam.*

*K4 : Poundu gram cinsinden vermiş bunu kilograma çevirmemiz lazım.*

*K1 : Tamam sen çevir.*

VKİ etkinliğinde istenen duruma çözüm getirebilmek için bilinmeyen birimlerin bilinen birimlere çevrilmesi gerekmektedir. Görüldüğü gibi K4 problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirlemek için gerekli girişimlerde bulunmakta ve uygun bilgilere ulaşabilmektedir. Ancak diğer ulaşılması gereken bir bilgi olan inç birimin dönüştürülmesi

gerektiğinin farkında değildir. Dolayısıyla K4 ölçüt 2 seviyesinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliği sergilemektedir. Aynı gruptaki diğer öğretmen adaylarının ise A6 alt-yeterliği bağlamında çalışmak ziyade K4'ün çalışmalarını izledikleri ve fikir yürütmek yerine işlemlerde yardımcı oldukları görülmektedir. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgiler olan pound ve inç birimlerinin her ikisinin de dönüştürülmesi bilgilerine ulaşan K7 ve K8 ise ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının tamamının öğrenme ortamında karşılaştıkları üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde olmaları geçersiz bilgilere ulaşmalarından değil bu yeterlik ile ilgili hiçbir yeterlik sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

TÜFE etkinliğinde ise bir öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliğine sahip olduğu görülürken, beş öğretmen adayının ölçüt 1, iki öğretmen adayının ise ölçüt 2 seviyesinde bu yeterliğe sahip olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının TÜFE etkinliği üzerine çalışırken uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme üzerine yürütmüş olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- K6 : Hocam burada verilenler yeterli mi?*
- Araş. : Sence nasıl bir bilgiye ihtiyacın var?*
- K6 : Değil bence. Ya mesela bunların hesaplanması için ...*
- K8 : Mesela hocam Tüfe'yi nasıl hesaplayacağız?*
- Araş. : Neden Tüfe'yi hesaplama gereği duydunuz? Yani neden bunu bilmeniz gerekiyor?*
- K8 : Ama hocam 2013 yılının endeksini mesela burada nasıl hesaplandığını şey yaparsak uygulama olmaz mı yani?*
- Araş. : Peki Tüfe nasıl hesaplanıyordu? Bir video izledik.*
- K8 : İşte orayı anlamadık.*
- Araş. : Tekrar izleyelim buradan. [Video izleniyor]*
- ...
- K9 : Ayın 25'ine kadar toplanır dedi.*
- K8 : Ben hiçbir şey anlamadım. Endeks nasıl hesapladığını anladın mı? Bir yıl diyor.*
- K9 : Ne dedi?*
- Araş. : Bir ayın 5'inden diğer ayın 25'ine kadar.*
- [Çalışma kâğıdında ilgili kısım tekrar açılıyor. ]*

- K8 : Bir yıl boyunca yıllık endeks*
- K6 : Hocam indeksle Tüfe' nin ne ayrımı var?*
- Araş. : İndeks dediğin tüketici fiyat endeksi yani kısaltılmış hali.*
- K6 : Yani aynı şey.*
- K8 : Hocam o peki indeks değeri 100?*
- Araş. : Tüfe neymiş? O nasıl hesaplanıyormuş öğrendiniz mi?*
- K9 : Ayın 25'ine kadar olan fiyatların toplamı.*
- K8 : Fiyatlarla...*
- K6 : Fiyat farkı.*
- Araş. : 2013 yılının ocak ayı için Tüfe' yi hesaplayabilir misiniz?*
- K6 ve K8 : Hayır.*
- K8 : Çünkü fiyatları bilmiyoruz.*
- K6 : Hocam bu yılların mesela yılların değil de hani iki değer arasında farka göre hesaplanmıyor mu Tüfe?*
- Araş. : Hangi iki değer yıl göre.*
- K7 : Mesela yılın artış oranına göre.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları öncelikle etkinliğin bağlamında geçen TÜFE'nin hesaplanması üzerine yoğunlaşmaktadırlar. Ancak TÜFE'nin nasıl hesaplandığına dair videoyu izlemek öğretmen adaylarına yeterince açık gelmemektedir. Öğretmen adayları ürünlerin fiyat değişimleri bilgilerine ulaşılması gerektiğini düşünmektedir. Ancak etkinlik bağlamında sorulan soruya çözüm getirebilecek bu bilgi tam olarak ulaşılabilir bir bilgi değildir. Çünkü TÜFE'nin belirlenmesinde rol oynayan ürünlerin istenen yıldaki ve temel yıldaki fiyatlarının bulunması oldukça zordur. Bu bağlamda K7 ve K8'in A6 alt-yeterliği ölçüt 1 değerlendirilmektedir. Bağlam ile ilgili bilgiler içeren videonun tekrar izlenmesi, grup ve araştırmacı ile tartışmaları ile öğretmen adayları bu bilgilerin ulaşılabilir bir bilgi olmadığına karar vermiş ve ulaşılabilir bilgileri belirleyerek ilişkileri bu doğrultuda oluşturulmuştur. Burada uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleyen K6 ve K9'dur. Ancak uygun ve ulaşılabilir bilgileri ifade ederken bazı yanlış anlaşılmalara sebep olacak dolaylı ifadeler söz konusudur. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 2 seviyesinde uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliği sergilemektedir.

Sürecin sınıf içi yürütülen son iki etkinliği olan TKİ ve HA etkinliklerinin her ikisinde de tüm öğretmen adaylarının uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde olmaları problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir olmayan bilgileri

belirlemelerinden değil bu yeterlik ile ilgili hiçbir girişimde bulunmadıklarından kaynaklanmaktadır.

Grafik 6 incelendiğinde İD etkinliğinde öğretmen adaylarının bir çoğunun problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliklerine sahip olmadığı görülmektedir. İki öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliği sergilediği görülmektedir. K8 belirledikleri ilacın en fazla ve en az kullanım dozlarının belirlenmesinde, kişinin bazı özelliklerinin dikkate alındığını bildiğini belirterek ve araştırmaları sonucu internette belirledikleri ilaç için en az ve en fazla doz miktarının belirlenmesinde kullanılan bir modele ulaştığını belirtmektedir. Bu modele göre 60 kg olan birinin en fazla 9000mg en az ise 7200mg ilaç kullanması gerektiğini ve matematiksel bir modeli bu doğrultuda oluşturduklarını dile getirmektedir. Görüldüğü gibi K8, ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamında son olarak bireysel projeleri kapsamında belirledikleri gerçek durum ile ilgili oluşturdukları modelleri sunarken, öğretmen adaylarının neredeyse tamamının ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliği sergiledikleri, sadece bir öğretmen adayının süreç sonunda problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliğinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Yurtta duş alan kişi sayısına göre şofbenin kullanılabilir olduğu süreyi belirlemeye çalışan K7, bu durum için anahtar değişkenleri kullanılan şofben sayısı ve şofbenin kullanılabilirlik süresi olarak belirlemiştir. Görüldüğü gibi bu bilgiler gerçek duruma çözüm bulabilmek için yeterli, uygun ve ulaşılabilir nitelikte bilgilerdir. Dolayısıyla K7, ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterliği sergilemektedir.

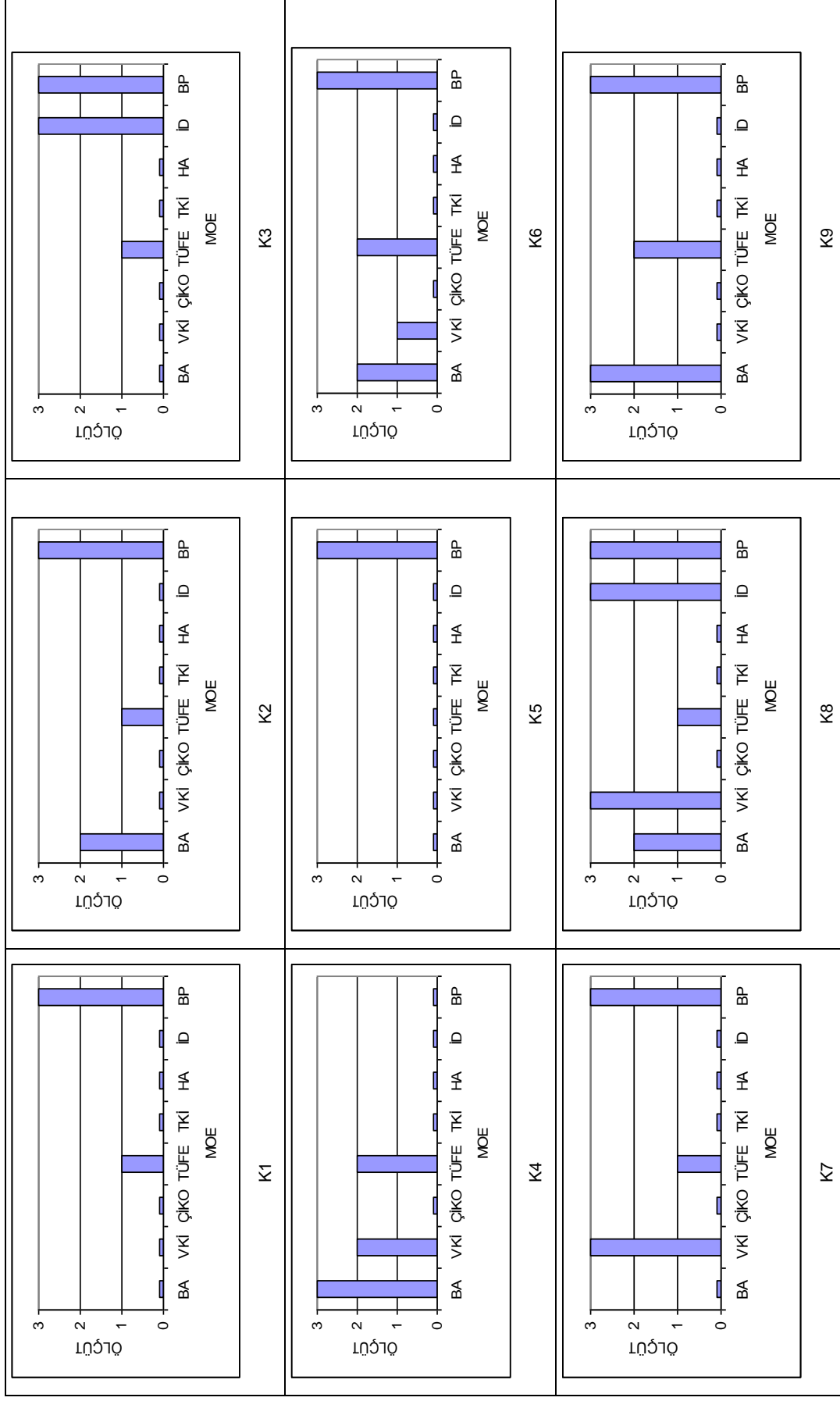
Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, MSK etkinliği üzerinde çalışan K11'in, internetten gerçek verileri araştırarak gerekli bilgileri bulmaya çalıştığı görülmektedir. K11 meyve suyu kutuları ile ilgili elde ettiği gerçek çap ve yükseklik bilgilerini dikkate alarak yükseklik ve çapın değişimine göre yüzey alanının değişimini incelemektedir. Ancak bu gerçek verilere ulaşmak problem durumuna uygun bir gerçek model oluşturmak için yeterli değildir. Dolayısıyla K7 düzey 1 seviyesinde A6 yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, iki öğretmen adayının A6 yeterliklerinin ölçüt 1, bir öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. Burada dikkat çeken ise ölçüt 0'da hiç öğretmen adayının olmamasıdır. Diğer taraftan öğrenme ortamında problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme

yeterliğin gelişimini gösteren Grafik 6 incelendiğinde, ilk etkinlikte iyi ölçütte denebilecek öğretmen adaylarının varlığı dikkat çekmektedir. A6 alt-yeterliğin ortaya çıkmasına imkan sağlayan MOElerdeki çalışma ölçütleri incelendiğinde ise bu yeterlik ile ilgili durum süreç ilerledikçe ölçütlerin 0'dan 3'e doğru arttığı, süreç sonunda ise oldukça iyi olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının A6 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları gözlenmektedir. Bu da A6 alt-yeterliğin matematiksel modelleme deneyiminden arzulanan seviyede olmasa da etkilediğinin göstergesidir.

Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki A6 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A6 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 28'de verilmiştir.

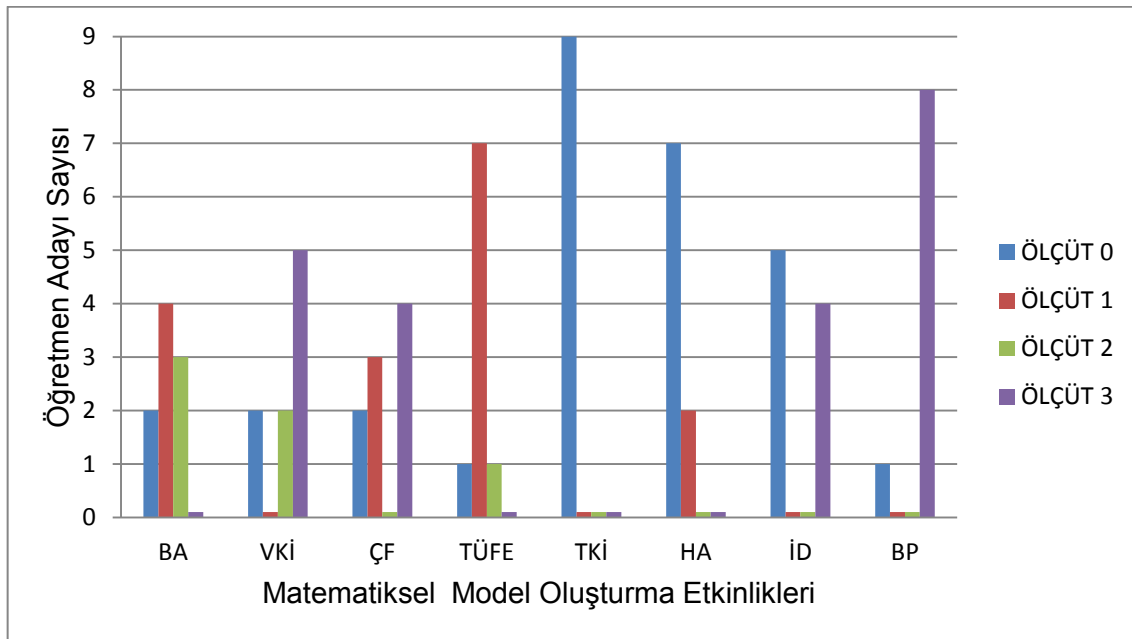




Şekil 28. Öğretmen adaylarının A6 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 28 incelendiğinde de dört öğretmen adayının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde A6 alt-yeterliklerinin ölçüt 0 olduğu, beş öğretmen adayının ise matematiksel modelleme deneyimine sahip olmamalarına A6 alt-yeterliği sergiledikleri görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak A3 alt-yeterlik ölçütlerinin 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise bir öğretmen adayının herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde A6 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki A6 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise tüm öğretmen adaylarının A6 alt-yeterliklerinin ölçüt 3 olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının A6 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunun göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “*problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme*” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 7’de verilmiştir.



Grafik 7. Öğretmen adaylarının A7 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 7’de görüldüğü gibi problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe etkinliklerin doğasına bağlı olarak değişmekte ve ölçütler 0 ve 1’den 3’e doğru artmaktadır. TKİ etkinliğinde tüm öğretmen adaylarının A7 yeterliğinin 0 olarak değerlendirildiği dikkat çekmektedir. Bu ise öğretmen adaylarının

bağlamı değerlendirirken etkinlikte verilen gereksiz bilgileri de dikkate almalarından kaynaklanmaktadır. Benzer durum HA etkinliği için de geçerlidir. BA etkinliği ilk etkinlik olmasına rağmen ölçüt 2 ve 3 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının olması dikkat çekmektedir. Bu durum ise öğretmen adayların matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir deneyime sahip olmasalar dahi A7 alt-yeterliklerine arzulanan seviyede olmasa da sahip oldukları anlamına gelmektedir. Diğer etkinliklere doğru ilerledikçe süreç değişimi genel olarak incelendiğinde ise A7 alt-yeterliğinin gelişim göstererek süreç sonuna doğru ölçüt 3'e yükseldiği görülmektedir. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir

Problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 7 incelendiğinde, ilk etkinlik olan BA etkinliğinde iki öğretmen adayının ölçüt 0, dört öğretmen adayının ölçüt 1 ve üç öğretmen adayının ölçüt 2 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının BA etkinliği üzerinde çalışmaları sırasında etkinlik bağlamını yorumlarken geçen konuşmalardan kesit aşağıda verilmiştir:

*K4 : Ayak izleri insan yoğunluğunun çok olduğu yerleri de belli eder. Mesela kantindir, üniversitenin giriş yeridir. Başka ne diyebiliriz? Yemekhane, bunlar gibi bir şey.*

*K1 : Şuan ne geldi aklıma hocam, polisiye dizilerinde neler yapıyorlar. Onlar geldi aklıma.*

*K4 : Ayak izindeki çamurlarda önemli.*

*K1 : Adamlar ayağında kalan topraktan neler buluyorlar.*

*K4 : Nerede yaşadığını öğreniriz mesela. Ayakkabısındaki toprak izinden.*

*K2 : Kalan topraktan.*

*K4 : Her yerin toprak fizyolojisi aynı değil. Mesela kırmızı toprak, siyah toprak, beyaz toprak...*

*K2 : Nerede yaşadığını bulabiliyoruz yani topraktan.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları etkinlikte verilen soruna çözüm getirebilmek için bağlam ile ilgili yorumlarda bulunmaktadır. Ancak K4 ayak izinden bireysin özelliklerine odaklanmaktan ziyade ayak izlerinin yoğunluğundan izlerin olduğu alının kullanım yoğunluğu yorumlamaktadır. Ancak etkinlikte belirlenen bir ayak izinin kime ait olabileceğinin tahmini istenmektedir. Dolayısıyla izin nereden alındığı ve izin bulunduğu yerin yoğunluğu da bilinmektedir. Ayrıca bu bilgi izin sahibinin özelliklerine ulaştırabilecek bir bilgi değildir. Yani problemi çözmek için ilgisiz bir bilgidir. Ayrıca K4 ayak izinde kalan çamurlardan da bireyin yaşadığı yeri tahmin edebileceklerini dile getirmektedir. Bu bilgi ise

anahtar bir bilgi olmamakla birlikte, problem durumu ile uzaktan da olsa ilişki kurulabilecek bir bilgidir. Ancak model oluşturmak için yeterli değildir. Tüm bunlar göz önüne alındığında K4, ölçüt 1 seviyesinde problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterliği sergilemektedir.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde bir öğretmen adayının problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde iken, geri kalan sekiz öğretmen adayının bu yeterliğinin ölçüt 2 ve ölçüt 3 seviyelerinde olduğu görülmektedir. Bu etkinlikte K5 ve K9 problem durumu ile ilgili / ilgisiz bilgiler bağlamında fikirlerini beyan etmediğinden ölçüt 0 seviyesinde yeterlik sergilerken, diğer tüm öğretmen adayları problem durumuna çözüm getirebilmek için ilgili bilgilerin kilo, boy ve etkinlikte verilen sınır değerler, ilgisiz bilgilerin ise sağlıklı kiloya sahip olmayı etkileyen diğer tüm değişkenlere ait bilgiler olduğunu ifade etmişlerdir. İfadelerde küçük hataları bulunan öğretmen adayları ölçüt 2 seviyesinde yeterlik sergilerken, oldukça iyi ifadeler kullanan öğretmen adayları ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının öğrenme ortamında model oluşturmaya çalıştıkları üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterliği ölçüt 0 seviyesinde olan öğretmen adayı sayısının değişmediği ancak üç öğretmen adayının ölçüt 1 seviyesinde problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterliği sergilediği görülmektedir. Ayrıca ölçüt 3 seviyesinde bu yeterliği sergileyen öğretmen adayı sayısının beşten dörde düştüğü görülmektedir. Öğretmen adaylarının ÇF etkinliğinde çalışırken problem durumunu etkileyen bilgileri belirleme ile ilgili yapılan çalışmalar ait konuşmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K4 : Bununla bunu toplayacağız, sattığımız şeyden çıkartacağız ne kadar kâr elde ettiğimizi belirleyeceğiz.*

...

*K1 : Bu neydi? Sabit gider...*

*K4 : Sabit gider. 215 bin hiç değişken yok burada hani kutu sayısı ile bağıntı yok.*

*K1 : Sabit bir gider her türlü zaten... Tamam. Şimdilik ..*

*K4 : Şimdi bunları toplayıp 1 milyon 600 bin den çıkaralım. 215 bin.*

*K1 : 215bin +*

*K4 : 7 bin. 700 bin.*

*K1 : 700 bin – 1600*

*K4 : 1600 x bizim üretimimiz,*

*K2 : 1 kutu 8 lira ise 200 bin kutu x lira.*

*K4 : 1600x*

...

*K4 : Bak şimdi 150 bin kutuda bizim şeyimiz ney biliyor musun? 8 ile çarptığımız zaman 4. 1 milyon 200 bin mi? 1milyon 200 bin elimizde para var 150 bin kutu var. 150 bin kutu da, bu kadar elimizde para var. Tamam mı? 150 bin kutu var yani 150 direk ben 150 ye gidiyorum 200 bin kutuya girmiyorum tamam mı? 200 bin kutuya girmiyorum. 150 bin kutudan bu kadar var. Bir milyon bin (1600)– 215 bin değil mi? 3bin500.. Tamam mı bu bizim kârımız mı? Bu ney? 8 x yani 8 x kutuyla çarpılmış hali. Anladınız mı bir şey?*

...

*K4 : Şuraya hiçbir şey yazmadan 200 yazsak olay tamamlanıyor mu? 150 bini içine atmamamız lazım.*

Görüldüğü gibi K4 problem durumuna çözüm getirebilmek için model oluşturmaya çalışmaktadır. Bunu yaparken de gerekli bilgiler olarak gelir ve gider değişkenlerini belirlemiştir. Ancak problemde istenen bilgi 150 bin kutu satıldığındaki fiyatın belirlenmesidir. Burada verilen maksimum üretim miktarı olan 200 bin ilgisiz bir veridir. Bu ilgisiz veri K4 ve grup arkadaşlarının aklını karıştırmaktadır. Çalışmalar süresince bu grupta maksimum üretim miktarının ilgisiz bilgi olduğu hakkında bir fikir beyan eden bulunmamaktadır. Dolayısıyla öğretmen adayları ilgili bilgilerin bir kısmını belirlerken ilgisiz veriyi belirleyememiştir. Tüm bunlar ve yukarıda verilen konuşmalar dikkate alındığında K4, ölçüt 1 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilemektedir.

Dördüncü etkinlik olan TÜFE etkinliğinde ise birer öğretmen adayının ölçüt 0 ve ölçüt 2 seviyesinde problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterliği sergilediği görülürken yedi öğretmen adayının ise ölçüt 1 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Ayrıca ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergileyen öğretmen adayının bulunmayışı da dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının TÜFE ile ilgili bilgileri belirlerken yapmış oldukları tartışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K4 : Şimdi kullanmamız gerekiyor.*

*K5 : Ama o 100'ü kullanmamız gerekiyor.*

*K2 : Diyor ki 100 diyor mesela 2003'teki 97 nokta. Bir şey diyeceğim.*

*K5 : Başlangıç yılımız, başlangıç yılımız.*

*K2 : 94,7 ise bu 1. yılımız. Bu bir yılda yapılan değermiş. 94,7 ise bu 100 ise bu ikisinin ortasında bir değer olacak bu. İkisinin ortasında bir yıl.*

*K4 : Mesela 2005'i 100 olarak aldım diyor kitle indeksini işte TÜFEyi 100 aldım diyor. 2003'e baktığımız zaman diyor 2005'e göre diyor oran diyor 94,7 diyor. Ama 2010'a baktığımız zaman diyor oran 174. Ben bunu anladım yani. 174,7 diyor yani. Bu 100'ü bulmamız, hani belli bir yıl.*

*K1 : Tamam 100 ü neye göre seçeceğiz?*

*K3 : Başlangıç...*

*K5 : İşte başlangıcın hangisi olduğunu kabul edemiyorum.*

*K4 : İşte onu bulmalıyız.*

*K1 : Yani neye göre seçeceğiz? O 2006 da olabilir.*

*K5 : Ona biz karar vereceğiz. Yani bir model oluşturacağız sonuçta ona karar vereceğiz.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları etkinlikte verilen ve TÜFE hesaplanırken seçilen başlangıç yılını belirlemek gerektiğini ve bunu yaparken de başlangıç indeksi olan ve etkinlikte verilen 100 değerini kullanmaları gerektiğini düşünmektedirler. TÜFE endeksi hesaplanırken başlangıç olarak belirlenen bir andaki TÜFE 100 kabul edilip, bu ana göre seçilen ürünlerin fiyat değişimleri hesaplanmaktadır. Etkinlikte verilen gerçek değerlerde 2003 yılı ocak ayının başlangıç kabul edilerek TÜFElerin hesaplandığı verilerdir. Dolayısıyla 100'ün hangi yıl olduğunu hesaplamak değil, bu TÜFEler hesaplanırken hangi yılın başlangıç seçildiği araştırmak gerekmektedir. Ancak bu bilgi, o yılki belirlenen ürün fiyatlarını bilmek zor olduğundan, problem durumu için ilgisiz bir bilgidir. Dolayısıyla K1, K2, K4 ve K5 bazı ilgili bilgileri belirleyebilmiş ancak ilgisiz olarak verilen bilgiyi ayırt edememiştir. Tüm bunlar göz önüne alındığında bu öğretmen adayları ölçüt 1 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilemektedir.

TKİ etkinliğinde öğretmen adaylarının problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterlik ölçütleri incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesine yeterlik sergilediği görülmektedir. Bazı öğretmen adayları bu yeterlik ile ilgili bir davranış sergilemediği için ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilirken bazı öğretmen adayları ise problemi çözmek için ilgili ve ilgisiz bilgileri ayırt edemediği için ölçüt 0 seviyesinde olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının yapmış olduğu çalışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K8 : Üç bin. 3835. Mesela şu kadar kazada bu kadar ölü varsa...*

*K7 : Yıllardaki kazanın artma olasılığını buluruz o zaman o kadar ölü çıkar. İki bilinmeyenli denklem gibi.*

*K6 : Kazaya göre değil kişi sayısına göre bence.*

- K7 : Sürücü belgesi olanlara mı bakacağız diyorsun.*
- K8 : O zaman sürücü belgesi olanlara bakacağız. Çünkü kişi sayısına bakarsak kişinin hepsi araba kullanmıyor ki. Yani burada kişi sayısında şu kadar ölü var dersen belki kendiliğinden ölenler normal kaza değil de normal şekilde ölenlerdir.*
- K7 : Ama şimdi sürücü belgesi olmayan kişi sayısı var. Normale ehliyeti olmayıp yola çıkanlarda var.*
- K6 : Ama buradaki ölü sayısı da ...*
- K7 : Tüm nüfusa bağdaştıracağız o zaman. Çünkü ehliyeti olmayıp kaza yapanlarda var.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları durumu etkileyen değişkenler üzerinde çalışırken belirlemiş oldukları anahtar değişken olan ölü sayısını problem durumunda istenen yıl değişkeni ile ilişkilendirmeyip, etkinlikte verilen istenen sonuç ile ilgisiz olan diğer değişkenlerle ilişkilendirmeye çalışmaktadırlar. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 0 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının sınıf ortamında gerçekleştirdiği son etkinlik olan HA etkinliğinde yedi öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde, iki öğretmen adayının ise ölçüt 1 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının HA etkinliğinde çalışırken yapmış oldukları çalışmalara ait konuşmalar aşağıda verilmiştir:

- K8 : Önce k'yı bulursak x' i buradan çekebiliriz aslında k biliniyor ya. Şimdi zaten şuradan bir yerlerden k' yı bilmiyor muyuz?*
- K6 : Aslında şu 2013'e 20 demişler ya bir bunu oradan 20 ye eşitleyip de mi bulacağız acaba?*
- K8 : Yapalım deneyelim birde öyle. Al bende boş kağıt var.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları problem durumunu etkileyen anahtar değişkenleri kullanarak bir model oluşturmuştur. Öğretmen adayları bu model ile probleme çözüm getirebilmek için modeldeki bazı değişkenlerin değerlerine ihtiyaç duymaktadırlar. K6 problemi çözmek için ilgili olan diğer bilgileri ayırt ederken, ulaşmak istenen satış miktarı olan ve problem durumu ile doğrudan ilgili olan 15 milyon TL yerine, maksimum kapasite ile kazanılabilecek 20 milyon TL üzerine yoğunlaşmaktadır. Dolayısıyla K6 problemi çözmek için gerekli olan ulaşılması planlanan hedef değişkenini ilgili bir bilgi olarak değerlendirmeyip, ilgisiz bir bilgiyi dikkate aldığından ölçüt 1 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının sınıf dışı model oluşturmaya çalıştıkları İD etkinliğinde ortaya çıkan problemi çözmek için A7 yeterlik ölçütleri incelendiğinde beş öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde dört öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. Ölçüt 1 ve ölçüt 2 seviyesinde hiç öğretmen adayının bulunmaması ise dikkat çekmektedir. K4 grubu adına İD etkinliği için yapmış oldukları çalışmaları anlatırken, anahtar değişkenler arası ilişkileri içeren bir grafik çiziyor. Ancak yapmış olduğu açıklama K4'ün tatmin etmiyor ve K3 fikrini anlatmak için tahtaya çıkıyor. Bu sırada geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*Araş. : Değişkenlerin neler?*

*K4 :Değişkenlerim ne... Değişkenlerin doz ve gün. Kullanım süresi.*

*Araş. : Hangi durumda azalan olur? Hangi durumda artan olur?[K4'ün çizdiği artan ve azalan grafiklere istinaden]*

*K3 : Hastalık ilerledikçe.*

*Araş. : Dozun ilerlediği... Nasıl diyeyim?*

*K1 : Hastalık bitmeye yakın olduğu zaman doz azalıyor.*

*K4 :Evet.*

*Araş. : Neredeki doz azalıyor?*

*K1 : İlaçtaki.*

*Araş. : İlaçların dozu ayrı ayrı mı?*

*K1 : Hayır mesela miligramı. Mesela ilk aldığımda 60 la başlıyorsa sonra 20 ile. Çünkü hastalık zamanla azalır ya.*

*Araş. : Öyle midir? Mesela antibiyotik alıyorsunuz azala azala mı bırakıyorsunuz?*

*K4 : Mesela uyuşturucu bağımlısı vardır. O zaman dozu yüksekten başlatıp yavaş yavaş azaltırlar. O durumlarda şu (azalan) durum oluşur. Diğer durumlarda şu(artan).*

*K3 : Hocam aslında şöyle bir şey de var mesela bir hastaya 1200mg verdiği zaman 2 saat içerisinde 10 mg falan etki ediyor, 1600 verdiğiğinde aynı süre içerisinde doz arttığı zaman 30 mg etki ediyor. Daha az verdiğiğinde aynı süre içerisinde daha az etki ediyor. O zaman doğrusal bir şey çıkıyor*

*Araş. : Doğrusal dediğin nasıl?*

*K3 : Doğrusal azalan bir şey.*

*Araş. : Çiz bakalım bu dediğini.*



- K4 : Dediği şu arkadaşın. (üssel azalan)Buradaki doz (y) buradaki kandaki ne oranı işte.. ilacın etkisi.*
- K1 : Kağıtta yazıyor işte.*
- K5 : Hastanın iyileşme süreci derecesi.*
- K4 : Hayır.*
- Araş. : Kandaki konsantrasyonu dedi (K3). Yani şunu demek istiyor bir ilacı aldığımda kanda ilk başta çok vardır diyor. O gitgide azalır ve ikinci ilaca kadar tükenme seviyesine gelir. İşte kandaki konsantrasyona süreye göre baktınız mı?*
- K3 : Var o süreler var [ancak emin değil].*

Görüldüğü gibi K4, değişkenleri problem durumu ile ilgili olmayan uyuşturucu kullanımı ile ilişkilendirmektedir. Problem durumuna etki eden şey uyuşturucu kullanımından ziyade karaciğere etki eden etken maddelerin birikimidir. Dolayısıyla K4 ölçüt 0 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilemektedir. Buna karşın K3 ilişkilerde verilen durumun ilacın etki düzeyi ve birim miktarı ile ilgili olduğunu açıklamaktadır. Yani durumu etkileyen ilgili bilgileri belirleyebilmektedir. Dolayısıyla K3 ölçüt 3 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının bireysel projeleri incelendiğinde ise bir öğretmen adayı hariç tüm öğretmen adaylarının problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterlik ölçütlerinin ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. Bir öğretmen adayının bu yeterliği ise ölçüt 0 seviyesindedir. K1'in Giresun'da 2013 yılında kivi üretilip üretilmeyeceğini belirlemeye yönelik model oluşturmaya çalıştığı projesinde, araştırmaları sonucu kivi üretilmesi için o yıl belirli seviyede yağışın olması gerektiğine ulaştığını belirtmektedir. K1'in yapmış olduğu çalışmalar Şekil 29'da verilmiştir.

Kivi bitkisi "800-1400 mm" yıllık yağış miktarı olan yerde daha iyi yetişir. Buna göre 2013 yılının yağış miktarına göre Giresun'da kivi yetiştirilir mi, yetiştirilmez mi?

Kivi belki her yağışta yetişir ama istenilen verimde olması, sulu ve uygun olması için 800-1400mm yağış arasında olmalıdır. fazla olduğu durumlarda da kiviye zarar verebilir. Dökülmesine neden olabilir.

Şekil 29. Bireysel projelerde A7 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Dolayısıyla 2013 yılında kivi üretilip üretilmeyeceğini belirlemek için 2013 yılındaki yağış miktarını tahmin etmesi gerektiğini dile getirmektedir. Görülüyor ki K1 gerçek bağlama etki eden birçok değişken arasından problem durumu ile ilgili olan bilgileri iyi ölçütte belirleyebilmiştir. Bu bağlamda K1, ölçüt 3 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, NE etkinliği üzerinde çalışan K10'un, problem durumu ile ilgili gerçek yaşamdaki birçok bilgiye ulaştığı görülmektedir. K10'un bağlam ile ilgili ulaştığı bilgileri aşağıda verilmiştir:

Nükleer teknolojinin başarısı maliyet, güvenlik, atık, nükleer silahlanma gibi sorunların uzun dönemde çözümüne ve algılanmasına bağlıdır.

Ülkeler, enerji politikalarını belirlerken enerji kaynakları, dışa bağımlılıkları, coğrafi durumları, nüfus artış hızı, finansman durumu, enerji kaynaklarında çeşitlilik gibi değişkenleri dikkate aldığından dünyada nükleer enerjiden vazgeçilmesi söylenememektedir.

Nükleer enerji dünyadaki kullanımı gelişmiş ülkelerde sabit kalırken, gelişmekte olan ülkelere sürekli bir artış göstermektedir. Dolayısıyla Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin enerjiye gereksinimi yüksektir. Nükleer enerji hem dışa bağımlılığı azaltma, hem de güvenilir elektrik üretilebilmesi bakımından önemli bir seçenek haline gelmiştir.

Şekil 30. K10'un A7 alt-yeterliği kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar

## Şekil 30'un devamı

Dünya elektrik ihtiyacının 2007 ile 2035 yılları arasında yıllık ortalama %1,4 toplamda %49 artacağı öngörülmektedir. Ülkemizde ise 2009 - 2018 yılları arasında yüksek talep olduğunda %4,5 - 7,5 düşük talep olduğunda ise %4,5 - 6,7 oranında yıllık elektrik talep artışı olacaktır tahmin edilmektedir. Bu artışa karşın, petrol rezervleri 2050 yılında tükenmektedir. Doğalgaz rezervleri ise 2070 yılında tükeneceği tahmin edilmektedir. Bu durumda her an kullanıma hazır, ucuz, çevre dostu, güvenilir yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da nükleer enerji ihtiyacını artırmaktadır.

Türkiye Tahmini güç ve enerji talebi

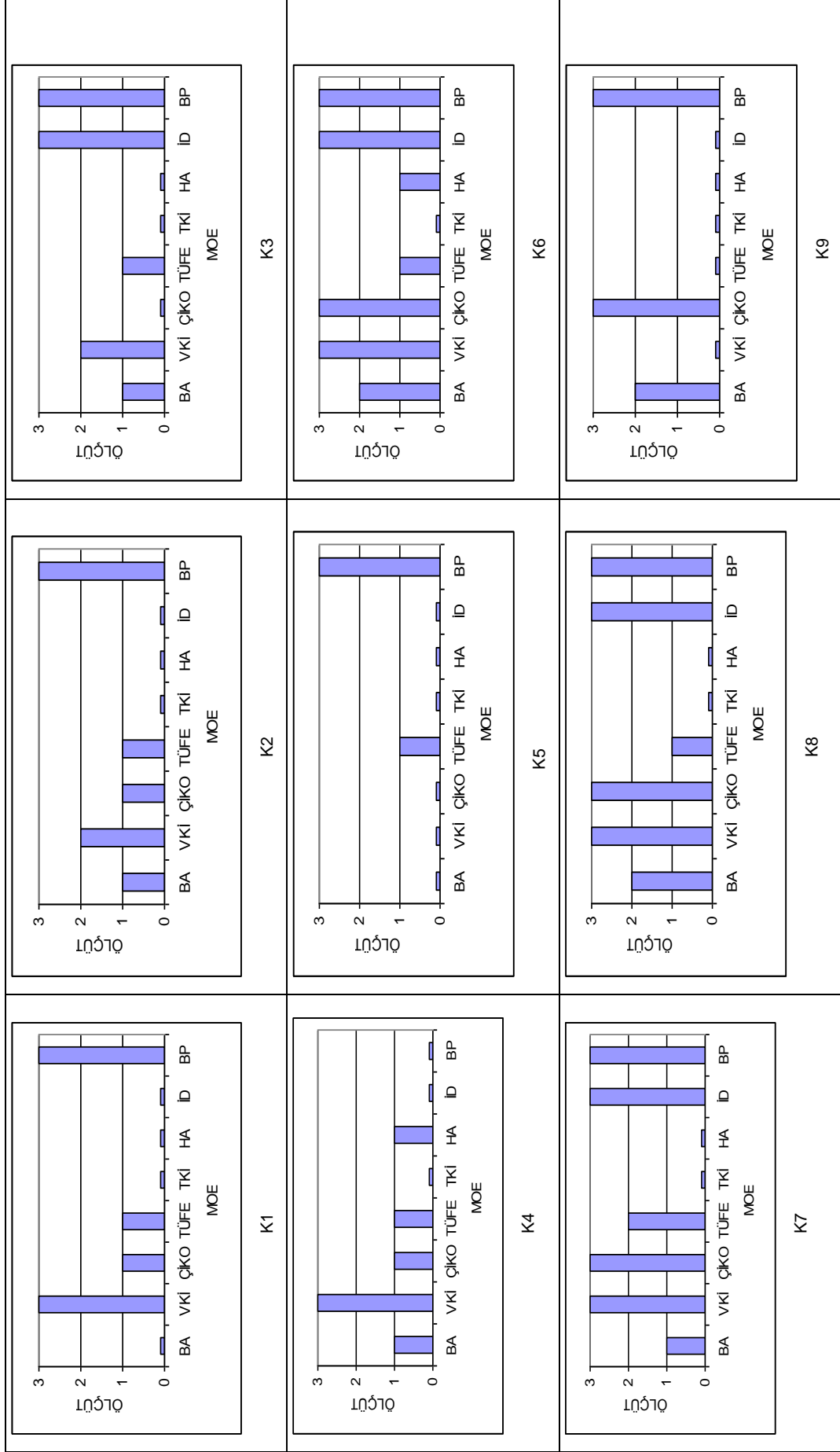
	Puant güç talebi	Artış %	Enerji talebi (Gws)	Artış %
2014	51.692	7,9	326.388	7,9
2015	55.724	7,8	351.846	7,8

Görüldüğü gibi K10 bağlam ile ilgili bir çok bilgiye ulaşılmıştır. Ancak bu bilgilerden hangilerinin problem durumuna çözüm getirmek için gerekli hangilerinin gereksiz olduğunu belirlemede güçlükler yaşamaktadır. Sonuç olarak da durumun çok karmaşık olduğunu ve yıllara göre nükleer enerji üretiminin yazdığı bir tablo bulamadığını, bu verilerin ise işe yarayıp yaramadığını bilmediğini dile getirmektedir. Dolayısıyla K10'un A7 yeterliği ölçütü olarak değerlendirilmiştir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 2'de değerlendirildiği diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içinde A7 alt-yeterlik ölçütlerinin dağılımını gösteren Grafik 7 incelendiğinde, matematiksel modelleme üzerine herhangi bir eğitim alanından da bu yeterliğe arzulanan seviyede olmasa da sahip olduğu görülmektedir. İkinci ve üçüncü etkinliklerde bu yeterliklerinde bir gelişim olduğu görülürken, ilerleyen sınıf içi etkinliklerde ise olumsuz yönde bir değişim olduğu görülmektedir. Sınıf dışı etkinlik olan İD etkinliğinde ise ilk başta hiç öğretmen adayının bulunmadığı ölçüt 3 seviyesinde dört öğretmen adayının bulunduğu bununla birlikte ölçüt

0 seviyesinde de beş öğretmen adayının bulunduğu dikkat çekmektedir. Süreç sonunda ise öğretmen adaylarının A7 alt-yeterliklerinin süreç başlangıcına göre olumlu yönde geliştiği, bir öğretmen adayı hariç diğer tüm öğretmen adaylarının ölçüt 3 seviyesinde A7 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının A7 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları gözlenmektedir. Bu da A7 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden arzulanan seviyede olmasa da etkilediğinin göstergesidir.

Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki A7 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A7 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 31'de verilmiştir:



Şekil 31. Öğretmen adaylarının A7 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 31 incelendiğinde iki öğretmen adayı hariç tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmamalarına rağmen, karşılaştıkları BA etkinliğinde A7 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak A7 alt-yeterlik ölçütlerinin 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise bir öğretmen adayının herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde A7 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki A7 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise tüm öğretmen adaylarının A7 alt-yeterliklerinin ölçüt 3 olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının A7 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

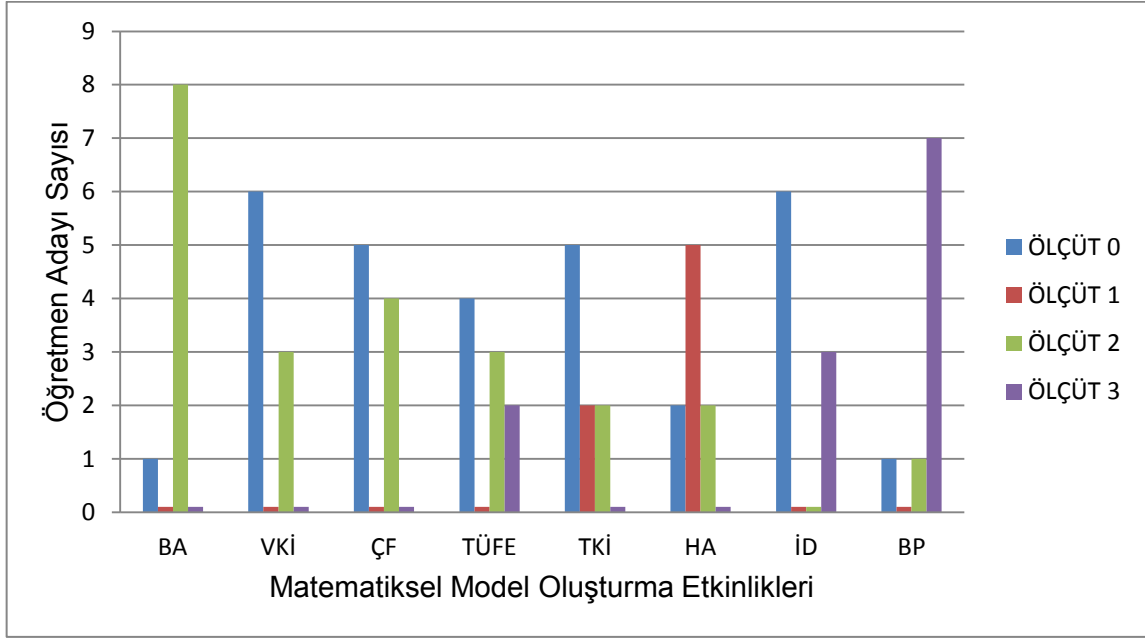
Bu bölümde sunulan bulgular incelendiğinde A yeterliği ile ilgili genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Çünkü A yeterliğine ait A1, A2, A3, A4, A5, A6 ve A7 alt-yeterlikleri etkinlikler bağlamında farklı ölçütlerde değerlendirilmekte ve süreç içinde farklı dağılım göstermektedir.

#### **4. 2. Gerçek Modelden Bir Matematiksel Model Oluşturma Yeterliği ile İlgili Bulgular**

Bu çalışmada gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; *(B1) ilgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme, (B2) ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme, (B3) gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme, (B4) gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme, (B5) uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda bu bölümde, tasarlanan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliğinin süreç içindeki gelişimi, bu alt yeterliklerin gelişimi bağlamında incelenmiştir. Grupça yürütülen MOE'lere ait videolar ve bireysel MOE projeleri alt yeterlikler bağlamında nitel olarak analiz edilmiştir. Grup ve bireysel çalışmalardaki alt yeterlikler ve alt yeterlik ölçütleri her öğretmen adayı için bireysel olarak belirlenmiştir. Takip eden bölümde her alt yeterliğin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafik verilmiş ve gelişim süreç içinde yaşananlar ile yorumlanmıştır. Öğretmen adayları tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her alt-yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en güzel ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının *"ilgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme"* alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları

performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 8'de verilmiştir.



Grafik 8. Öğretmen adaylarının ilgili B1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 8'de görüldüğü gibi problem için B1 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olmasına rağmen ölçüt 2 olarak değerlendirilen çalışmaların oldukça fazla olması dikkat çekmektedir. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçüt 0 ve 1'de öğretmen adaylarının bulunduğu dikkat çekmektedir. Süreç sonunda ise neredeyse tüm öğretmen adaylarının B1 alt-yeterliğinin gelişerek ölçüt 3 seviyesinde değerlendirildiği görülmektedir. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

B1 yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 8 incelendiğinde, sürecin başlangıcında karşılaşılan BA etkinliğinde bir öğretmen adayı hariç diğer öğretmen adaylarının ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. BA etkinliğinde çalışırken K5, B1 yeterliğine yönelik grup arkadaşlarının çalışmalarını izlemiş ancak herhangi bir fikir beyan etmemiştir. Bundan dolayı K5 ölçüt 0 seviyesinde bu yeterliğe sahip olarak değerlendirilmiştir. Grup arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

*K2 : Ayak izlerini şey yapalım, mesela senin ayak izini ölçelim, koyalım [Kartonu işaret ediyor]. Kendi ayak izimi ölçeyim, kalıbını falan böyle olacak yani.*

*K5 : Mesela kiloluysa daha geniş.*

*K4 : Basık.*

*K2 : Aynen. Toprakta basınca daha çok çöküyor mesela.*

*K3 : Büyük olursa erkek.*

*K2 : Aynen. [Kartonu yere koyuyor] K4 bas.*

*K4 : Tamam da burada anlaşılmaz ki.*

*K2 : Bir dakika [Kartondaki kendi ayak izini cetvelle ölçüyor]*

*K4 : Yap bakalım.*

*K1 : Ben de yapacağım.*

*... K1 ve K4'ün ayak izlerinin çeşitli kısımları ölçüyor....*

*K2 : Şimdi bak sizin yaptığınız [ayak izlerini gösteriyor] zayıf insanlar görüyor musun çapını [ayak izinin enini göstererek]? Beni görüyor musun [kendi ayak izini göstererek]?*

*K4 : Yani ince.*

*K1 : Yani fit. Benim 39 kilo olduğum anlaşılır.*

*K3 : O büyük mesela [K2'yi göstererek]*

*...K2, Ölçümler yapıyor. K1'in ayak izi için 0 ile 3 aralığında bir değer bulunduğunu söylüyor. Kendi ayak izi için de aynı ölçümü yapıyor ve aynı değer buluyor...*

*K1 : Pardon da senle ben aynı mı? Hocam siz inandınız mı? [Kameraya konuşuyor]*

*K5 : Bence aynı yerden ölçmedi hata yaptı.*

*K2 : K4 o zaman senle benim ayağım aynı ve 3,5. Şimdi aşağı inelim ayak izi bakalım. [Ardından grupça dışarı çıkılıp bir çamur birikintisinde ayak izleri çıkarılarak benzer işlemler yapılıyor. ]*

Görüldüğü gibi K2 bağlam üzerine yapılan tartışmalar sonucu belirledikleri problem durumunu etkileyen nitelikleri matematiksel olarak ifade etmek için çalışmalarda bulunuyor. K5 hariç diğer arkadaşları da yardımda bulunuyor. Değişkenleri matematiksel olarak ifade etmek için ayak izlerinin önce kartonda daha sonra çamurda boyutlarını ölçüyorlar. Bunu da sınıf ortamında bulunan bir cetvel yardımı ile yapıyorlar. Bu cetvel bir tarafı santimetre bir tarafı ise inç uzunluk birimleri içeren bir cetveldir. Cetvel görüntüsü Şekil 32'de verilmiştir.





Şekil 32. Kullanılan cetvel BA etkinliğinde B1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü

Öğretmen adayları ölçüm yaparken santimetre yönünü kullanmak yerine inç yönünü kullanmaktadır. Dolayısıyla bu nitelik ve nicelikleri matematiksel olarak ifade etme sürecinde yapılan küçük bir hatadır. Bu bağlamda çalışmaları yürüten K1, K2, K4 ve K5 ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliği sergilemektedir.

İkinci etkinlikte de B1 yeterlik ölçütlerinin yine ölçüt 0 ve ölçüt 2 seviyesinde olduğu ancak ölçüt 0 seviyesinde bulunan öğretmen adayı sayısının artarken, ölçüt 2 seviyesinde bulunan öğretmen adayı sayısının azaldığı görülmektedir. Öğretmen adayları, VKİ etkinliğinde verilen modeli problem çözümü için kullanırken, araştırmacı çalışmalarını izlemek için yanlarına gitmiştir. Bu sırada araştırmacı ve öğretmen adayları arasında geçen konuşmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K6 : Hocam, bu model yanlış [Kameraya konuşuyor].*

*Araš. : Neden ?*

- K6 : Biz hesaplıyoruz 14 falan çıkıyor.
- Araş. : Çok mu zayıf çıkıyorsun ?
- K6 : Evet.
- Araş. : Nasıl hesapladınız peki?
- K7 : 1.63 olarak aldık.
- K6 : Bir daha hesaplayalım mesela. Ağırlık benim 53.
- Araş. : Peki orada A dediği şey ne?
- K8 : Ağırlık. 530 mu alacağız o zaman.
- K6 : 5300 mü alacağız.
- Araş. : Bak ne yazıyor. A neymiş şurada.
- K7 : Buradan hesaplayacağız o zaman.
- Araş. : Buradan hesaplayabilir misin peki ? Pound cinsinden diyor. Sizin söylediğiniz ağırlık ne cinsinden ?
- K6 : Kilogram.
- Araş. : Bunu peki o zaman bu modele direk yazabilir misiniz? 53 diye.
- K7 : Bunu buradan çevireceğiz o zaman. [Etkinlikte verilen tabloyu göstererek]
- Araş. : Bu bir çeviri tablosu mu?
- K6 : Peki nasıl yapacağız ? Ben kaç poundumdur sizce ?
- Araş. : Nasıl ulaşabilirsiniz bu bilgiye? İnterneti kullanabilirsiniz bilgisayar orada var telefonunuzda varsa oradan da kullanabilirsiniz.
- K8 : Bir kilogram kaç pound yazalım.
- K7 : Sen kaç kiloydun kız. 53.
- K7 : Boy da inç cinsinden. Ohoo... 1 inç de bulacaksın.
- K8 : Sen kaçtın? 50....
- ...K8 telefonda internete bağlandı...
- K7 : Hesaplıyor mu? 53 ya sen biri öğren onu kendimiz hesaplarız sonra.  
K6 bilgisayardan araştırmaya gitti.
- K8 : 116... Gel gel [K6'ya]. 116.844998957985.

Görüldüğü gibi öğretmen adayları, bağlam ile ilgili geçmiş deneyimlerinden bildiği bir modelin nasıl kullanıldığını hatırlayarak verilen modeli dikkate almadan nitelikleri matematiksel olarak ifade etmektedir. Bu matematiksel olarak ifade etme anahtar değişkenler için doğru ancak modelde istenen birimler açısından hata teşkil etmektedir. Ayrıca görülüyor ki öğretmen adayları modelde verilen birimlere dikkat etmemekte ancak araştırmacının yönlendirmeleri ile birimlerin farkına varmaktadır. Ayrıca birimler çevrilirken

santimetrenin inç cinsinden değeri yerine incin santimetre cinsinden değeri dikkate alınmaktadır. Bunun ise dikkatsizlikten kaynaklandığı ve bu yüzden de önemsiz bir hata olduğu görülmektedir. Dolayısıyla K7 ve K8 ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliği sergilemektedirler.

Üçüncü etkinlikte de B1 yeterlik ölçütlerinin pek değişim göstermediği, beş öğretmen adayının ölçüt 0, dört öğretmen adayının ise ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliği gösterdiği görülmektedir. Öğretmen adayları, ÇF etkinliğinde çalışırken değişkenleri matematiksel olarak ifade etme üzerine yapılan çalışmalarda geçen konuşmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K1 : Üretim masrafını bulduk 301. Soru nerde?*

*K4 : Tamam üretim masrafını bulduk. Şimdi şunu yapacağız. Bak üretim masrafı.*

*K1 : Sabit gideri de diyor ki.*

*K4 : Üretim masrafını bulduk. Gideri ne?*

*K1 : Himm. Bak burada da vermiş onun denklemini de vermiş.*

*K4 : Tamam işte gerek yok. Bununla bunu toplayacağız.*

*K1 : Hayır.*

*K4 : Bununla bunu toplayacağız, sattığımız şeyden çıkartacağız, ne kadar kâr elde ettiğimizi belirleyeceğiz.*

*K1 : Hayır. Tamam. Bu neydi? Sabit gider...*

*K4 : Sabit gider. 215 bin hiç değişken yok burada hani kutu sayısı ile bağlantı yok.*

*K1 : Sabit bir gider her türlü zaten... tamam. Şimdilik ..*

*K4 : Şimdi bunları toplayıp 1 milyon 600 bin den çıkaralım. 215 bin...*

*K1 : 215bin +*

*K4 : 7 bin. 700 bin.*

*K1 : 700 bin – 1600*

*K4 : 1600 x bizim üretimimiz,*

*K2 : 1 kutu 8 lira ise 200 bin kutu x lira.*

*K4 : 1600x*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları anahtar değişkenler olarak gelir ve gider miktarlarını belirlemiş ve bu doğrultuda bu nitelikleri matematiksel olarak ifade etme çalışmalarında bulunmaktadır. Ancak etkinlikte verilen maksimum üretim miktarı 200 bin kutu bilgisinin ilgisiz veri olduğunu belirleyemediklerinden dolayı gerekli nitelikleri

matematiksel olarak ifade ederken hata yapmasalar da yanlış sonuçlar elde etmektedirler. Dolayısıyla K1 ve K4 ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliği sergilerken, etkinlik boyunca niteliklerin matematiksel olarak ifade edilmesi üzerine yorum yapmayan ya da K1 ve K4'ün fikirlerini tekrarlayıp farklı bir fikir ortaya atmayan K2, K3 ve K5 ölçüt 0 seviyesinde B1 yeterliği sergilemektedir.

Önceki etkinliklerde olduğu gibi TÜFE etkinliğinde de B1 yeterli ölçütlerinin pek değişim göstermediği, dört öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde, üç öğretmen adayının ise ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliği sergilediği görülmektedir. ancak bu etkinlikte dikkat çeken iki öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde B1 yeterliği sergilediğinin görülmesidir. Öğretmen adaylarının TÜFE etkinliğine ilgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme üzerine çalışırken geçen konuşmalar dan kesitler aşağıda verilmiştir:

*K6 : Bak şimdi bir yaz şuraya A şey...*

*K8 : Karşılaştırılan yılın Tüfe'si.*

*K6 : Aldığımız yılın Tüfesi de...*

*K8 : Evet de...*

*K6 : B hayır onu deme o x olsun. B eşittir şey karşılaştırdığımız yıl. x' te bulmak istediğimiz yılın neyi indeksi mi?*

*K8 : Yok x' te bulmak istediğimiz yıl. Mesela 2000 şuna mı x dedin sen?*

*K7 : Zaten B' yi karşılaştırmak istediğimiz yılın ?*

*K6 : x bulmak istediğimiz yıl de*

*K8 : Evet. x' te Tüfesi bulunmak istenen yıl. x-b mi olacak? Yani bence böyle bir şey olacak. Daha nasıl şey yapabiliriz ki? Şimdi yaz onu da şuraya yaz  $A+11.4*(x-B)$  yani bu en fazla bu kadar oluyor.*

*K7 : İstenen yılın Tüfesinede C diyelim mi?*

*K6 : Ne?*

*K8 : İstenilen yılın Tüfesine dedik ya x diye.*

Görüldüğü gibi K7 ilgili nicelikleri matematiksel olarak ifade ederken hatalar yaparken, K6 ve K8 arkadaşlarının hatalarını düzelterek oldukça iyi ölçütte matematiksel olarak ifade etmektedir. Dolayısıyla K7 ölçüt 2, K6 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde B1 yeterliği sergilemektedir.

Beşinci etkinlik olan TKİ etkinliğinde ölçüt 0 seviyesinde yeterlik sergileyen öğretmen adayı sayısı pek değişim göstermezken, ölçüt 1 ve ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliği sergileyen ikişer öğretmen adayı bulunmaktadır. Ayrıca bu etkinlikte ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergileyen öğretmen adayı bulunmamaktadır. Öğretmen adaylarının

ilgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme üzerine yürüttüğü çalışmalarda geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K2 : Yaz hadi yaz. Hayır yıla göre mesela 1 yılda bu kadarsa veya bir şey diyeyim mi size? 3 yılda bak aynı gitmiş değil mi. 2006 dan 2008 e kadar şu aradaki farkı bulup. Hocam biz niye bu kadar zorlanıyoruz acaba her hafta niye bu kadar zorlanıyoruz.*

*K5 : İki yıl arasındaki farkı bulsak.*

*K1 : Bilmiyorum.*

...

*K5 : 2007 ile 2006 arasında ölü sayısındaki farka bir baksanıza. Farka bakarak mı şey yapacağız. Artış ya da azalış miktarına bakmamız lazım bunun arasındaki. İkisinin farkı kaç?*

*K1 : İşte sabit bir oranla gitmiyor. Sıkıntı o anlamın mı? Sabit bir oranla azalıp artmıyor şey yapmıyor. Azalıyor, artıyor, azalıyor, azalıyor, artıyor, azalıyor.*

*K4 : ...4324+4045+3835 [işlem yapıyor, farkları hesaplıyor]. Söyley misin sonucu?*

*K3 : 206..*

*K1 : 26bin 80.*

*K4 : 5 yılda toplam ölü sayısı*

*K1 : O zaman 2 yılda kaç diyeceğiz.*

Görüldüğü gibi K2 ve K5 verileri yorumlayarak problem durumuna uygun olarak belirledikleri nitelikleri matematiksel olarak ifade etmek gerektiğinin farkındadır. Ancak matematiksel olarak ifade edememektedirler. Bu yüzden K2 ve K5, ölçüt 1 seviyesinde B1 yeterliği sergilemektedir. K1 ise bilmediğini belirttiğinden ölçüt 0 seviyesinde yeterlik sergilemektedir. Çalışma devam ederken ilerleyen süreçte K5 tekrar matematiksel olarak ifade etme fikrini ortaya atmakta ve K1'de bu durumda fikrini dile getirmektedir. Bu fikirde de doğru niteliklerin matematiksel olarak ifade edilmesi gerektiğinin farkında ancak bu etkili şekilde yapılamamaktadır. Bu sırada K4 kendi çalışmalarını dile getirmektedir. Bu doğrultuda K1 fikrini geliştirerek değişim oranını belirlemek için doğru matematiksel ifadeyi kullanmaktadır. Ancak ilgili tüm nitelik ve nicelikler için matematikselleştirme önerememektedir. Dolayısıyla K1 ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliği sergilemektedir.

Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde ise yine ölçüt 3 seviyesinde B1 yeterliği sergileyen öğretmen adayı bulunmazken, ölçüt 0 seviyesinde bulunan öğretmen

adayı sayısının azalarak ikiye düştüğü, ölçüt 1 seviyesinde beş, ölçüt 2 seviyesinde ise iki öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. HA etkinliği üzerine çalışırken değişim oranını belirlemesi gerektiğini fark eden ve değişim oranını matematiksel olarak ifade etmeye çalışan K4'ün grup arkadaşlarına çalışmalarını anlatırken geçen konuşma aşağıda verilmiştir:

*K5 : Bence 10 yıl. Hemen 10 yıl orantı yaptım.*

*K4 : Yani 15 milyona ulaşması için 4 milyon orada var, her iki yılda bir 4 daha katlasa 8. 4, 8, 12.*

*K5 : 2 yılda 4 ise Yılda 2 mi?*

*K4 : 4 virgül 12, 16 yaklaşık olarak 4. Yani 2016.*

Görüldüğü gibi K4 ve K5, problem durumuna çözüm getirmek için belirlenmesi gereken değişim oranı değişkenini benzer matematiksel ifadelerle dile getirilmeye çalışmaktadır. K4 yuvarlamalar yaparken, K5 yanlış hesaplamalar sonucu yanlış sonuca ulaşmaktadır. Ancak etkinlikte verilen gerçek yaşam bağlamına doğrusal artış uygun olmamakta, bağlamı açıklayan değişim üssel bir değişimdir. Dolayısıyla doğrusal değişim göz önüne alınarak dile getirilen bu matematiksel ifadeler doğru matematiksel model oluşturmak için yeterli değildir. Bu bağlamda K4 ve K5 ölçüt 1 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikleri matematikselleştirme yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının sınıf dışı olarak yürüttükleri son grup çalışması olan İD etkinliğinde b1 yeterlik ölçütü 0 olan 6 öğretmen adayının olduğu görülürken, ölçüt 3 seviyesinde yeterliğe sahip üç öğretmen adayının olduğu görülmektedir. İD etkinliğinde öğretmen adaylarının çalışmalarını K7 sunarken, K8'in yapmış oldukları bir yanışı aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

*K8 : Hocam mesela ben sivilce ilacı kullanıyorum. O ilacın mg'ını 10-20-30-40 diye almışız. Ama mesela üst sınır, mesela 60 kg olan birinin 9000 kullanması gerekiyor üst sınır alt sınır da 7200 kullanması gerekiyor. Biz onları yanlış aldığımız için.*

*K6 : Yerlerine yanlış yerleştirmişiz*

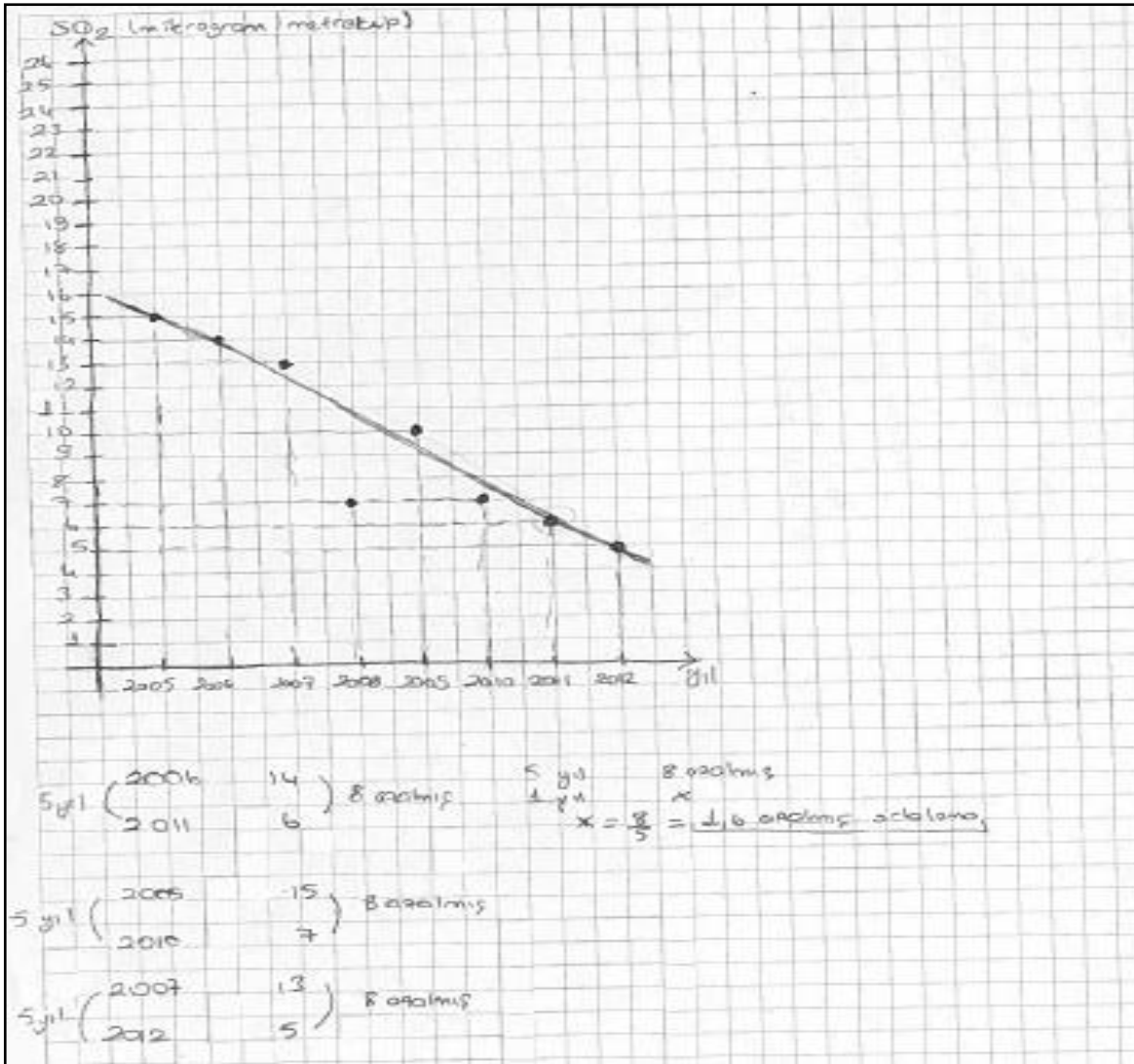
*K8 : Evet yerlerine yanlış yerleştirmişiz*

...

*K8 : Evet evet. Hocam bir de burada internette bir formül vardı. Kilo ile 120yi çarpmışlar bulmuşlar. Hani o dozun alması gerekeni.*

Görüldüğü gibi K8 hangi niteliklerin ilaç dozunu etkilediğinin ve bu nitelikleri matematiksel olarak ifade etmesi gerektiğinin farkındadır. Ayrıca ilerleyen tartışmalarda matematikselleştirmeyi bilimsel gerçekleri ele alarak yaptıklarını dile getirmektedir. Dolayısıyla K8 ölçüt 3 seviyesinde B1 yeterliği sergilemektedir.

Son olarak geliştirilen bireysel çalışmalar sunulurken, bir öğretmen adayının ölçüt 0, bir öğretmen adayının ölçüt 2 ve yedi öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde B1 yeterliği sergilediği görülmektedir. K5 kükürt dioksitin yıllara göre değişimini matematiksel modellemeye çalıştığı projesinde, doğrusal bir model oluşturmak üzere eğimi belirlemiştir. Bu bağlamda yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:



Şekil 33. Bireysel projelerde B1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Ancak görüldüğü üzere azalma söz konusu olan verilerin eğimi pozitif olarak değerlendirilmiştir. Bu da ilgili nitelikleri matematiksel olarak ifade ederken yapılan bir hatadır. Dolayısıyla K5 ölçüt 2 seviyesinde B1 yeterliği sergilemektedir.

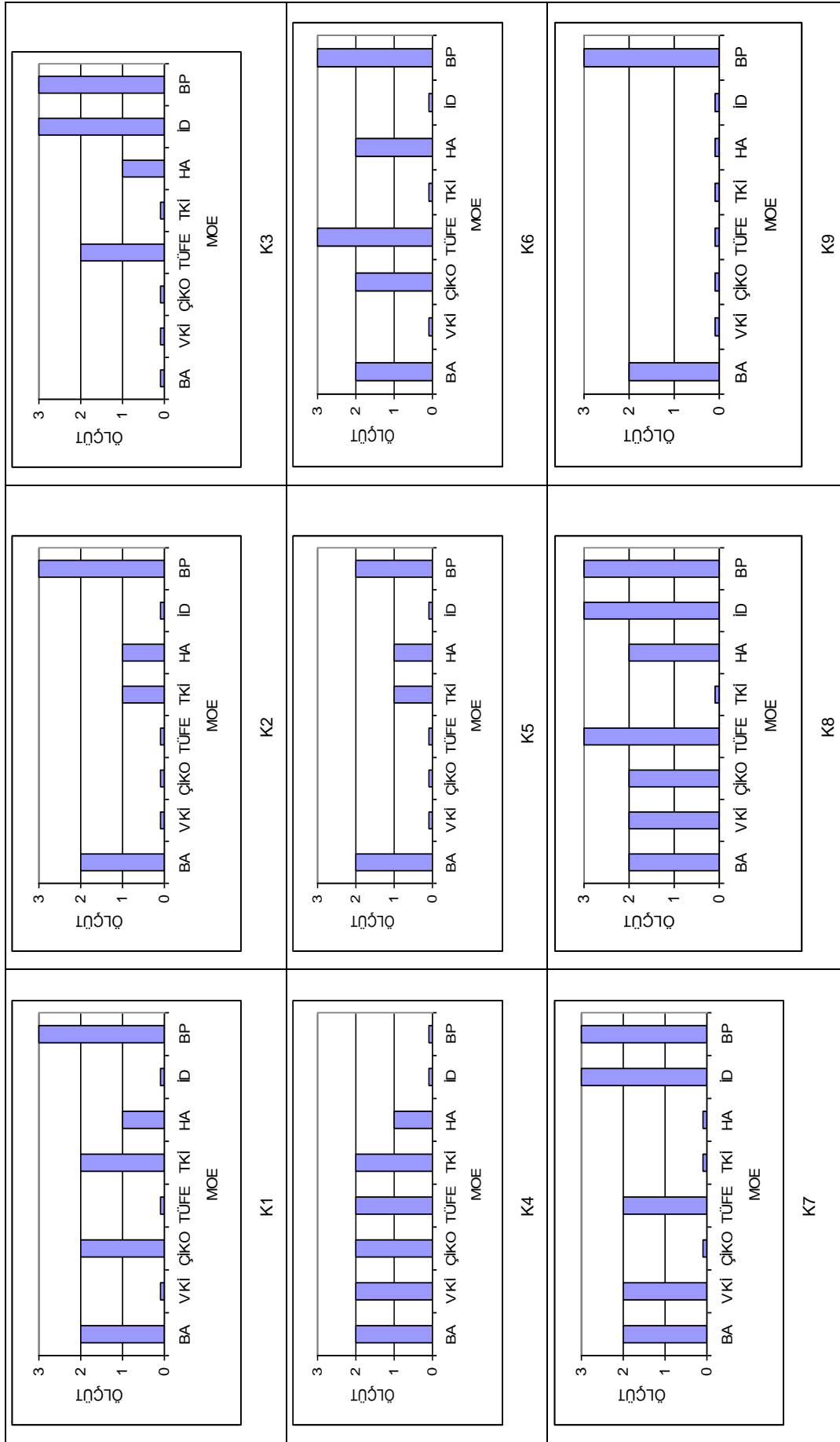
Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, K10'un, problem durumu ile ilgili belirlemiş olduğu "nükleer enerji üretim miktarındaki değişim" niteliğini matematiksel olarak ifade etmesi gerektiğinin farkında olduğu görülmektedir. K10 çözüme ulaşabilmek için bağlamla ilgili nitelikleri matematiksel olarak ifade etmesi gerektiğinin farkında olduğunu dile getirmekte ancak bunu nasıl yapabileceği ile ilgili bir fikre sahip olmadığını belirtmektedir. Dolayısıyla K10 belirlemiş olduğu nitelikleri matematiksel olarak ifade edememektedir. Bundan dolayı K10'un B1 yeterliği ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, birer öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 0, ölçüt 1 ve ölçüt 3 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Burada dikkat çeken matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip olmayan bir öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergilemiş olmasıdır. Ancak diğer öğretmen adaylarının bu yeterliği oldukça düşük seviyededir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B1 yeterliklerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 8 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme üzerine eğitim alandan da B1 yeterliklerine sahip olduğu, ilk dört etkinlikte bu yeterlik ölçütlerinin dikkat çekici bir değişim göstermediği görülmektedir. Süreç boyunca derste yürütülen etkinliklerden sadece TÜFE etkinliğinde ölçüt 3 seviyesinde B1 yeterliğinin ortaya çıktığı dikkat çekmektedir. Bu etkinliğin devamında yürütülen etkinliklerde hatta son etkinlik olan İD etkinliğinde de ölçüt 0 seviyesinde öğretmen adayının bulunması dikkat çeken bir başka husustur. Diğer taraftan süreç sonunda öğretmen adaylarının geliştirdikleri bireysel projelerde B1 yeterliklerinin oldukça iyi ölçütte sergilendiği görülmektedir. Ancak süreç sonunda ölçüt 3 seviyesinde bu yeterliğe sahip olmayan iki öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının B1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu da B1 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden arzulanan seviyede olmasa da etkilediğinin göstergesidir.

Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki B1 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik



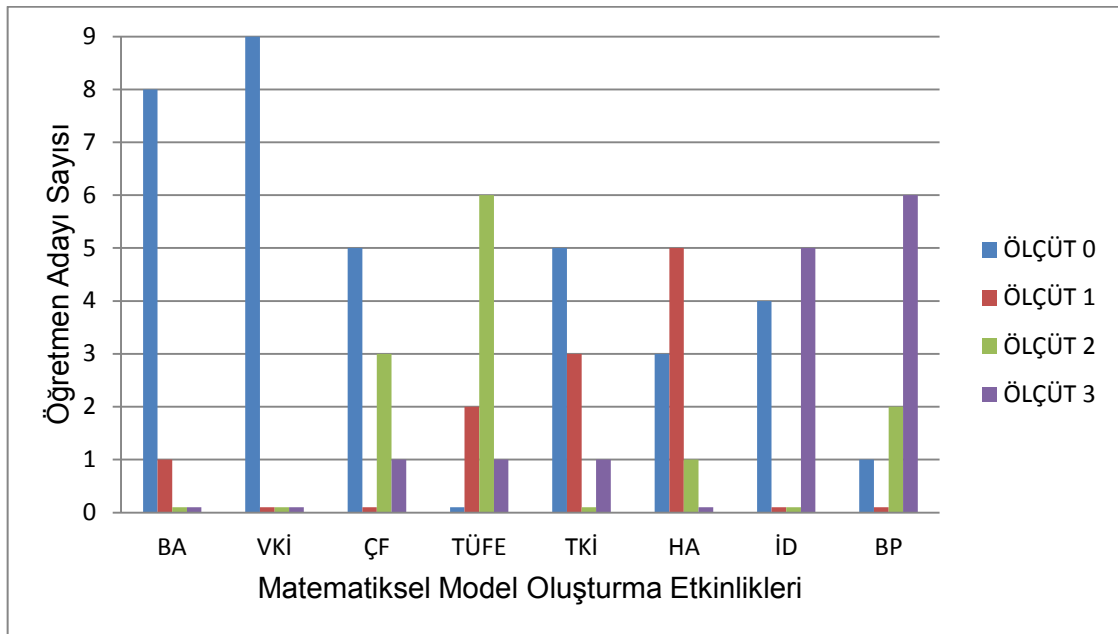
dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 34'te verilmiştir:



Şekil 34. Öğretmen adaylarının B1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 34 incelendiğinde bir öğretmen adayı hariç tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmamalarına rağmen, karşılaştıkları BA etkinliğinde B1 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak B1 alt-yeterlik ölçütlerinin 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise bir öğretmen adayının herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde B1 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki B1 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise bir öğretmen adaylarının B1 alt-yeterliklerinin ölçüt 2, diğer öğretmen adaylarının ölçüt 3 olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının B1 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunun göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “*ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme*” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 9'da verilmiştir.



Grafik 9. Öğretmen adaylarının B2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 9'da görüldüğü gibi ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır.

Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 2 ve 3'e doğru artmaktadır. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

B2 alt- yeterliklerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 9 incelendiğinde, süreç başlangıcında matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim almadan, neredeyse tüm öğretmen adaylarının ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 olduğu görülmektedir. Sadece bir öğretmen adayının ölçüt 1 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının BA etkinliğinde yürüttüğü çalışmalarda ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme ile ilgili geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K3 : Ayakkabı izinden toprağın yumuşaklığı anlaşılır.*

*K4 : Kesinlikle. Veya kilosuyla...*

*K2 : Yani insan ne kadar kiloluysa kiloyla doğru orantılı yani ağırlık.*

*K1 : Battığı neyle çapla mı?*

*K2 : Battığı çapla. Mesela bir çamur yapıp ben bassam, sen [K1] bassan aynı çıkmaz mesela.*

*K4 : Derinlik diyelim ona.*

Görüldüğü gibi grup arkadaşları durumu etkileyen değişkenler üzerine tartışmalar yürütürken, K2 değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirmeye yönelik fikirler ortaya atmaktadır. Ancak fikirler sözel cümlelerden ileri gitmemektedir. Yani K2 nitelikler arası ilişkileri matematikselleştirmede sözel ifadeler kullanmış, orantı sabitini araştırarak ilişkileri bulup matematiksel model oluşturmak adına matematikselleştirme yapmamıştır. Bu yüzden K2 ölçüt 1 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilememektedir.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ortaya çıkan ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterlik ölçütleri incelendiğinde, tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde yeterlik sergilediği dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde olmaları geçersiz matematikselleştirmeler yapmalarından değil bu yeterlik ile ilgili hiçbir yeterlik sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

Öğretmen adaylarının öğrenme ortamında karşılaştıkları üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde, ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliklerinin az da olsa gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde beş, ölçüt 2 seviyesinde üç ve ölçüt 3 seviyesinde ise bir öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adayları

çalışmaları sırasında durumu etkileyen değişkenlerin gelir ve gider olduğunu belirlemiş ve değişkenler arası gerçek ilişkileri kurmuştur. Ardından grup matematikselleştirme sürecine geçmiş ve bu doğrultuda çalışmalar yürütmeye başlanmıştır. Bu sırada K5'in yürüttüğü çalışmaları arkadaşlarına anlatırkenki geçen konuşmalar ve sonuç olarak oluşturulan matematiksel model aşağıda verilmiştir:

*K5 : Ben bunu 150 bindeki masrafını buldum tamam mı? Dedim ki 200 bin kutuda bu kadar masraf varsa 150 bindeki.*

...

*K4 : Bak şimdi 150 bin kutuda bizim şeyimiz ne biliyor musun? 8 ile çarptığımız zaman 4. 1 milyon 200 bin mi. 1milyon 200 bin elimizde para var 150 bin kutu var. 150 bin kutu da bizim bu kadar elimizde para var. Tamam mı? 150 bin kutu var yani 150 direk ben 150 ye gidiyorum 200 bin kutuya girmiyorum tamam mı? 200 bin kutuya girmiyorum. 150 bin kutudan bu kadar var. Bir milyon bin (1600)– 215 bin dimi -3bin500.. Tamam mı bu bizim kârımız mı? Bu ne? 8 x yani 8 x kutuyla çarpılmış hali. Anladınız mı bir şey?*

Görüldüğü gibi K4 ve K5 oluşturmuş oldukları gerçek ilişkileri dikkate alarak, matematikselleştirme yapmaya çalışmadır. Ancak etkinlikte verilen sabit giderin fabrikanın değişmeyen gideri olduğunun farkına varmamakta ve bu doğrultuda istediği miktar üretim için sabit gideri bulmak için değişkenler arası ilişkileri hatalı bir şekilde matematikselleştirmektedir. Ayrıca diğer değişkenler ile ilgili matematikselleştirme sürecinde de aynı sebeplerden dolayı hatalar yapmaktadır. Dolayısıyla K4 ve K5 ölçüt 2 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilemektedir.

TÜFE etkinliğinde ortaya çıkan ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterlik ölçütleri incelendiğinde olumlu yönde gelişim olduğu, iki öğretmen adayının ölçüt 1, altı öğretmen adayının ölçüt 2 ve bir öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Ayrıca bu etkinlikte ölçüt 0 seviyesinde öğretmen adayının olmadığı dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının TÜFE etkinliğini yürütürken ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme çalışmaları ve sonuç olarak oluşturulan matematiksel model aşağıda verilmiştir:

*K4 : Bak mesela; hani şey yapıyorlar ya Türkiye'deki ocak ayındaki dış ticaret oranı diğer yılın ocak ayına göre yüzde 30 arttı. Bu da o mesela 2003 yılıyla 2010 yılı karşılaştırılmış. Arada.*

*K3 : 7 yıl var.*

*K4 : 94,7- 147,7.*

*K3 : Mesela 2003 yılında bu kadar olmuş ya 2010 yılında da aradaki fark 7 yıl içerisinde şu kadar bir değişim olmuş. Mesela hoca da dedi ya hani 2013 yılına bakarsak 2014'ü tahmin edebiliriz.*

*K1 : Bir de şurada demiş ki belli bir yıl seçelim ve bu yılı temel olarak kabul edelim.*

*K5 : 7 yılda o kadarsa, buda 100'dür.*

*K2 : Aynen 7 yılda bu kadarsa 2010'dan sonra da 3 yıl geçti, 3 yılda bu kadar olur gibisinden.*

*K5 : Sonra o bulduğumuz sonucu da 2010 yılınıninkine ekleriz.*

*K3 : Ya da her sene mesela 2004'te şu kadarsa desek 2005'te bu kadar.*

*K2 : Evet evet bak bulduğumuz sonucu da 2010'a eklersek.*

*K5 : 2013'ü bulmuş olabiliriz.*

*K2 : Mantıklı değil mi? Bence mantıklı.*

*K4 : Aradaki farkı yıla bölelim mi?*

...

*K1 : Yani kısacası burada sabit bir oran bulamayız hani oranlamamız çok yanlış ya. Şunda şuysa bunda bu kadar diye.*

*K3 : Ben çok bir şey değişeceğini, yani değişir derken bir şey anlatacağım. Biz burada, bundan bunu çıkardık yıl sayısına böldük ya hani 11,4 çıktı. O zaman 2003 yılında eksi 5 nokta bir şey tufeyi bulduk ya eksi 5,3'e 11,4 ekledik. Mesela 2004 yılında 6,1 oldu. Bu 6 nokta 2005 yılında tekrar 11 nokta sabit mesela değişkenimiz bu olsun dedik ortalama. 2005'te şu oldu, 2006'da şu oldu, 2007, 2010'da 74,5 yani 74 y'ye yakın bir değer çıktı.*

Görüldüğü gibi K2, K3, K4 ve K5 iyi derecede ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme çalışmaları yürütmekte ancak problem durumunda istenen indeks değerine odaklanmak yerine öncelikle temel alınan yılı bulmaya ardından istenen yılı bulmaya yönelmektedir. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 2 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilemektedir. K2, K3, K4 ve K5 matematikselleştirme fikirlerini işlemlerle desteklerken, K1 ise

matematikselleştirme için yapılacakları sadece sözel olarak ifade etmektedir aynı zamanda da yanlış değişken olan başlangıç değişkenine odaklanmaktadır. Dolayısıyla K1, ölçüt 1 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının öğrenme ortamında karşılaştıkları beşinci etkinlik olan TKİ etkinliğinde ortaya çıkan ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterlik ölçütleri incelendiğinde, yeterlik ölçütlerinin düşüş gösterdiği, beş öğretmen adayının ölçüt 0, üç öğretmen adayının ölçüt 1 ve bir öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme üzerine yürüttüğü çalışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K6 : Bak şurada 800-100-300-200*

*K7 : Ama bak şimdi birinde 800 azalmış diğerinde 100 artmış diğerinde 300 mü kaç olmuş orası?*

*K6 : Evet burada artmış ama burada yani 700. Şurada 700 azalmış.*

*K7 : Diğer iki yıla bak.*

*K6 : 7, 3 daha 10-12. 1-2-3-4 Yani ortalama her sene 300 azalıyor.*

*K7 : Yani 300 kişi kurtuluyor*

*K6 : Evet.*

*K7 : Yaralı ya da sağlıklı.*

*K6 : Evet öyle değil mi? Her sene 300 azalıyorsa şu 2011'di. 3500 deriz 2012'ye. 2013'de de 3200. Şimdi model oluşturacağız. Bu hangi yıldır?*

*K8 : 2007-2008-2009-2010-2011*

*K7 : Her yıl 300 azaldığını nasıl şey yaptın. Bir daha gösterebilirseniz*

*K6 : Yani şu 4 yıldaki 1200 ya ortalama 300 300 azalmış demektir. O zaman 5000 eksi 300 çarpı kaç yılsa yani x yılındaysa eksi 2007 diyeceğiz. Mesela 2013 yazsak yerine.*

Görüldüğü gibi K6 değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirerek matematiksel bir model oluşturmaya çalışırken diğer arkadaşları sadece ona yardım etmekte, matematikselleştirme adına bir yeterlik sergilememektedir. Dolayısıyla K6 ölçüt 3 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilerken, grup arkadaşları ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmektedir.

Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde ise aynı gruptaki üç öğretmen adayının ölçüt 0, beş öğretmen adayının ölçüt 1 ve bir öğretmen adayının ölçüt 2

seviyesinde B2 alt-yeterliğe sahip olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları, HA etkinliğinde verilen gerçek bağlamı oldukça iyi şekilde yorumlamakta ve K6 da bu doğrultuda değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirerek bir model oluşturmaya çalışmaktadır. K6'nın yapmış olduğu çalışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

1. yıl  
 $k$

2. yıl  
 $k+kp$   
milyon  
 $k(p+1)=4$   
 $p+1=\frac{4}{k}$

3. yıl  
 $(k+kp).p+(k+kp)$   
 $(k+kp)(p+1)$   
 $k(p+1)(p+1)$   
 $k(p+1)^2$   
3. yıl

... ..

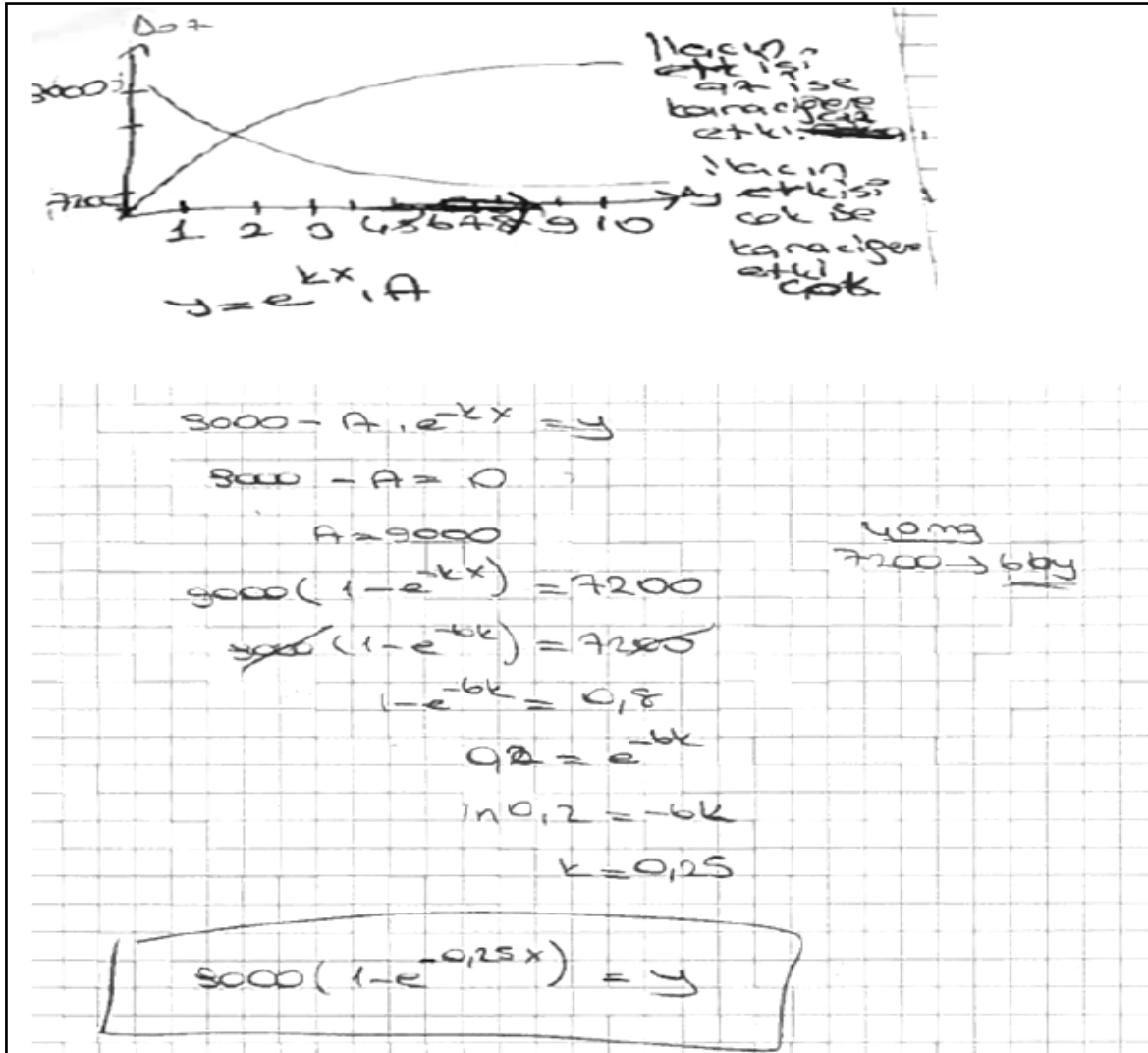
x. yıl  
x yıl ka  
 $k(p+1)^{x-1}$   
 $k\left(\frac{4}{k}\right)^{x-1}$   
 $\frac{4^{x-1}}{k^{x-2}}$

Şekil 35. HA etkinliğinde B2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K6 ilişkileri matematikselleştirmeye çalışmakta ve doğru bir yol izlemektedir. Artışın yıla bağlı olarak sabit oranda olmadığına karar veren öğretmen adayları, bu doğrultuda kurmuş oldukları ilişkileri uygun şekilde matematikselleştirmeye çalışmaktadır. Ancak oluşturmuş olduğu matematiksel model üssel bir model olduğunu fark etmemekte ve bu nedenle de modeli geliştirememektedir. Dolayısıyla K6 ölçüt 2 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının grup çalışması ile yürüttüğü son etkinlik olan İD etkinliğinde ise dört öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilerken, beş öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde bu yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının İD etkinliğinde verilen bağlam ile ilgili oluşturmuş oldukları matematiksel model Şekil 36'da verilmiştir.



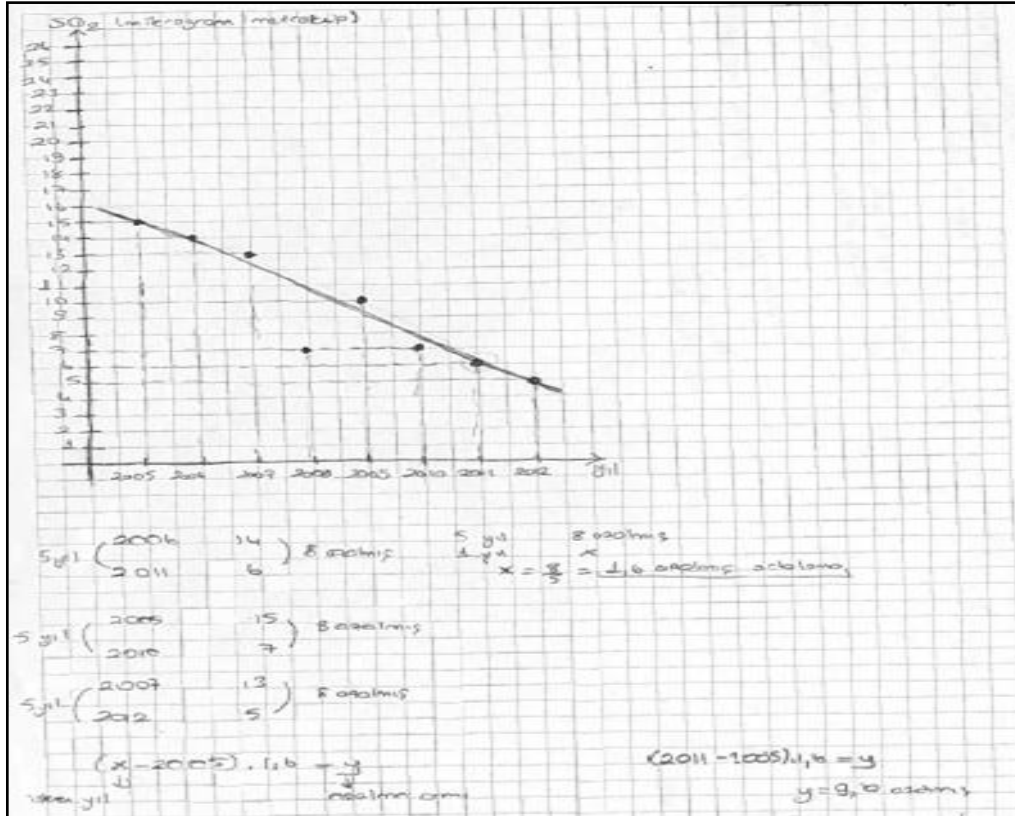


Şekil 36. İD etkinliği B2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları bağlam ile ilgili değişkenler arası ilişkileri oldukça iyi ölçütte matematikselleştirebilmiştir. Hatta öncelikle grafiği temsil eden modelin üssel olduğuna karar vermiş, ancak tekrar gözden geçirdiklerinde sınırlı üssel bir matematiksel model oluşturulması gerektiğine karar vererek bu doğrultuda çalışmalar yürütmüşlerdir. Ancak sınıf tartışmasında K6, K7 ve K8 matematikselleştirme süreci ile ilgili yeterliklerini sergilerken, K9 matematikselleştirme ile ilgili yürütülen tartışmaya katılmamıştır. Dolayısıyla K6, K7 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliğine sahip olarak değerlendirilirken, K9 ölçüt 0 seviyesinde bu yeterliğe sahip olarak değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarının süreç sonunda bireysel olarak belirledikleri bağlama yönelik oluşturdukları matematiksel modeller incelendiğinde, bir öğretmen adayının ölçüt 0, bir öğretmen adayının ölçüt 2 ve altı öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde ilgili

nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilediği görülmektedir. K5 kükürt dioksitinin yıllara göre değişimini matematiksel modellemeye çalıştığı projesinde, ilgili verilerin doğrusal bir model oluşturması gerektiğine işaret ettiğini belirterek aşağıdaki modeli geliştirmiştir. Bu bağlamda yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir:



Şekil 37. Bireysel projelerde B2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

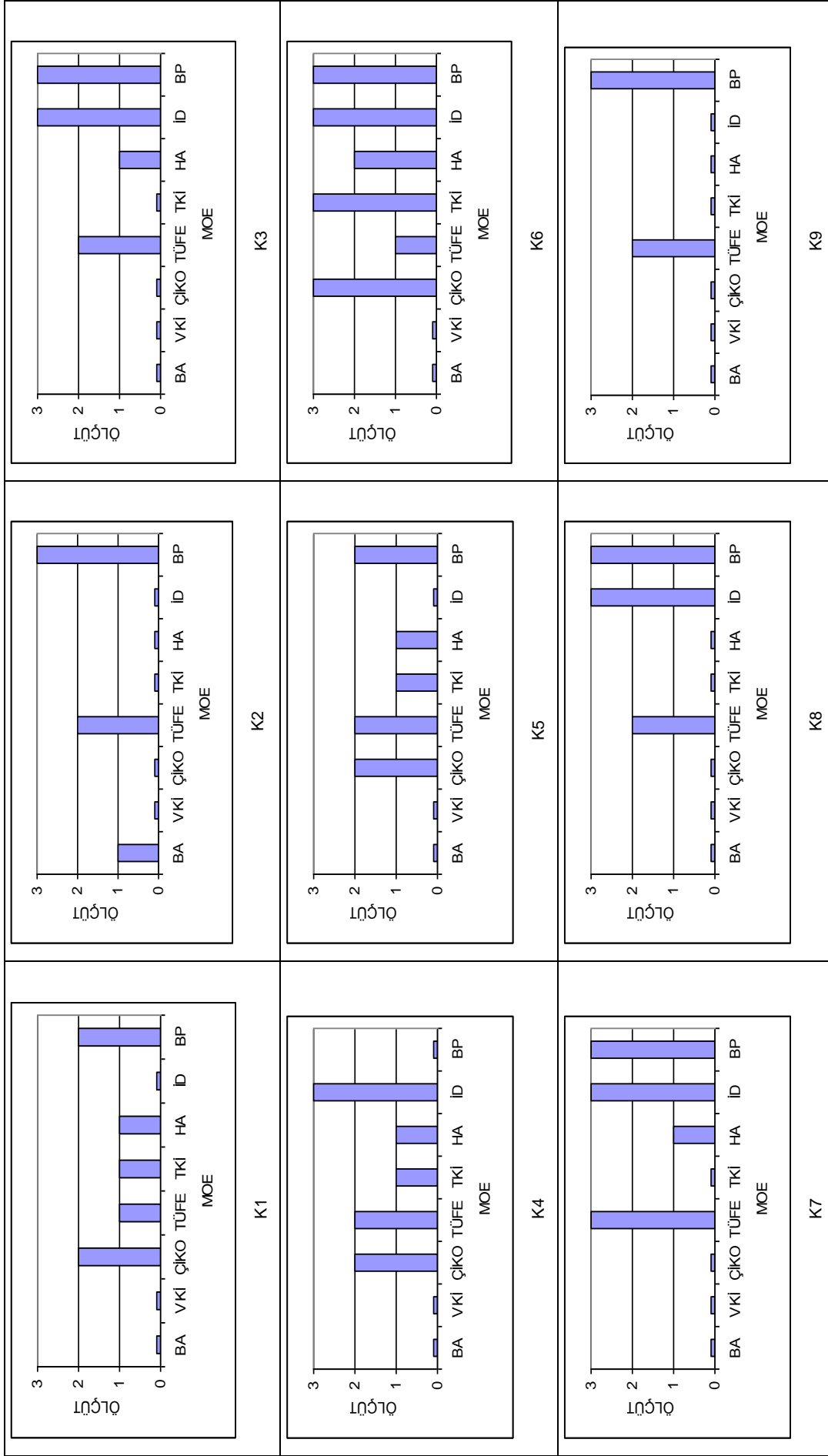
Ancak görüldüğü üzere azalma söz konusu olan verilerin eğimi pozitif olarak değerlendirilmiştir. Bu da uygun bir yolla oluşturulan matematiksel modelin hatalı olmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla K5 ölçüt 2 seviyesinde ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği sergilememektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmalarını incelendiğinde, K10'un A5 alt-yeterliği kapsamında değişkenlere ait gerçek yaşam ilişkilerini ölçüt 1 seviyesinde de olsa kurabildiği, ancak bu ilişkileri B2 alt-yeterliği kapsamında matematikselleştirme yönünde bir çalışmada bulunmadığı görülmektedir. Dolayısıyla K10'un B2 alt-yeterliği düzey 0 seviyesinde değerlendirilmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, birer öğretmen adayının B2 alt-yeterliklerinin ölçüt 0, ölçüt 1 ve ölçüt 3 seviyesinde oldukları görülmektedir. Burada

dikkat çeken matematiksel modellemeye yönelik herhangi deneyime sahip olmamasına rağmen bir öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde B2 yeterliği sergilemiş olmasıdır. Ölçüt 3 seviyesinde B2 yeterliği sergileyen bu öğretmen adayı, ölçüt 3 seviyesinde B1 yeterliği sergileyen öğretmen adayıdır. Diğer öğretmen adaylarının bu yeterlik seviyeleri oldukça düşük seviyededir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki B2 yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 9 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim alamadan önce ilgili B2 yeterliğine sahip olmadığı ancak süreç içinde değişimler olmakla birlikte genel olarak bu yeterliğin olumlu yönde gelişim gösterdiği ve süreç sonunda neredeyse tüm öğretmen adaylarının bu yeterliğe sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte süreç sonunda ölçüt 3 seviyesinde bu yeterliğe sahip olmayan üç öğretmen adayının bulunduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının B2 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu da B1 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modelleme deneyiminden etkilediğinin göstergesidir.

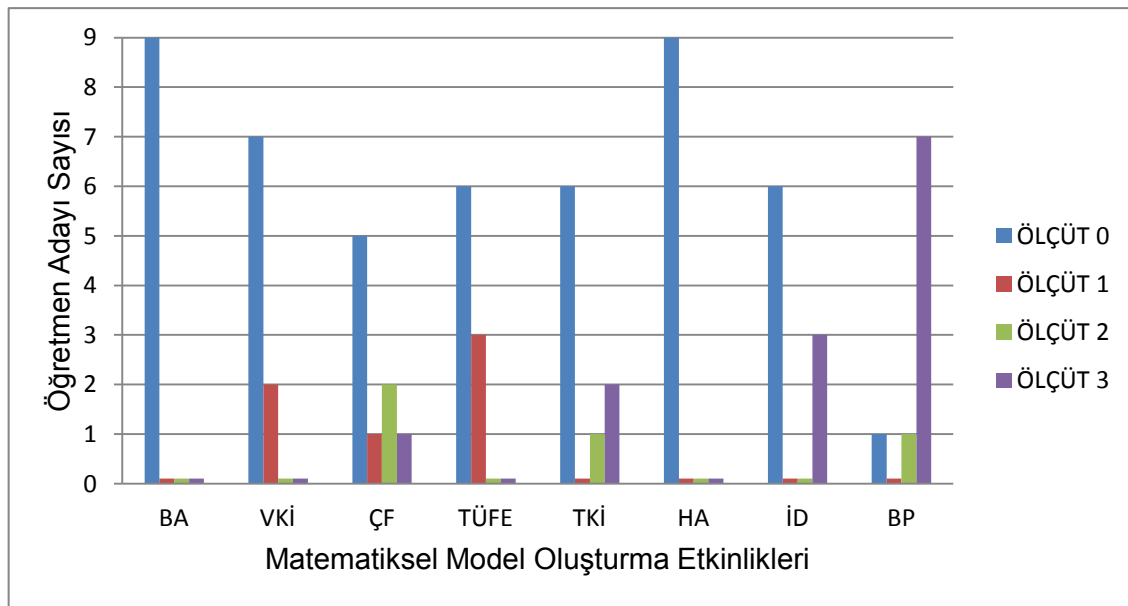
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki B2 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 38'de verilmiştir:



Şekil 38. Öğretmen adaylarının B2 alt-yeterliliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 38 incelendiğinde bir öğretmen adayı hariç tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde B2 alt-yeterliğine sahip olmadıkları görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak B2 alt-yeterlik ölçütlerinin 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise bir öğretmen adayının herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde B2 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki B2 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise iki öğretmen adayının ölçüt 2, diğer öğretmen adaylarının ise ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının B2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunun göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının *“gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme”* alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 10'da verilmiştir.



Grafik 10. Öğretmen adaylarının B3 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 10'da görüldüğü gibi B3 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. Ancak artışın süreç içindeki etkinlikler boyunca olmaktan çok ÇF, TKİ, İD ve BP etkinliklerinde olduğu dikkat çekmektedir. Bunun sebebi ise bu etkinliklerde oluşturulan matematiksel modellerin diğerlerinden daha karmaşık bir yapıda olması ve matematiksel modeli problem çözümünde ilk haliyle kullanmanın oldukça zor olmasıdır. Yani etkinliklerde geliştirilen

modeller B3 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasını etkilemektedir. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 2 ve 3'e doğru artmaktadır. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Öğrenme ortamında öğretmen adaylarının karşılaştıkları ilk matematiksel modelleme etkinliği olan BA etkinliğinde, öğretmen adaylarının *gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme* yeterliğine sahip olmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde olmaları geçersiz *gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme* uygulamaları yapmalarından değil bu yeterlik ile ilgili hiçbir yeterlik sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ise yedi öğretmen adayının ölçüt 0, iki öğretmen adayının ölçüt 1 seviyesinde B3 yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adayları, VKİ etkinliğinde verilen matematiksel modelde birimlerin farklı olduğuna ve dönüşüm yapmaları gerektiğine karar vermektedir. Bu bağlamda yürütülen çalışmalar aşağıda verilmiştir:

*K6 : Benim 1.63 yani 163cm bu kadar inç.*

*K8 : Tamam 0.20 ile çarpacaksın. Pardon, 0.39 ile.*

*K6 : Diğerini ne buldunuz.*

*K8 : 116. Bilmem ne.*

*K6 : Hayır hepsini yazma.*

*K7 : 116.844998957985.*

*K8 : Yazma ya onu yazma.*

*K6 : 84 yazsan yeter.*

Görüldüğü gibi elde edilen niceliklerin oldukça karmaşık olduğunu fark eden K6 ve K8 bu nicelikleri sadeleştirme yoluna gitmektedir. Ancak bu öğretmen adayları yapılan sadeleştirmeleri kolaylık sağlama açısından yapmakta, sadeleştirmelerin modeli yada sonucu etkileyip etkilemediği hakkında düşünmemektedir. Dolayısıyla K6 ve K8 ölçüt 1 seviyesinde B3 yeterliği sergilemektedirler.

Üçünü etkinlik olan ÇF etkinliğinde ortaya çıkan B3 yeterlik ölçütleri incelendiğinde, beş öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Bir önceki etkinlikte ölçüt 0 olarak değerlendirilen iki öğretmen adayının B3 yeterliğinin diğer ölçütlerde değerlendirildiği, dolayısıyla B3 yeterliğinin az da olsa gelişim gösterdiği görülmektedir. Bir

öğretmen adayının B3 yeterlik ölçütü 1 iken, iki öğretmen adayı ölçüt 2 ve bir öğretmen adayı ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergilemektedir. ÇF etkinliğinde model oluşturmaya çalışan öğretmen adaylarının yürüttüğü gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme çalışmalarından bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K6 : Biz şöyle bir şey bulduk da. [bulmuş oldukları 4,27 değerini gösteriyor] ama bunu daha da mı yuvarlayalım? Yani 4'e kadar indirelim mi?*

*Araş. : Ne yaptığınızı anlatır mısınız?*

*...Yapmış oldukları işlemleri anlatıyorlar. Kolaylık olsun diye 4,3 mü, 4,5 mi almaları gerektiğini merak ediyorlar...*

*K6 : Şimdi 4'e yuvarlayalım mı kalsın mı böyle?*

*K7 : 4,5 mi yapalım?*

*Araş. : Peki 4'e yada 4,5'e yuvarlamak sizin için kullanışlı olur mu?*

*K7 : Biz aslında en yakın olanını aldık.*

*Araş. : Peki 4 ile çarpmakla, 4,5 ile çarpmakla yada 4,3 ile çarpmak arasında nasıl bir fark var? Örneğin zorluk ve kullanışlılık açısından.*

*K7 : Yani buçuklarla çarpmak zor.*

*K8 : 4 ile çarpmak kolay.*

*Araş. : Peki senin için bu çarpmayı kolay yapmak mı yoksa kârı doğru hesaplamak mı önemli?*

*K6 : Basite indirgemek daha önemli.*

*K8 : Daha doğru o zaman böyle kalacak.*

*Araş. : Çarpmak mı daha önemli?*

*K8 : Kârı doğru hesaplamak daha önemli.*

*Araş. : Hangisi daha önemli ona kara verin. Eğer hesaplama daha önemliyse 4'e yuvarlayabilirsiniz ama sizin için kârınızı daha doğru hesaplamak önemliyse...*

*K6 : Ama biz geçen hafta 1,3 çıkardık, siz daha basite indirgeyebilirdiniz dediniz.*

*Araş. : Geçen haftaki etkinlikte ne kadar fark yaratıyordu yuvarlamak.*

*K8 : Hocam geçen haftakinde biz metre cinsinden yapmıştık.*

*K6 : Neyse kalsın o zaman.*

*Araş. : Geçen hafta santimetreyi metreye çevirmiştiniz. Bir değişim yapmıştınız. Dolayısıyla işlemleri yapmak daha zor oluyordu değil mi?*

*K8 : Evet biraz.*

*K6 : [Sadeleştirmeler ile işlemleri yapıyor] Hocam, 50.000TL falan oynuyor. Bence değiştirmeyelim.*

...

*K6 : 50-60 bin arası oynuyor.*

*K8 : O da çok büyük fark.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları nicelikleri kolaylık sağlaması açısından sadeleştirmekte ancak bunun doğru olup olmadığından emin olamamaktadır. Dolayısıyla araştırmacıdan yardım istemektedirler. Araştırmacının rehberliği ile K8 sadeleştirmeleri gerekçeleri ile doğru bir şekilde açıklayabilmektedir. Bunun K6 ve K7 sadeleştirmeleri doğru yaptığı ve gerekçelendirme tartışmalarına geçerli fikirlerle katılımı ancak açıklamalarının eksiklikler içerdiği görülmektedir. Dolayısıyla K8 ölçüt 3 seviyesinde B3 yeterliği sergilerken, K6 ve K7 ölçüt 2 seviyesinde bu alt-yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamında yürütülen dördüncü etkinlik olan TÜFE etkinliğinde ise altı öğretmen adayının ölçüt 0, üç öğretmen adayının da ölçüt 1 seviyesinde B3 yeterliği sergilediği görülmektedir. Bu yeterlik ile ilgili öğretmen adaylarının yürüttüğü tartışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K7 : Yani çünkü ilk olarak aldıkları yılı 100 olarak katmışlar. Bizde hangisini aldıysak aynısını kafamıza göre sadeleştiririz.*

*K8 : Şimdi ne oluyor? 2013' le çıkart 10'la çarparsak ne yapar? 114. 94' te katarsak 8...*

*K6 : Bunu 11.40' a yuvarlayın.*

*K7 : 11.43 oda 45 yapar.*

*K8 : 43 olmaz, 40 olur.*

*K7 : Ama buradan 43,..' tü 45 yapar.*

*K8 : 11.4 alsak ne olur ki?*

*K7 : 48 falan diye gider.*

*K8 : Ne fark eder?*

Görüldüğü gibi K6, K7 ve K8 nicelikleri sadeleştirme çalışmaları yürütmekte ancak K7 bunu kafasına göre sadeleştirmenin uygun olduğunu belirtmektedir. Diğer arkadaşlarına üzerinde durdukları değişkene ait verinin virgülden sonraki kısmının 40, 43 veya 45 yapmasının bir şey değiştirmeyeceğini düşünmektedir. Dolayısıyla sadeleştirmelerin bağlam için ne ifade ettiği araştırılmadığı için bu öğretmen adayları ölçüt 1 seviyesinde B3 yeterliği sergilemektedirler.



TKİ etkinliğinde ise yine altı öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde B3 yeterliği sergilediği, ancak ölçüt 2 seviyesinde bir ve ölçüt 3 seviyesinde iki öğretmen adayının bulunduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adayları, TKİ etkinliğinde verilen duruma çözüm getirebilmek için model oluştururken yılları kullanmanın zor olduğunu fark etmektedir. Bu nicelikleri sadeleştirmeye yönelik yapmış oldukları çalışmalar aşağıda verilmiştir:

*K6 : 2007 değil de 07 yapsak ne olur? Yani yılın son 2 hanesini alsak. Ama 1900'lerde değişir işte.*

*K7 : Böyle iyi ya. Ama 2007'den mi daha düşmek istiyorsun.*

*K6 : Hani şu 7'yi alsak sadece .*

*K7 : Olur aslında. Neden diye sor? Zaten biz 2007'yi başlangıç tarihi almıyor muyuz? 5000 ile 300 ona göre aldık. 3500 yapıyor o zaman.*

Görüldüğü gibi K6 nicelikleri sadeleştirme önersinde bulunmakta ve sadeleştirmelerden sonra modelin hangi durumlarda geçerli olacağı hakkında açıklamalar yapmaktadır. K7'de neden doğru olabileceği hakkında doğru açıklamalarda bulunmakta aynı zamanda gerçek verilerle doğruluğunu onaylamaktadır. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 3 seviyesinde B3 yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının sınıf içi yürüttükleri son etkinlik olan HA etkinliğinde, B3 yeterlik ölçütleri incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının bu yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmelerinin sebebi bu alt-yeterlikle ilgili fikir beyan etmemeleridir.

Öğretmen adaylarının sınıf dışı yürüttükleri İD etkinliğinde ortaya çıkan B3 yeterlik ölçütleri incelendiğinde, altı öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde, üç öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının İD etkinliğinde verilen bağlam ile ilgili oluşturmuş oldukları matematiksel modeli oluşturma süreçleri Şekil 39'da verilmiştir.

Reaccutane  $\Rightarrow$

Kilo  $\times$  120 < Alınması gereken doz < Kilo  $\times$  150  
 mg.gün = Alınması gereken doz

$X_{ay} \Rightarrow \frac{\text{kilo} \times 120}{\text{mg} \times 30} = D \quad \frac{L \cdot K}{M} = T \quad \begin{matrix} K: \text{Kilo} \\ M: \text{mg} \\ T: \text{Ay} \end{matrix}$

$60 \times 120 < \text{---} < 60 \times 150$   
 $7200 \text{ mg} < \text{---} < 9000 \text{ mg}$

$7200 \text{ mg} - 4500 \text{ mg} = 2700 \text{ mg}$   
 $60 \text{ ay} \quad 30 \text{ mg}$

$7 \text{ ay}$

$30 \text{ mg} \times x = 2700$   
 $x = 90 \text{ gün} = 3 \text{ ay}$

Şekil 39. İD etkinliğinde B3 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Şekil 39'da görüldüğü gibi öğretmen adayları bağlam ile matematiksel modeli oluştururken bağlamı etkilemeyecek nicelik sadeleştirmelerinde bulunmuştur. Ancak sınıf tartışmasında K6, K7 ve K8 niceliklerin sadeleştirilmesi süreci ile ilgili Şekil 39'da görülen sadeleştirmelere yönelik oldukça iyi açıklamalarla yeterliklerini sergilerken, K9 niceliklerin sadeleştirilmesi ile ilgili yürütülen tartışmaya katılmamıştır. Dolayısıyla K6, K7 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde B3 yeterliğine sahip olarak değerlendirilirken, K9 ölçüt 0 seviyesinde bu yeterliğe sahip olarak değerlendirilmiştir.

Son olarak öğretmen adaylarının bireysel projeleri ile ilgili çalışmalarını yürütürken yapmış oldukları sunumlarda, B3 alt-yeterliğinin gelişim gösterdiği dikkat çekmektedir. Bir öğretmen adayının ölçüt 1, bir öğretmen adayının ölçüt 2 ve yedi öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde B3 yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. K8 bebek mamasının bebeğin içmesine uygun sıcaklığı ulaşma süresini araştırdığı projesini sunarken, sıcaklık

değerlerini termometre ile ölçtüğünü, ancak bir dakika dolduğunda sıcaklıkta yok sayılabilecek kadar az düşüşün olduğunu, bu değişimin ise santigrat derecenin kaçta kaçına denk gelen bir değişim olduğunun belirlenmesinin elindeki termometre ile olanaksız olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Toplanan Veriler					
0dk	→	86°C	16dk	→	69°C
1dk	→	84°C	17dk	→	68°C
2dk	→	82°C	18dk	→	68°C
3dk	→	80°C	19dk	→	67°C
4dk	→	79°C	20dk	→	67°C
5dk	→	78°C	21dk	→	66°C
6dk	→	77°C	22dk	→	65°C
7dk	→	76°C	23dk	→	64°C
8dk	→	75°C	24dk	→	64°C
9dk	→	74°C	25dk	→	62°C
10dk	→	73°C	26dk	→	62°C
11dk	→	72°C	27dk	→	62°C
12dk	→	71°C	28dk	→	61°C
13dk	→	71°C	29dk	→	59°C
14dk	→	70°C	30dk	→	58°C
15dk	→	69°C			

Şekil 40. Bireysel Projelerde B3 yeterliğinde yönelik yapılan çalışmalar

Aynı zamanda değişimin yok sayıldığı bu durumlarda, sıcaklığın dakikada en fazla 0,5 santigrat oynadığını, bunun için bebeğin mamasını içmesinde çok büyük engel oluşturmadığını dile getirmiştir. Dolayısıyla K8 ölçüt 3 seviyesinde B3 yeterliği sergilemektedir. K4 gerçek bağlama uygun herhangi bir etkinlik oluşturmadığından bu yeterliği ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilirken, diğer öğretmen adaylarının bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmelerinin sebebi bu alt-yeterlikle ilgili fikir beyan etmemeleridir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, İG etkinliği üzerinde çalışan K12'in, anahtar değişkenlere ait ilgili verilere ulaştığı ve nicelikleri kullanışlı hale getirmek için çeşitli sadeleştirmelerde bulunduğu görülmektedir. K12'in B3 alt-yeterliği bağlamında yapmış olduğu çalışmalar Şekil 41'de verilmiştir.

1987	10 190 049	2013	151	-0,4
1988	11 662 024	2012	152	13
1989	11 624 692	2011	134	18
1990	12 959 288	2010	113	11
1991	13 593 462	2009	102	-22
1992	14 714 629	2008	132	23
1993	15 345 067	2007	107	25
1994	18 105 872	2006	85	16
1995	21 637 041	2005	73	16
1996	23 224 465	2004	63	33
1997	26 261 072	2003	47	31
1998	26 973 952	2002	36	15
1999	26 587 225	2001	31	12
2000	27 774 906	2000	27	4
2001	31 334 216	1999	26	-1,6
2002	36 059 089	98	26	2,7
2003	47 252 836	97	26	13
2004	63 167 153	96	23	7
2005	73 476 408	95	21	19,5
2006	85 534 676	94	18	18
2007	107 271 750	93	15	4,3
2008	132 027 196	92	14	3,2
2009	102 142 613	91	13	4,9
2010	113 883 219	90	12	11,5
2011	134 906 869	89	11	
2012	152 461 737	88	11	
2013	151 802 637	87	10	

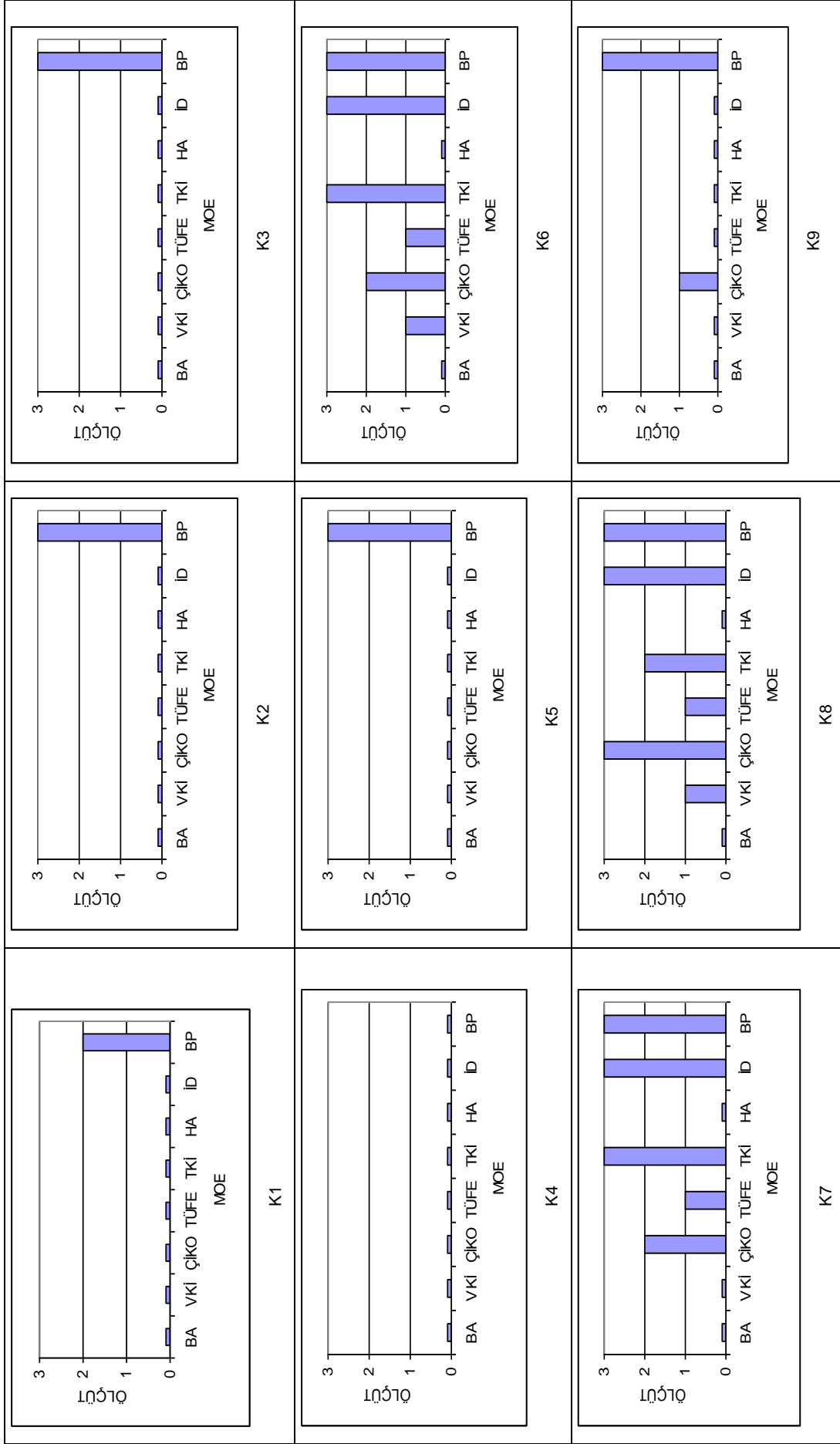
Şekil 41. K12'in B3 alt-yeterliği kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar

K12 yıllara göre ihracat tutarlarına internet yardımıyla ulaşmıştır. Elde ettiği verilerin oldukça karmaşık olduğunu görmüş ve yıllara göre ihracat tutarlarını yuvarlamalar yaparak nicelikleri “milyon dolar” biriminde ifade etmiştir. Görüldüğü gibi K12 niceliklerin karmaşıklığını azaltmaktadır ve yapılan bu çalışmalar etkinliğin bağlamı için uygundur. Bu bağlamda K12'nin B3 alt-yeterliği ölçüt 3 olarak değerlendirilmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının B3 alt-yeterliği bağlamında ölçüt 3'de olduğu diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0'da olduğu görülmektedir. Bu alt-yeterlik için ölçüt 3 olarak değerlendirilen öğretmen adayı, B1 ve B2 alt-yeterliği de ölçüt 3 olan öğretmen adaydır. B1 ve B2 alt-yeterlikleri düşük olan öğretmen adayları, değişkenler arası ilişkileri matematiksel olarak ifade edemediklerinden, niceliklere yönelik sadeleştirmeler üzerine çalışma fırsatı bulamamıştır. Bu durum B3 alt-yeterliğinin, ön alt-yeterliklerden etkilendiğini göstermektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B3 yeterlik ölçütlerinin süreç içindeki değişimini gösteren Grafik 10 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim

alamadan B3 yeterliğine sahip olmadığı, süreç içinde ise oluşturulan modellerin yapısına göre bu yeterlik ölçütünün az da olsa gelişim gösterdiği, ancak süreç sonunda yine bu yeterliğin neredeyse tüm öğretmen adayları tarafından ölçüt 3 seviyesinde sergilendiği dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının B3 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu alt-yeterliğin oluşturulan matematiksel modelin yapısına ve ön alt-yeterliklerin varlığına bağlı olarak ortaya çıktığı düşünüldüğünde B3 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyimine doğrudan bağlı olmadığı söylenebilir.

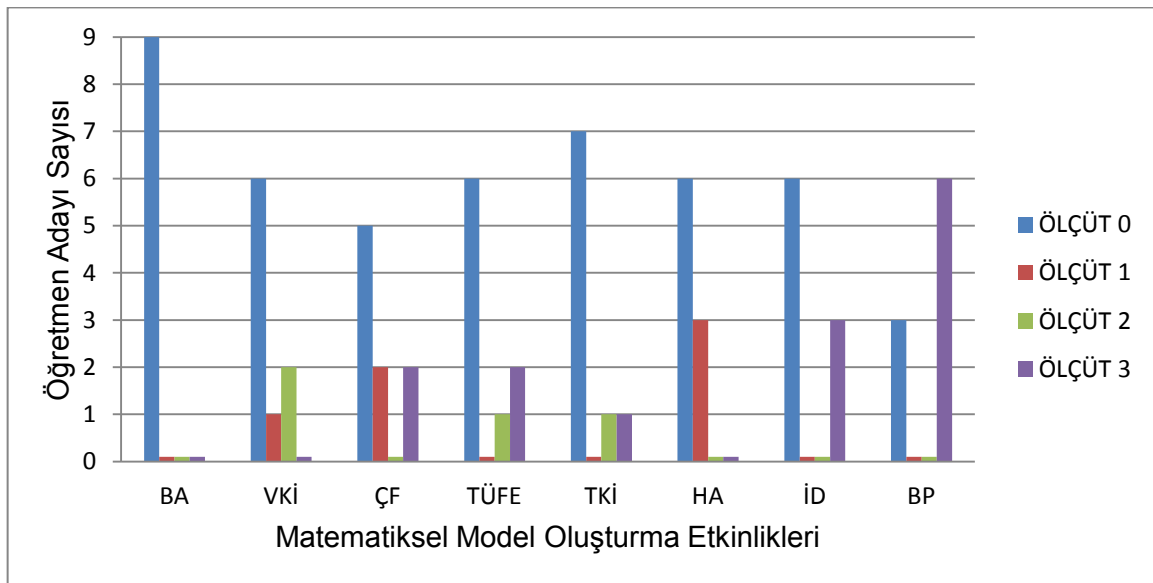
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki B3 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 42'de verilmiştir:



Şekil 42. Öğretmen adaylarının B3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 42 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde B3 alt-yeterliği ölçütlerinin 0 olduğu görülmektedir. İlerleyen süreçte ise oluşturulan matematiksel modellerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak altı öğretmen adayının süreç içinde B3 alt-yeterliği sergilemediği dikkat çekmektedir. Üç öğretmen adayının ise geliştirdikleri matematiksel modellerin doğasına bağlı olarak B3 alt-yeterliği sergilediği söylenebilir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise süreç içerisinde B3 alt-yeterliğine yönelik çalışmalarda bulunmayan öğretmen adaylarının, kendi projelerinde B3 alt-yeterliği sergiledikleri dikkat çeken başka bir husustur. K4 herhangi bir bireysel proje geliştirmediklerinden B3 alt-yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki B3 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise K1 hariç tüm öğretmen adaylarının B3 alt-yeterliklerinin ölçüt 3 olduğu görülmektedir. B3 alt-yeterliğinin grup çalışmalarından ziyade BP'lerde daha iyi ölçütte olması, öğretmen adaylarının bireysel olarak oluşturdukları matematiksel modelle bireysel problemlerine çözüm üretebilmek adına, matematiksel modeli kullanışlı hale getirme ihtiyacı duymalarından kaynaklanmaktadır. Bu da öğrenme ortamının B3 alt-yeterliğinin gelişiminde doğrudan etkili olmadığını göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “(B4) gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 11’de verilmiştir.



Grafik 11. Öğretmen adaylarının B4 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 11'de görüldüğü gibi B4 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 2 ve 3'e doğru artmaktadır. Ancak süreç sonunda (İD ve BP'lerde) ölçüt 0 olan öğretmen adaylarının sayısı dikkat çekmektedir. Bu durum ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini ancak bu etkinin öğretmen adaylarının tamamına yakınında ölçüt 3 seviyesinde B4 yeterliği sağlamada yeterli olmadığını göstermektedir.

Öğretmen adaylarının B4 azaltma yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 11 incelendiğinde, ilk etkinlik olan BA etkinliğinde öğretmen adaylarının bu yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmelerinin sebebi bu alt-yeterliklere yönelik fikir beyan etmemeleridir.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ortaya çıkan B4 yeterliklerinin ölçütü incelendiğinde, altı öğretmen adayının ölçüt 0, bir öğretmen adayının ölçüt 1 ve iki öğretmen adayının ölçüt 2 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının VKİ etkinliğini yürütürken verilen karmaşık modeli sadeleştirmeye yönelik yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

*K8 : Şey yapsak. Şu sayıları ihmal etsek A bölü B kare yapsak o zaman da 19 küsur çıkıyor. Daha kullanışlı oluyor. Mesela uzun süre kullanıyoruz.*

*K6 : Yap bakıyım.*

*K8 : Ağırılık bölü B kare ama kg ve cm cinsinden.*

*K6 : Kaç çıktı? 0,0065. Şunu şuna böler misin? 0,455 bölü 0,00065.*

*K7 : 700.*

*K6 : O zaman 700 çarpı A bölü B kare. Buradan yapalım A neydi 116,84. B şuydu bunun karesini alacağız.*

*K7 : Ayı mı alayım?*

*K6 : Evet.*

*K7 : 64 çarpı 17.... 4117,78.*

*K6 : Şimdi 700 çarpı A sı 116,84 bölü 4117,78. Oh be bulduk. Çak! Sonuç; 19,86216*

*K9 : [Seviniyor] bende çok iş yapmış gibi...*

*K6 : Modelimiz 700 çarpı A bölü B kare.*

...



- K6 : Ya bunu kilograma da mı çevirsek ki?
- K8 : Yani evet bence de.
- K6 : Daha basit yani.
- K8 : Şimdi dur onu kâğıda yazalım. 700 çarpı A bölü B kare ya üst tarafı şeyle çarpacağız.
- K7 : Pound kaç gelmişti?
- K8 : Üst tarafı inçle çarpacağız. Bak şimdi birbirini götürmek için şu 0.39 un karesini alıp şu üstle çarpacağız, şu 20 ile.
- K7 : Hayır diyemeyiz.
- K8 : Hayır aynı oluyor.
- K7 : Yine aynı değerlerle çarpmamız gerekmiyor mu?
- K6 : Bir kg kaç pound söylesene?
- K7 : Şu kadar pound bir kg ise bu kadar pound kaç kg a denk gelir?
- K6 : km mi?
- K7 : Yok cm.
- ...Herkes işlem yapıyor...
- K8 : Yapamadım valla.
- K6 : K7 yazmaya devam et. 1012,5 çarpı 53 bölü 163 eşittir. Yine yanlış çıktı ya.
- ...Herkes işlem yapar...
- K8 : [K6'ya] bak şöyle bir şey buldum.
- K6 : Bir dakika. Buldum galiba. Şunu hesapla bir. Şunu yaz, 10125 çarpı 53 bölü 26 bin 569 eşittir şimdi ne olacak biliyor musun? 10125 çarpı kg bölü cm kare anladınız mı? Ben şuraya müsveddeye yazayım siz geçirin.
- K8 : Yaz sen.
- K6 : 700 çarpı kg çarpı neydi? 2,20 bölü B kare neydi? cm kare 0,39 un karesi buradan işlemleri yapınca şu geliyor. Şunu yaz K8.

Görüldüğü gibi öğretmen adayları verilen matematiksel modeli inceleyerek oldukça karmaşık olduğunu fark etmekte ve bu doğrultuda ilişkileri sadeleştirmeye ve karmaşıklığını gidermeye yönelik çalışmalar sürdürmektedir. Görüldüğü gibi K6 ve K8 verilen modeli gerçek bağlama uygun olarak sadeleştirmekte ve sadeleştirmelerin niçin geçerli olduğunu açıklayabilmektedir. Ancak niceliklerin dönüşümü yapılırken matematiksel işlem hataları yapılmıştır. Bu yüzden K6 ve K8 ölçüt 2 seviyesinde B4 yeterliği sergilemektedir.

ÇF etkinliğinde ortaya çıkan B4 yeterlik ölçütleri incelendiğinde, ölçütlerin az da olsa gelişim gösterdiği, yeterlik ölçütü 0 olan öğretmen adayı sayısının beş, ölçüt 1 seviyesinde yeterliğe sahip iki ve yeterliği ölçüt 3 seviyesinde olan iki öğretmen adayı bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının ÇF etkinliğinde istenen duruma uygun oluşturduğu matematiksel model ile ilgili yapmış olduğu B4 alt-yeterliğine yönelik çalışmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K1 ve K4 :  $685bin+1600x$ .*

*K1 : Ne olur doğru olsun artık.*

*K4 : Bunu bir denkleme çevirebilir miyiz? 685 i 16 ya bölsene. 685i 16 ya.*

*K1 : Niye 16 ya bölüyoruz.*

*K4 : 685.*

*K1 : Niye 16 ya bölüyoruz.*

*K4 : Bir bölsen x bağlı bir denklem çıkar.*

...

*K4 : Bir saniye bir kalk. Biz kârı bulduk ya bunu 200 bine böleceğiz.*

*K1 : Neden?*

*K3 ve K4 : Bir tanesini bulacağız.*

*K1 : Ben bir şey daha düşündüm aslında.sen onu bir 200 bine böl. İllâ bir sonuç çıkmasına gerek yok tamam 200 bin ama.*

*K4 : Bir de tek tek koyar mısın? Çünkü oradan x'li bir şey çıkacak yani. Bunu böyle bölemezsin arada "+" var.*

*K1 : x var orada. Tamam ben bunu paranteze aldığımı düşündüm. O kadar da zekiyim.*

Görüldüğü gibi K1 ve K4 oluşturmuş olduğu modelde x olarak belirlemiş oldukları değişkeni yalnız bırakarak modeli daha kullanışlı hale getirmeye çalışmakta ve gerekçeleri ile açıklamaktadır. Ancak oluşturulan matematiksel modelin tamamı düşünülürken bu sadeleştirmeyi yapmak modelin kullanılabilirliği açısından bir değişim yaratmamaktadır. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 1 seviyesinde B4 yeterliği sergilemektedirler.

Öğretmen adaylarının ÇF etkinliğindeki ilişkiler için yürütmüş olduğu sadeleştirme çalışmaları Şekil 43'de verilmiştir.

$$8000x - 3500x - 8x^2 - 215000 = 0$$

$$8x^2 + 4500x - 215000 = 0$$

$$4x(2x + 11,25) - 215000 = 0$$

Şekil 43. ÇF etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları nicelikler arasında ilişkileri oldukça iyi şekilde sadeleştirilerek karmaşıklıktan kurtarılmış ve kullanışlı hale getirilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmaları yürüten K7 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde B4 yeterliği sergilemektedirler.

Öğrenme ortamında yürütülen dördüncü etkinlik olan TÜFE etkinliğinde altı öğretmen adayının ölçüt 0, bir öğretmen adayının ölçüt 1 ve iki öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde B4 yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının TÜFE etkinliğinde oluşturmuş oldukları matematiksel modeli karmaşıklıktan kurtarmak için yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

2003 - 2010 'u karşılaştırarak

7 yıl 80 artış  
1 yıl \* artış

$t = 11,42857 \rightarrow 1$  yildaki artış

$y - A = 11,4(x - B)$

$y = A + 11,4(x - B)$

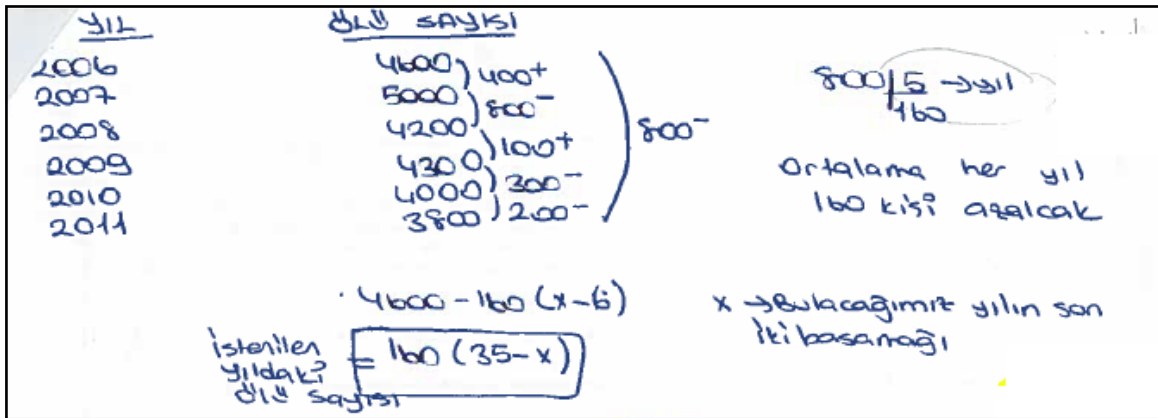
y = İstenilen yılın TÜFesi  
x = TÜFesi bulunmak istenen yıl  
A = Temel alınan yılın TÜFesi  
B = Temel alınan yıl

Şekil 44. TÜFE etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları oluşturmuş olduğu matematiksel modeli karmaşıklıktan kurtarmak için geçerli sadeleştirmeler yapmıştır. Bu sadeleştirmeler modelin kullanışlılığını sağlamak açısından önemli olup matematiksel bir hata içermemektedir. Dolayısıyla sadeleştirme çalışmalarını yürüten K6 ve K7 ölçüt 3

seviyesinde gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme yeterliği sergilemektedir.

TKİ etkinliğinde ortaya çıkan gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise ölçüt 0'da yedi, ölçüt 2 ve ölçüt 3 seviyesinde birer öğretmen adayının yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının oluşturmuş olduğu matematiksel modeli kullanışlı hale getirmek için yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

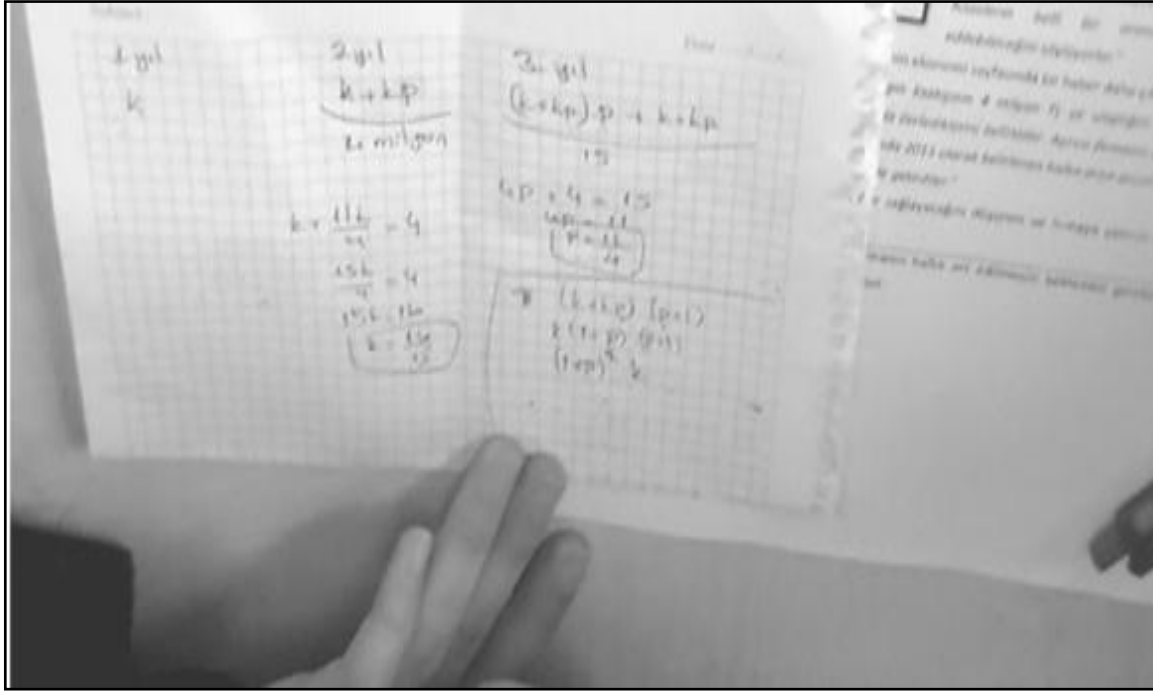


Şekil 45. TKİ etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi matematik model kullanışlı hale getirilebilmek için gerekli sadeleştirmeler yapılmıştır. Yapılan sadeleştirmeler modeli kullanışlı hale getirmekle birlikte matematiksel olarak da doğrudur. Dolayısıyla bu sadeleştirmeleri yapan öğretmen adayı K6, ölçüt 3 seviyesinde gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme yeterliği sergilemektedir.

Şekil 57 incelendiğinde HA etkinliğinde altı öğretmen adayının ölçüt 0, üç öğretmen adayının ise ölçüt 1 seviyesinde B4 yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının HA etkinliğinde oluşturdukları matematiksel modeli kullanışlı hale getirmeye çalışırken yürütmüş oldukları sadeleştirme çalışmaları aşağıda verilmiştir:

- K7 : 3.yıl .... p kare yapma aynı şekilde devam etsin. k artı kp ye A diyelim.
- K6 : Şimdi k artı kp çarpı p artı 1mi? k artı kp parantezinde aldım. Bunun üzerine bu şekil k parantezine alsam şunu da 1 artı p dimi p artı 1 doğru değil mi?
- K8 : Evet
- K6 : 1 artı p parantezine alsam gider 1 artı p nin karesi çarpı k o zaman



Şekil 46. HA etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü

K8 : Şunu da  $k$  artı parantezine alırsan 1 artı  $p$  gelir.

K6 : 3.yılda karesi dimi.

K8 : Evet.

K6 : O zaman 1 artı  $p$  dersin  $x$ .i yılda

K8 : 1 artı  $p$ 'nin karesi.

K6 :  $x$  eksi 1 olur 3 ise 2 olmuş.

K8 : Evet çarpı  $k$  olacak. Bu da 15'e eşit olacak. Burada şu da eşittir  $k$ ' yılda bulmuştuk zaten.

K7 : Hayır buradan ... değeri olur. Sen  $k$  artı  $kp$  yi 4 demiştin.

K6 : Şurası 4 tamam mı?

K8 : Sen yeniden yap. Onu da  $k$  parantezine al.

K6 : Yaptık işte.

K8 : 1 artı  $p$  4 bölü  $k$  olur.

K7 ve K8 : 1 artı  $p$  4 bölü  $k$  olur.

K6 : Şimdi şunu düzenleyeceğim.

K8 :  $x$ ' i bulacaksın.

K7 : 4 bölü  $k$ 'nın  $x$ . kuvveti çarpı  $k$  bölü 4 çarpı  $k$  dimi.

K8 : Evet.

K6 : Eşittir 15 olacakmış.

...Herkes işlem yapıyorlar...

- K6 : 4 üzeri x k üzeri x-2 bunlar gider dimi 1 bölü 4 buda gider x-1 olur yani 4
- K8 : Ama buda
- K7 : k üzeri 2-x olur k yukarı kalkar.

Görüldüğü gibi K6, K7 ve K8 oluşturulan matematiksel modeli sadeleştirmeye yönelik çalışmalar sürdürmektedirler. Ancak öğretmen adayları kurdukları ilişkilerin üssel bir model ifade ettiğinin farkına varamadıklarından matematiksel modelde yapılan sadeleştirmeler kullanışlılık açısından yeterli değildir. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 1 seviyesinde B4 yeterliği sergilemektedirler.

Öğretmen adaylarının grup çalışması ile yürüttükleri son etkinlik olan İD etkinliğinde ise altı öğretmen adayının ölçüt 0, üç öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının İD etkinliğinde verilen bağlam ile ilgili oluşturdukları matematiksel modeli kullanışlı hale getirme çalışmaları aşağıda verilmiştir:

$$3000 - A \cdot e^{-kx} = y$$

$$3000 - A = 0$$

$$A = 3000$$

$$3000(1 - e^{-kx}) = 7200$$

$$3000(1 - e^{-0.25x}) = 7200$$

$$1 - e^{-0.25x} = 0,8$$

$$0,2 = e^{-0.25x}$$

$$\ln 0,2 = -0,25x$$

$$x = 0,25$$

$$3000(1 - e^{-0,25x}) = y$$

Şekil 47. İD etkinliğinde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları etkinlikte verilen gerçek yaşam durumuna çözüm getirebilmek için bir matematiksel model oluşturmuş ve bu matematiksel modeli kullanışlı hale getirebilmek için bilinmeyen değişkenleri bulmuş ve matematiksel olarak doğru olan sadeleştirmelerde bulunmuştur. Ancak sınıf tartışmasında K6, K7 ve K8 ilişkilerinin

sadeleştirilmesi süreci ile ilgili açıklamalarla yeterliklerini sergilerken, K9 ilişkilerin sadeleştirilmesi ile ilgili yürütülen tartışmaya katılmamıştır. Dolayısıyla K6, K7 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde B4 yeterliğine sahip olarak değerlendirilirken, K9 ölçüt 0 seviyesinde bu yeterliğe sahip olarak değerlendirilmiştir.

Son olarak öğretmen adaylarının bireysel projeleri ile ilgili çalışmalarını yürütürken yapmış oldukları sunumlarda, üç öğretmen adayının ölçüt 0, altı öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde B4 yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. K1 kivi üretilip üretilmeyeceğini tahmin etmek için yıllık yağış tahmini araştırdığı projesinde elde ettiği verilerin doğrusal modele uygun olduğuna karar vermiş ve bu doğrultuda verileri temsil eden doğrular oluşturmuştur. Bu doğruların denklemlerini oluşturarak hangi matematiksel modelin verileri daha iyi temsil ettiğine küçük kareler yöntemini kullanarak karar vermiştir. K1'in küçük kareler yöntemi ile test ettiği modeller aşağıda verilmiştir:

$$d_1 - \text{doğrusu için ;}$$

$$m = \frac{y - y_0}{x - x_0} = \frac{1350 - 1200}{2003 - 2008} = -30$$

$$\text{denklemler ; } \boxed{y - 1350 = -30(x - 2003)}$$

$$d_2 - \text{doğrusu için}$$

$$m = \frac{y - y_0}{x - x_0} = \frac{1440 - 1200}{2004 - 2008} = \frac{240}{-4} = -60$$

$$\text{denklemler ; } \boxed{y - 1440 = -60 \cdot (x - 2004)}$$

Şekil 48. Bireysel projelerde B4 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K1'in kullandığı matematiksel modeller karmaşık bir yapıya sahip, dolayısıyla kullanışlı modeller değildir. K1 oluşturmuş olduğu modelleri kullanışlı hale getirmek için herhangi bir sadeleştirme çalışmasında bulunmamıştır. Oysa bu modeller kullanışlı hale getirmek için çeşitli sadeleştirmelerin yapılabileceği modellerdir. Dolayısıyla K1 ölçüt 0 seviyesinde B4 yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, İG etkililiği üzerinde çalışan K12, matematiksel model oluşturmak için bir dizi işlem yapmakta ve bu işlemler sonucunda değişkenler arası ilişkileri karmaşıklıktan kurtararak matematiksel bir model elde etmektedir. K12'nin yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Handwritten mathematical work on grid paper. The diagram shows a horizontal line with '100' below it. Above the line, there is text: 'mevcut ihracatın...', 'belirli bir robotun getirilmesinin', 'ihracat artışı', 'işletme robotu için ihracat artışı'. To the right of the diagram, there are several calculations: '151.223 - 333 = 151', '151.15 = 22.65', and '151 + 49.83 = 200'. There are also some other numbers and symbols scattered around, including '2017 223', '2019 212', '2022', '06221', '27', '144', '4=20.87', '2022 684', and '50'.

Şekil 49. K12'nin B4 alt-yeterliği kapsamında yürütmüş olduğu çalışmalar

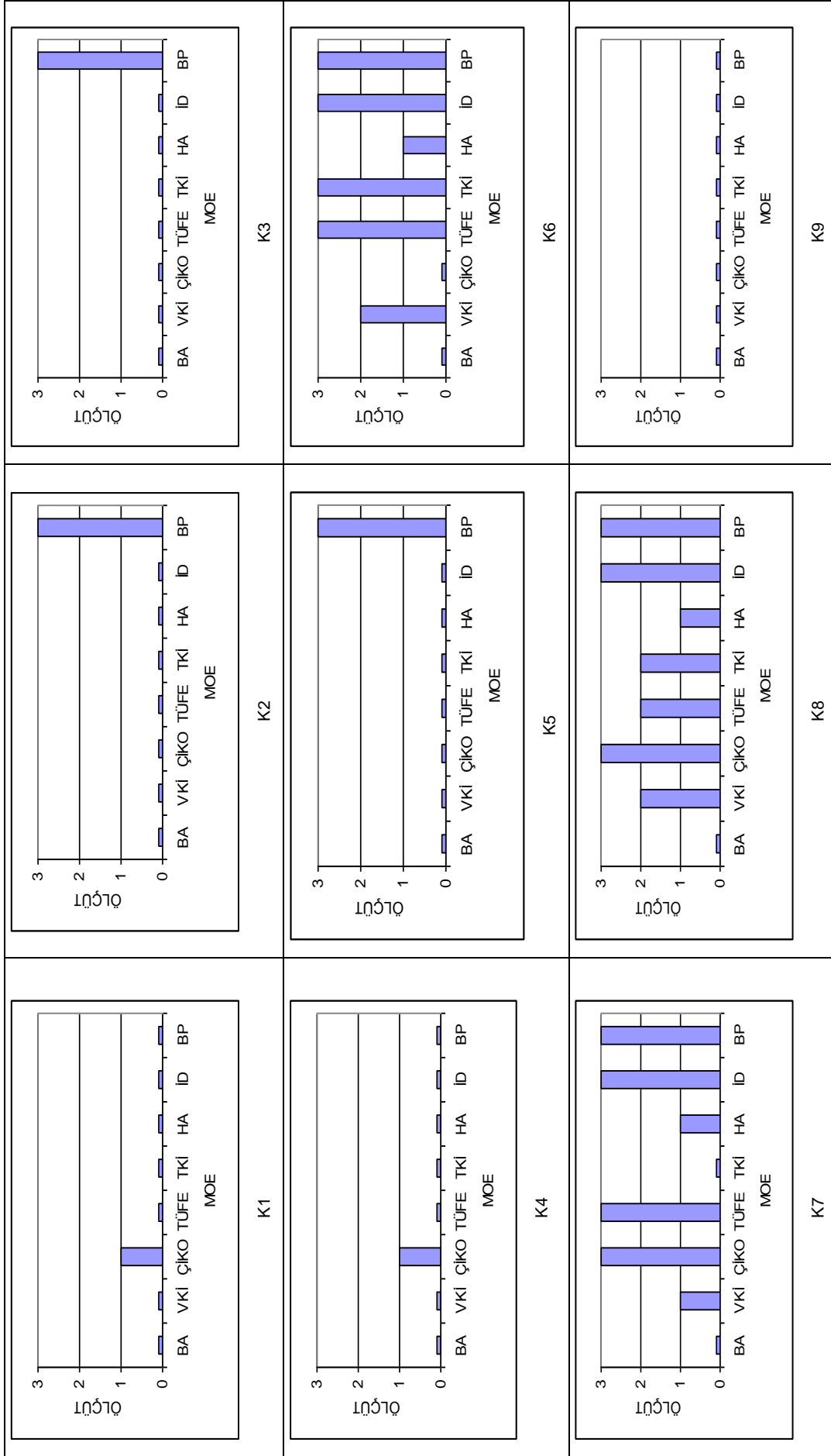
Görüldüğü gibi K12, ilişkileri sadeleştirerek modeli kullanışlı hale getirmeyi başarmıştır. Dolayısıyla K12'nin B4 alt-yeterliği ölçüt 3 olarak değerlendirilmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de olduğu diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0'da olduğu görülmektedir. Bu yeterlik için ölçüt 3 olarak değerlendirilen öğretmen adayı, B1, B2 ve B3 alt-yeterlikleri de ölçüt 3 olan öğretmen adaydır. B1, B2 ve B3 alt-yeterlikleri düşük olan öğretmen adayları, değişkenler arası ilişkileri matematiksel olarak ifade edemediklerinden, ilişkilere yönelik sadeleştirmeler üzerine çalışma fırsatı bulamamıştır. Bu durum B4 alt-yeterliğinin, ön alt-yeterliklerden etkilendiğini göstermektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B4 yeterlik ölçütlerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 11 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim almadan B4 yeterliğine sahip olmadığı, süreç içinde ise oluşturulan modellerin yapısına göre bu yeterlik ölçütünün arzulan seviyede olmasa da gelişim gösterdiği, süreç sonunda ise bu yeterliğin ölçüt 0 seviyesinde sergileyen üç öğretmen adayının olmadı dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının B4 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme



ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu alt-yeterliğin oluşturulan matematiksel modelin yapısına ve ön alt-yeterliklerin varlığına bağlı olarak ortaya çıktığı düşünüldüğünde B4 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyimine doğrudan bağlı olmadığı söylenebilir.

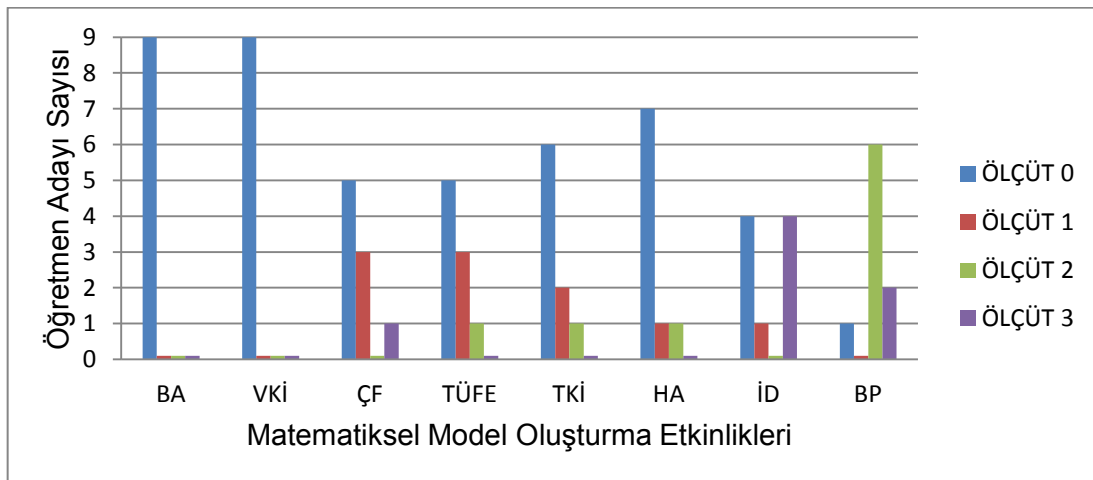
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki B4 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 50'de verilmiştir.



Şekil 50. Öğretmen adaylarının B4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 50 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde B4 alt-yeterliği ölçütlerinin 0 olduğu görülmektedir. İlerleyen süreçte ise oluşturulan matematiksel modellerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak altı öğretmen adayının süreç içinde B3 alt-yeterliği sergilemediği dikkat çekmektedir. Üç öğretmen adayının ise geliştirdikleri matematiksel modellerin doğasına bağlı olarak B4 alt-yeterliği sergilediği söylenebilir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise süreç içerisinde B4 alt-yeterliğine yönelik çalışmalarda bulunmayan öğretmen adaylarından üçünün, kendi projelerinde B4 alt-yeterliği sergiledikleri dikkat çeken başka bir husustur. K4 herhangi bir bireysel proje geliştirmeden B4 alt-yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilirken, K1 ve K9 B4 alt-yeterliğine yönelik herhangi bir çalışma yürütmediğinden ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmiştir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki B4 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise tüm öğretmen adaylarının B4 alt-yeterliklerinin ölçüt 3 olduğu görülmektedir. B4 alt-yeterliğinin grup çalışmalarından ziyade BP'lerde daha iyi ölçütte olması, öğretmen adaylarının bireysel olarak oluşturdukları matematiksel modelle bireysel problemlerine çözüm üretebilmek adına, matematiksel modeli oluşturan ilişkileri sade hale getirme ihtiyacı duymalarından kaynaklanmaktadır. K6, K7 ve K8'in ise bu ihtiyacı neredeyse tüm MOElerde duydukları görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının B4 alt-yeterliğinin gelişiminde doğrudan etkili olmadığını göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “(B5) uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 12’de verilmiştir.



Grafik 12. Öğretmen adaylarının B5 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 12'de görüldüğü gibi B5 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 2 ve 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 2 ve 3'e doğru artmaktadır. Bu durum ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim almadan karşılaştıkları BA etkinliğinde, tüm öğretmen adaylarının B5 yeterliğinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu etkinlikte verilen bağlam ile ilgili kumuş oldukları ilişkileri kullanarak uygun matematiksel gösterimler ile bir matematiksel model oluşturamamıştır. Bundan dolayı tüm öğretmen adaylarının B5 yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Benzer durum VKİ etkinliği için de geçerlidir. Öğrenme ortamında karşılaşılan ikinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde de, tüm öğretmen adaylarının B5 yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu dikkat çekmektedir.

Üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekiyse durumları grafiksel olarak temsil etme yeterlik ölçütlerinin dört öğretmen adayı gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde beş, ölçüt 2 seviyesinde üç ve ölçüt 3 seviyesinde bir öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adayları, ÇF etkinliğinde model oluşturmak için çalışmalar yürütürken, K6 gerçek yaşam ilişkilerini temsil edecek uygun matematiksel gösterimleri seçerek matematiksel bir model oluşturmuştur. K6'nın ÇF etkinliği için oluşturduğu model aşağıda verilmiştir:

$$\begin{aligned} & \text{gelir} - \text{gider} = \text{kar} \\ & (\text{gelir}) - (\text{fabrika gideri}) - (\text{üretim masrafı}) = \text{kar} \end{aligned}$$

Şekil 51. ÇF etkinliğinde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K6 gerçek yaşam ilişkilerini temsil edebilecek uygun matematiksel gösterimleri oldukça iyi ölçütte seçebilmiştir. Bu yüzden K6 ölçüt 3 seviyesinde uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekiyse durumları grafiksel olarak temsil etme yeterliği sergilemektedir. Bu sırada diğer grup arkadaşları gösterimleri seçmek yerine K6'nın fikirlerin doğrultusunda yardımda bulunmuşlardır. Dolayısıyla gruptaki diğer öğretmen adayları ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmiştir.

TÜFE etkinliğinde ise B5 yeterliğinin ÇF etkinliğiyle hemen hemen aynı ölçütlerde olduğu, beş öğretmen adayının ölçüt 0, üç öğretmen adayının ölçüt 1 ve bir öğretmen adayının ölçüt 2 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları TÜFE etkinliği için oluşturmuş oldukları matematiksel modeli yazmaları istenen yönergeye ait cevabı aşağıda verilmiştir:

Handwritten mathematical work on grid paper:

$$2003 \rightarrow 94.7 - 100 = -5.3$$

$$2010 \rightarrow 194.7 - 100 = 94.7$$

$$2013 \rightarrow 94.7 + 19.5 = \boxed{74.2}$$

$$\begin{array}{r} 74.7 \\ + -5.3 \\ \hline 69.4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 69.4 \overline{) 4} \\ \underline{65} \\ 6.5 \end{array}$$

$$6.5 \times 3 = 19.5$$

The work also includes a vertical subtraction problem on grid paper:

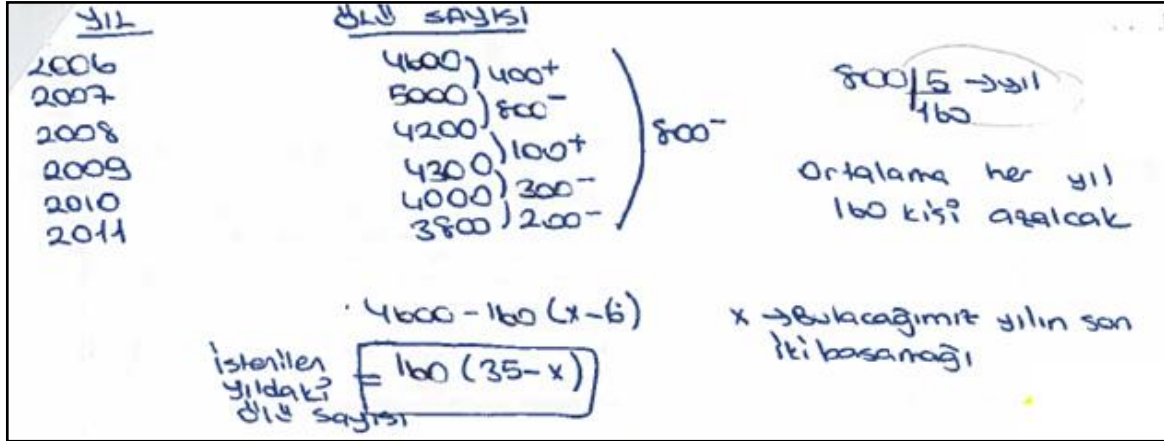
$$\begin{array}{r} 94.7 \\ - 5.3 \\ \hline 89.4 \end{array}$$

Şekil 52. TÜFE etkinliğinde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları, etkinlikte verilen durum ile ilgili ilişkileri belirlemiş, ilişkiler yardımıyla duruma çözüm getirebilmişlerdir. Bunu yaparken matematiksel model oluşturmak için yürüttükleri işlemleri uygun gösterimler ile ifade etmeye çalışmış ancak başarılı olamamışlardır. Sonuç olarak duruma uygun geliştirdikleri matematiksel modeli yazmalarının istendiği yönergeye de uygun gösterimlerin seçildiği bir model yerine yapmış oldukları işlemleri yazmışlardır. Ayrıca görülüyor ki, bu öğretmen adayları bulmuş oldukları değişim oranını bilinen değer üzerine sürekli toplayarak istenen yılı belirlemeye çalışmış, bu ilişkilere uygun matematiksel bir gösterim seçememiştir. Dolayısıyla bu işlemleri yürüten K4 ölçüt 1 seviyesinde B5 yeterliği sergilerken, bu sürece dahil olmayan ya da yanlış işlemler yürüten grup arkadaşları ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmiştir.

Beşinci etkinlik olan TKİ etkinliğinde de durumun TÜFE etkinliğiyle hemen hemen aynı olduğu, altı öğretmen adayının ölçüt 0, iki öğretmen adayının ölçüt 1 ve bir öğretmen adayının ölçüt 2 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının TKİ

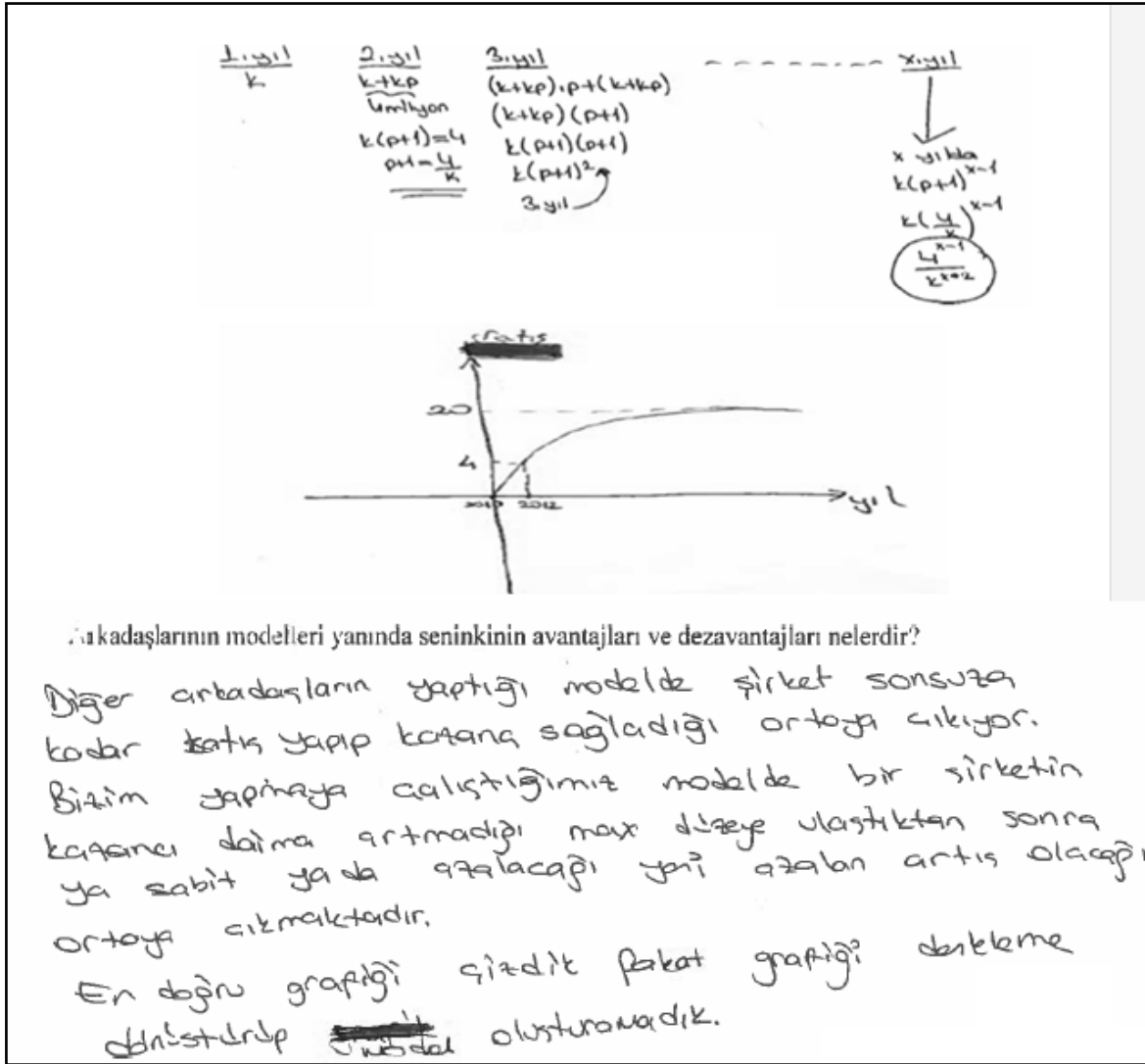
etkinliğindeki problem durumuna çözüm getirebilmek için oluşturmuş olduğu matematiksel model aşağıda verilmiştir:



Şekil 53. TKİ etkinliğinde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları durumu açıklayan ilişkileri belirlemiş ve bu doğrultuda yapmış oldukları matematiksel işlemlere uygun matematiksel gösterimleri seçerek bir matematiksel model oluşturabilmişlerdir. Ayrıca görüldüğü gibi öğretmen adayları, duruma ait verileri temsil edecek matematiksel modeli oluştururken, veri setini daha doğru temsil eden regresyon veya küçük kareler yöntemini kullanmamışlardır. Dolayısıyla model oluştururken kullanılan matematiksel gösterimleri seçen K6, ölçüt 2 seviyesinde uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme yeterliği sergilemektedir.

Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde ise ölçüt 0 seviyesinde yedi, ölçüt 1 ve ölçüt 2 seviyesinde ise birer öğretmen adayının B5 yeterliği sergilediği görülmektedir. Bu etkinlikte gerçek değişkenlerin doğrusal olmayan bir ilişki sergilediğini fark eden K6'nın ilişkiye uygun seçmiş olduğu matematiksel gösterim ve çizmiş olduğu grafik Şekil 54'de verilmiştir.

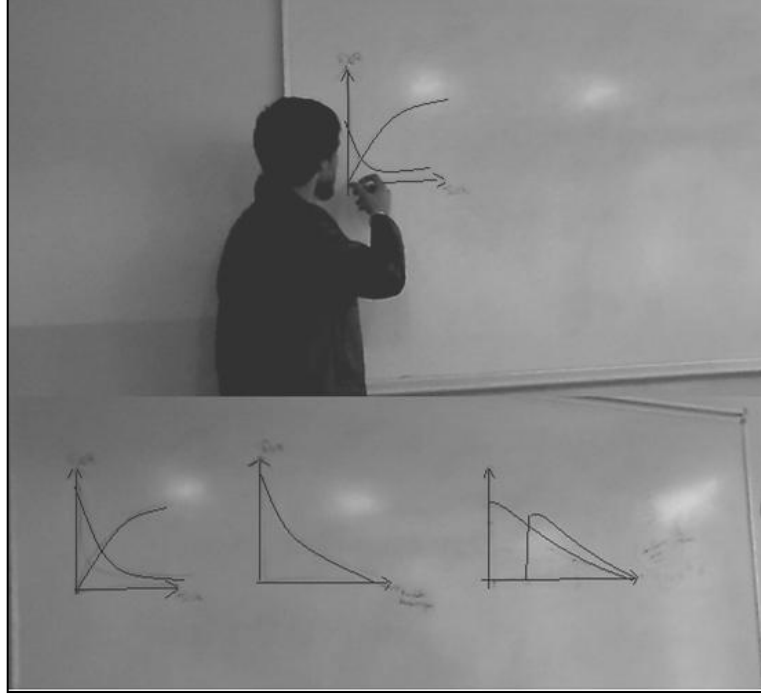


Şekil 54. HA etkinliğinde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K6 durumu etkileyen değişkenler arası ilişkileri temsil eden uygun matematiksel gösterimi seçmeye çalışmış, uygun grafiği oluşturmuş ancak duruma uygun olan üssel modeli oluşturamamıştır. Uygun matematiksel gösterime ait modelin neden oluşturulamadığını dair yorumlar ise, tüm grupların sunumları ve yapılan sınıf tartışmaları sonunda ilgili yönergeye açıklanmıştır. Bu bağlamda K6 ölçüt 2 seviyesinde B5 yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının sınıf dışı grup çalışmasıyla matematiksel model oluşturmaya çalıştıkları İD etkinliğinde ise ölçüt 0 seviyesinde dört, ölçüt 1 seviyesinde bir ve ölçüt 3 seviyesinde dört öğretmen adayının B5 yeterliği sergilediği görülmektedir. Bu etkinlik için her iki grup da bağlamdaki ilişkilere uygun matematiksel gösterimin üssel matematiksel model oluşturmak olduğuna karar verebilmiştir. Öğretmen adaylarının geliştirmeye

çalıştıkları model ile ilgili sunumları sırasında seçmiş oldukları gösterimleri gösteren ekran görüntüleri aşağıda verilmiştir:

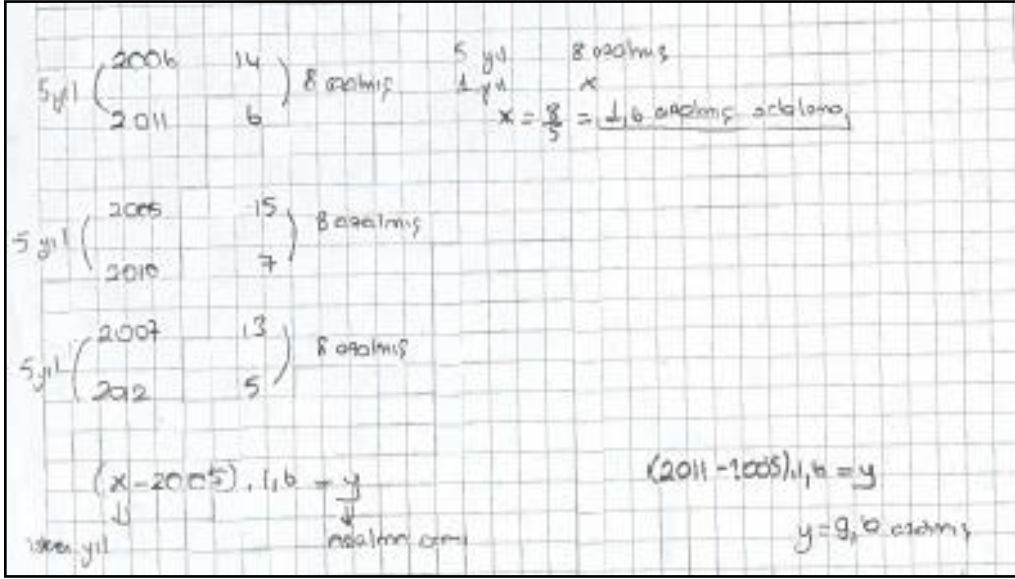


Şekil 55. İD etkinliği sınıf tartışmasında B5 yeterliğine yönelik görüntü

Sunum yapan K4 yukarıda görüldüğü gibi duruma uygun grafiği oluşturabilmiş ancak grafiği temsil eden uygun matematiksel gösterimin üssel bir model olacağını dile getirmemiştir. Bunun üzerine K3 ana değişkenlerle ilgili grafiği çizmiş ve uygun matematiksel gösterimin üssel bir model olacağını belirtmiştir. Dolayısıyla K4 ölçüt 1 seviyesinde B5 yeterliği sergilerken K3 ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergilemektedir.

Öğrenme ortamında son olarak gerçekleştirilen bireysel proje sunumlarında ortaya çıkan uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme yeterlik ölçütleri incelendiğinde ölçüt 0 seviyesinde bir, ölçüt 2 seviyesinde altı ve ölçüt 3 seviyesinde iki öğretmen adayının olduğu görülmektedir. K5 belirlemiş olduğu gerçek yaşam durumuna uygun matematiksel gösterimin doğrusal bir matematiksel modelleme olduğunu dile getirmiş ve bu doğrultuda bir matematiksel model oluşturmuştur. K5'in oluşturmuş olduğu model Şekil 56'da verilmiştir.

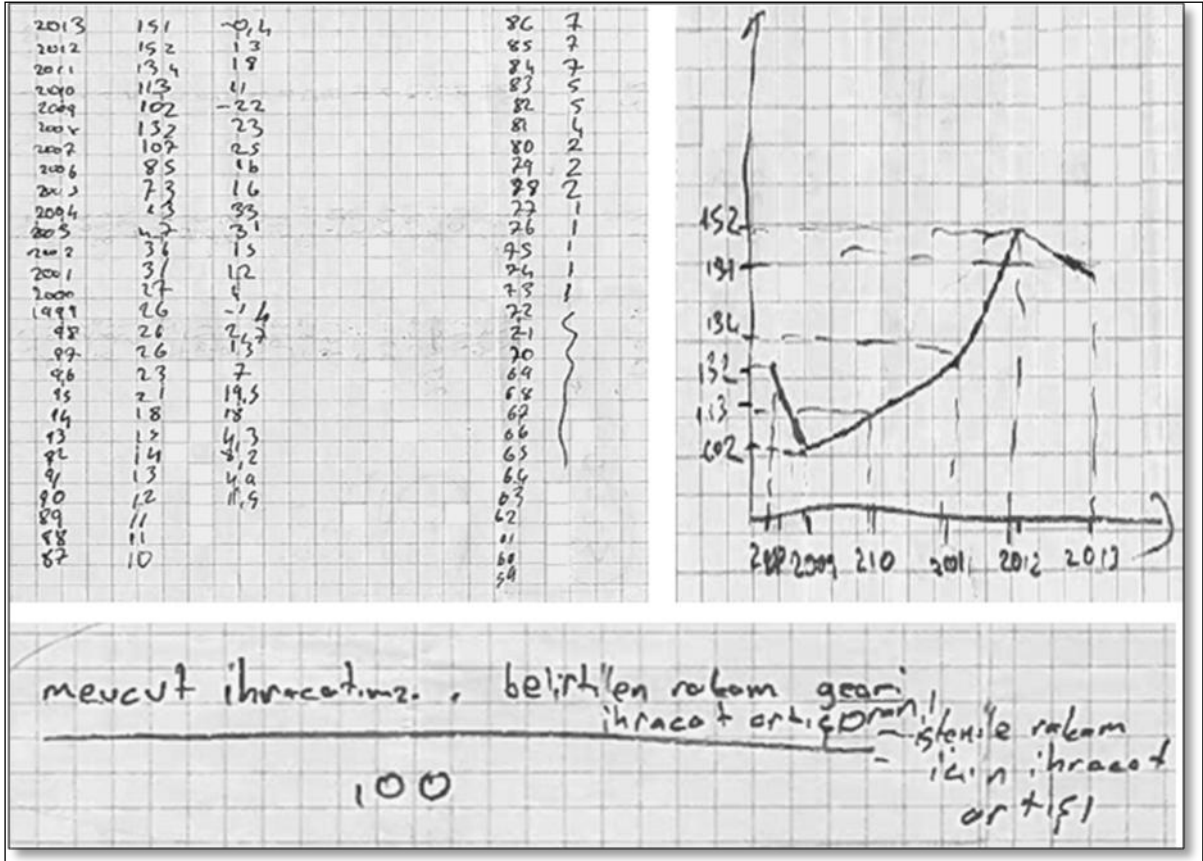




Şekil 56. Bireysel projelerde B5 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K5 öğrenme ortamında deneyime sahip olduğu ve belirlemiş olduğu gerçek yaşam bağlamını temsil eden doğrusal modeli geliştirirken küçük kareler yöntemini kullanmak yerine, değişim ortalamalarını alarak durumu daha az gerçeğe yakın temsil eden bir matematiksel model oluşturmuştur. Bu yüzden K5 ölçüt 2 seviyesinde uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, İG etkinliği üzerinde çalışan K12'nin önemsiz sayılabilecek hatalar içerse de problemi çözmek için uygun gösterimler seçtiği görülmektedir. K12'nin problem durumuna yönelik oluşturduğu grafik ve seçmiş olduğu gösterimler Şekil 57'de verilmiştir.



Şekil 57. K12'nin İG etkinliği için oluşturduğu grafik ve seçmiş olduğu gösterimler

Görüldüğü gibi K12 durumu doğru grafiksel gösterimle temsil edebilmiştir. Eğer 10 yıl sonrasını merak ediyorsak 10 yıl önce neler yapıldığına bakarak, gelecek ihracat potansiyeline dair karar verilebileceğini dile getirmiştir. Bunu yaparken de 2013 yılındaki ihracat gelirinden 2003 yılındaki ihracat gelirini çıkararak artışı bulmuştur. Ardından bu artışın yüzde kaç olduğunu hesaplayarak 2013 yılından 10 yıl sonra da bu yüzdelerle artışla aynı artışın olacağını dile getirerek bu doğrultuda matematiksel model oluşturmaya çalışmıştır. Ancak belirlemiş olduğu artış oranının dahilinde olan 100'e bölme işlemini modele ikinci kez eklemiştir. Araştırmacının modeli kullanarak herhangi bir yılın ihracat gelirini hesaplamasını istemesi sonucu yapmış olduğu işlemler Şekil 58'de verilmiştir.

mevcut ihracatımız, belirtilen rakam göre

ihracat artışı oranı

istenilen rakam için ihracat artışı

100

$$\frac{151 \cdot 33}{100} = 49.83$$

151 + 49.83 = 200

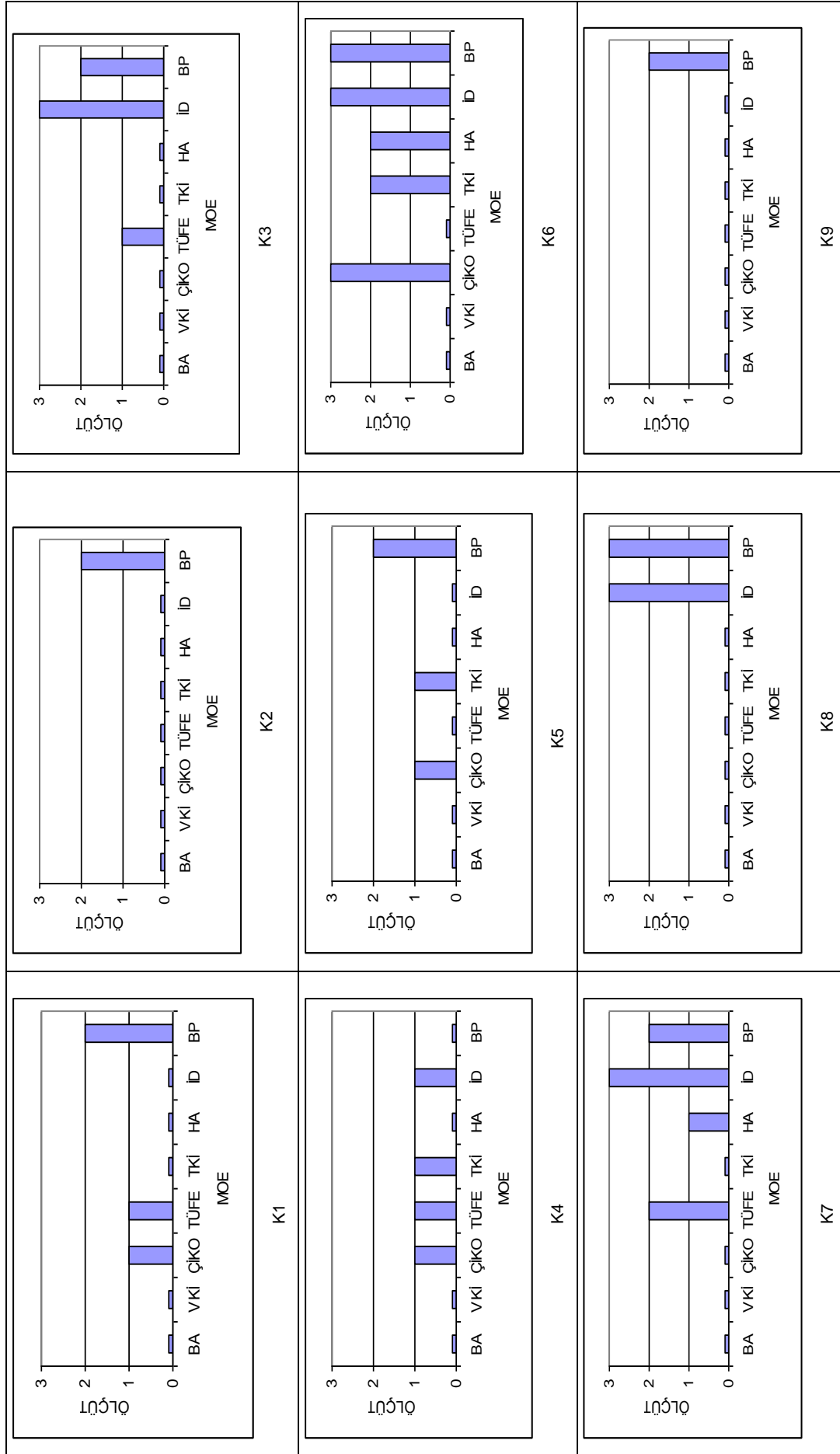
Şekil 58. K12'nin İG etkinliğinde matematiksel model ile problemi çözme çalışmaları

Görüldüğü gibi K12 matematiksel modelde 100'e bölüm olsa da, modeli kullanarak işlemleri yaparken 100'ü kullanamamaktadır. Bu ise gözden kaçan önemsiz bir hata olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca K12 oluşturduğu matematiksel modelle istenen sonuca ulaşmamakta, model ile ulaştığı artış oranıyla bilinen yılın ihracat gelirini toplamak gibi ek bir işleme ihtiyaç duymaktadır. Yani K12 yapmış olduğu işlemlere uygun matematiksel gösterimleri tam olarak belirleyememiştir. Dolayısıyla K12 düzey 2 seviyesinde B5 yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de değerlendirildiği, diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme yeterliklerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 12 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim alamadan bu yeterliğe sahip olmadığı görülmektedir. Ayrıca bu yeterliğin ikinci etkinlikte de ortaya çıkmadığı ancak üçüncü etkinlikten sonra ölçüt 3 seviyesinde bulunan öğretmen adaylarının olduğu görülmektedir. TÜFE, TKİ ve HA etkinliklerinde ise B5 yeterliği ölçüt 1 ve ölçüt 2 seviyesinde bulunan öğretmen adayları olsa da ölçüt 0 seviyesinde bulunan öğretmen adayları fazla olması dikkat çekmektedir. İD erkinliğinde ise ölçüt 3 seviyesinde bulunan öğretmen adayı sayısının arttığı görülmektedir. Son olarak gerçekleştirilen bireysel sunumlarda ise B5 yeterlik ölçütlerinin başlangıca göre olumlu yönde gelişim gösterdiği ancak yine de ölçüt 3 seviyesinde yeterliğe sahip olamayan öğretmen adaylarının olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının B5 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile

karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu da B5 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden olumlu yönde etkilendiğini göstermektedir.

Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki B5 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B5 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 59'da verilmiştir.



Şekil 59. Öğretmen adaylarının B5 alt-yeterliliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

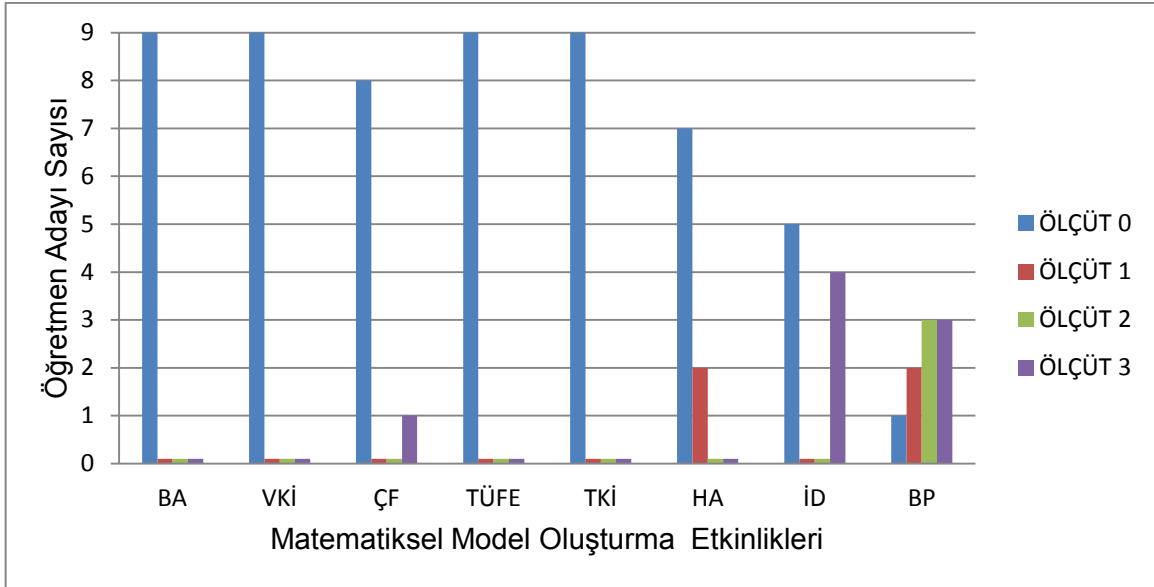
Şekil 59 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde B5 alt-yeterliği ölçütlerinin 0 olduğu görülmektedir. İlerleyen süreçte ise oluşturulan matematiksel modellerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak sadece iki öğretmen adayının süreç içinde B5 alt-yeterliği sergilemediği görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise süreç içerisinde B5 alt-yeterliğine yönelik çalışmalarda bulunmayan öğretmen adaylarının, kendi projelerinde B5 alt-yeterliği sergiledikleri görülmektedir. K4 herhangi bir bireysel proje geliştirmeden B5 alt-yeterliği ölçütü 0 olarak değerlendirilmiştir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki B5 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise B3 alt-yeterliklerinin ölçüt 2 ve 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının B5 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Bu bölümde sunulan bulgular incelendiğinde B yeterliği ile ilgili genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Çünkü B yeterliğine ait B1, B2, B3, B4 ve B5 alt-yeterlikleri etkinlikler bağlamında farklı ölçütlerde değerlendirilmekte ve süreç içinde farklı dağılım göstermektedir.

#### **4. 3. Oluşturulan Matematiksel Model ile Matematiksel Problemleri Çözme Yeterliği ile İlgili Bulgular**

Bu çalışmada oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; (C1) *buluşsal stratejiler kullanma* ve (C2) *problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma* yeterlikleridir. Bu doğrultuda bu bölümde, tasarlanan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliğinin süreç içindeki gelişimi, bu alt yeterliklerin gelişimi bağlamında incelenmiştir. Grupça yürütülen MOE'lere ait videolar ve bireysel MOE projeleri alt yeterlikler bağlamında nitel olarak analiz edilmiştir. Grup ve bireysel çalışmalardaki alt yeterlikler ve alt yeterlik ölçütleri her öğretmen adayı için bireysel olarak belirlenmiştir. Takip eden bölümde her alt yeterliğin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafik verilmiş ve gelişim süreç içinde yaşananlar ile yorumlanmıştır. Öğretmen adayları tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her alt-yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en güzel ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının "*buluşsal stratejiler kullanma*" alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 13'de verilmiştir.



Grafik 13. Öğretmen adaylarının C1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 13'de görüldüğü gibi C1 alt-yeterliği ile ilgili durum, süreç ilerledikçe pek değişim göstermemekte, süreç sonuna doğru ise ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adayı sayısı oldukça fazladır. İlerleyen etkinlikler C1 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayacak nitelikte olmasına rağmen, öğretmen adayları C1 alt-yeterliğine yönelik çalışmalarda bulunmamış, bundan dolayı da yeterlikleri ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Süreç sonuna doğru ise C1 yeterliğindeki gelişim tüm öğretmen adaylarının ölçüt 3 seviyesine ulaşmasını sağlamasa da, bu alt-yeterliğin ölçüt 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bu da ortamın arzulanan seviyede olmasa da bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili eğitim alandan karşılaştıkları BA etkinliğinde ortaya çıkan buluşsal stratejiler kullanma yeterlik ölçütleri incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının bu yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. BA etkinliğine bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde olmaları hiçbir buluşsal strateji kullanmamalarından kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde VKİ etkinliğinde de tüm öğretmen adaylarının buluşsal stratejiler kullanma yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. BA etkinliğine paralel olarak VKİ etkinliğinde de bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde olmaları hiçbir buluşsal strateji kullanmamalarından kaynaklanmaktadır.

ÇF etkinliğinde ise bir öğretmen adayının ölçüt 3, diğer öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde buluşsal stratejiler kullanma yeterliği sergilediği görülmektedir. K6'nın ÇF

etkinliğinde verilen problemin çözümüne yönelik buluşsal stratejiler kullandığında geçen süreç aşağıda verilmiştir:

$$\begin{aligned} & \text{gelir} - \text{gider} = \text{kar} \\ & (\text{gelir}) - (\text{fabrika gideri}) - (\text{üretim masrafı}) = \text{kar} \\ & 8x^2 - 215000 + 4500x \\ & \boxed{8x^2 + 4500x - 215000} \end{aligned}$$

Şekil 60. ÇF etkinliğinde C1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K6 problem durumunu etkileyen değişkenler ile başlangıç modeli oluşturmuş ve ardından bu modeli detaylandırmıştır. K6 etkinlikte verilen problem durumunu da başlangıç modelinde olduğu gibi küçük parçalara bölerek problem çözümü için oluşturmuş olduğu matematiksel modeli bu doğrultuda kullanmıştır. Bu ise modeli kullanmayı kolaylaştırmak için gerçekleştirilen geçerli buluşsal bir stratejidir. Dolayısıyla K6 ölçüt 3 seviyesinde buluşsal stratejiler kullanma yeterliği sergilemektedir.

TÜFE ve TKİ etkinliklerinde ise tüm öğretmen adaylarının buluşsal stratejiler kullanma yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının TÜFE ve TKİ etkinliklerinde bu yeterlik için ölçüt 0 seviyesinde olmaları problem çözümü için uygun olmayan buluşsal stratejiler kullanmalarından ziyade hiçbir buluşsal strateji kullanmamalarından kaynaklanmaktadır.

Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde de öğretmen adaylarının buluşsal stratejiler kullanma yeterliklerinin yine düşük olduğu görülmektedir. Bu etkinlikte yedi öğretmen adayı ölçüt 0 seviyesinde yeterli buluşsal stratejiler kullanma yeterliği sergilerken, iki öğretmen adayı ise ölçüt 1 seviyesinde yeterlik sergilemektedir. K6'nın HA etkinliğinde buluşsal stratejiler kullanmaya yönelik yapmış olduğu çalışmalar Şekil 61'de verilmiştir.



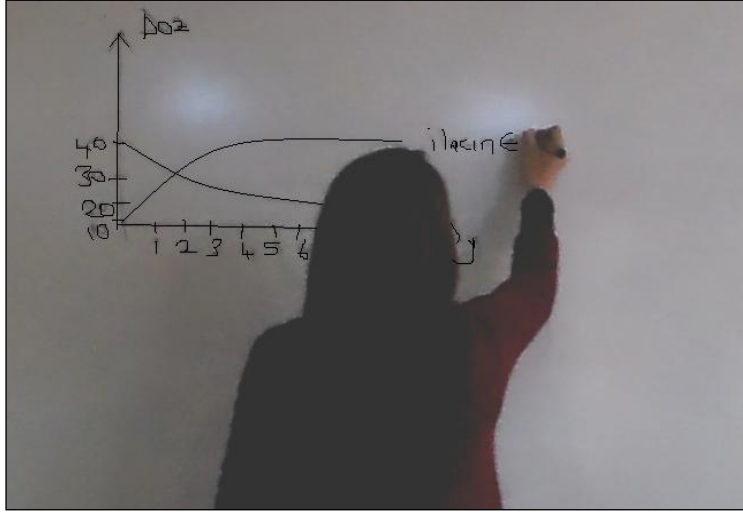
$J + K = 20 \text{ Milyon} \Rightarrow 3 \text{ yıl}$   
 $J + 2 \text{ yıl. } K = 4$   
 $\frac{11 \text{ milyon}}{15}$   
 $(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$   
 $5 + 5.k + 5.L^2 + 5.L^3 = 20.000.000$   
 $5(1+k+L^2+L^3) = 20.10^4$   
 $5(1+k)(1+L^2) = 20.10^4$   
 $5(4k) \cdot [(4+2) \cdot 2k]$

Şekil 61. HA etkinliğinde C1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü

**K6** : Şimdi şu sermaye [*s* değişkeni ]. Mesela 10 lira sermayem olsa. Bana yılda  $\frac{1}{2}$  getirse. Yani 5 lira getirse yarısı kadar. Sonraki yıl bunu toplayıp bunun yarısı kadar daha gelecek. Ama sermaye değil de...

Görüldüğü gibi K6 kendisine karmaşık gelen problemi daha basit bezer bir problem bağlamında düşünerek benzer problemlerle ilişki kurma stratejisi kullanmaya çalışmaktadır. Ancak bu stratejiyi oluşturmuş oldukları matematiksel model ile etkinlikte verilen problemi çözmek için yeterli ölçütte geliştirememekte ve stratejiden vazgeçip model üzerinde çalışmaya devam etmektedir. Dolayısıyla K6 ölçüt 1 seviyesinde buluşsal stratejiler kullanma yeterliği sergilemektedir.

Sınıf dışı yürütülen İD etkinliğinde buluşsal stratejiler kullanma yeterlik ölçütleri incelendiğinde beş öğretmen adayının ölçüt 0, dört öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde buluşsal stratejiler kullanma yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. K7'nin grup olarak geliştirdikleri matematiksel modeli sunarken, durumu açıklayan ve anahtar değişkenler arası ilişkileri göstermek için çizdiği grafik Şekil 62 ve Şekil 63'de verilmiştir.

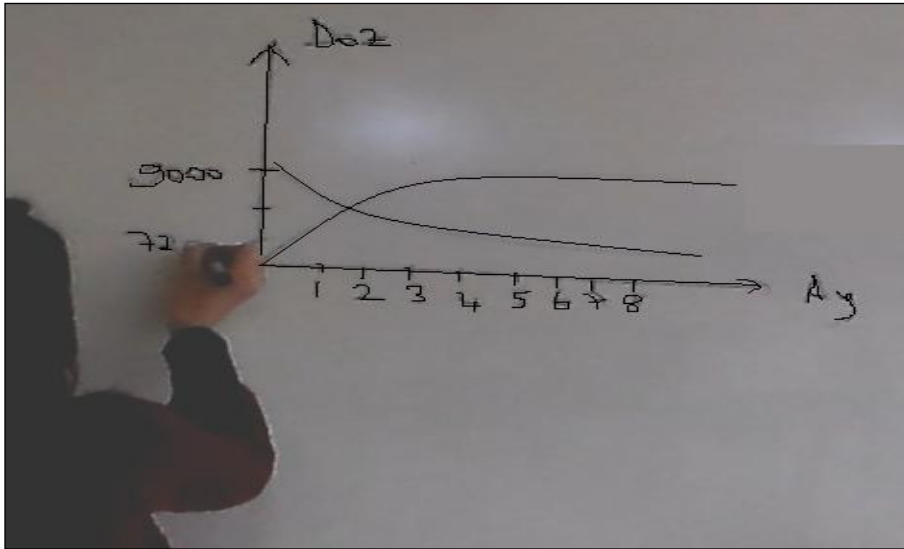


Şekil 62. İD etkinliği sınıf tartışmasında C1 yeterliğine yönelik görüntü-1

*K6 : 10-20-30-40 olmayacak o 7200 ile 9000 arası yap*

*Araş. : Hmm ilk başta günlük doza göre yaptınız.*

*K8 : Böyle yapmıştık . Çünkü hocam 40 doz var zaten 40 dozdan daha fazla kullanılamıyor. Yani ya 20mg veriliyor ya 40.*



Şekil 63. İD etkinliği sınıf tartışmasında C1 yeterliğine yönelik görüntü-2

Görüldüğü gibi öğretmen adayları, İD etkinliğinde günlük doz miktarı ile alınması gereken maksimum doz miktarı değişkenleri ile bağlama uygun bir matematiksel model geliştirmiştir. Ancak problem durumunda ilacın alınması gereken uygun doz miktarı sorulmaktadır. Seçmiş oldukları ilacın hastalık durumuna müdahale edebilmesi için aylık kullanım gerektiğinin farkına vararak, nicelikleri ve uygun verileri çeşitlendirme yapmaları

gerektiğini fark etmektedirler. Bu bağlamda oluşturdukları matematiksel model ile problemi çözebilmek için nicelikleri çeşitlendirme buluşsal stratejisini kullanmaktadırlar. Bu işlemleri nasıl ve neden gerçekleştirdiklerini dile getiren K6, K7 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde C1 yeterliği sergilemektedirler.

Öğretmen adaylarının bireysel projelerine yönelik geliştirdikleri matematiksel modelleri problemi çözmek için kullanırken kullanmalarını yardımcı olan buluşsal stratejiler kullanma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, bir öğretmen adayının ölçüt 0, iki öğretmen adayının ölçüt 1, üçer öğretmen adayının ise ölçüt 2 ve ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. K2 uygun yol genişliğini belirlemeye yönelik oluşturduğu matematiksel model ile sadece sokaklar için uygun yol genişliğini hesaplayabildiğini dile getirmektedir. Ayrıca problem durumu uygun yol genişliğinin hesaplanması olduğundan belirlediğimiz yol için geçecek araç boyutları, araç sayısı gibi değişkenlere ait veriler ile problemin çözülebileceğini dile getirmektedir. Problem durumuna çözüm getirebilmek için verileri çeşitlendirme gibi buluşsal bir stratejinin varlığında farkında ancak bu buluşsal stratejiyi kullanma yoluna gitmemektedir. Bunun sebebini ise ikamet ettiği yerin bir sokak olması ve sokağı otomobil tipindeki araçların kullanıyor olması olarak açıklamaktadır. Dolayısıyla K2 ölçüt 2 seviyesinde buluşsal stratejiler kullanma yeterliği sergilemektedir. K6 ise telefon şarjının kullanım süresini tahmin etmek için matematiksel model oluştururken, öncelikle kendi telefonun verilerine göre bir matematiksel modele oluşturmuş ardından tüm telefonlar için kullanılabilecek bir matematiksel modele genellemeler yapmıştır. Görüldüğü gibi K6 daha basit benzer bir probleme üzerine düşünme stratejisi kullanarak probleme çözüm getirebilecek model oluşturma yoluna gitmiştir. Bundan dolayı K6, ölçüt 3 seviyesinde C1 yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, İG etkinliği üzerinde çalışan K12'nin oluşturmuş olduğu matematiksel modelle, matematiksel problemi daha kolay bir şekilde çözmek için yapmış olduğu çalışmalar Şekil 64'de verilmiştir.

son	y. /		
1	y. /	-06	0,4
2		18,9	12,5
3		38	33,8
4		49,8	48,8
5		19,8	15
6		44	41
7		66	77
8		78	119
9		88	139
10		104	221
11		115	319
12		120	387
13		124	459
14		125	470
15		125	480
16		123	480
17		128	<del>488</del> 556
18		130	619
19		133	738
20		136	906

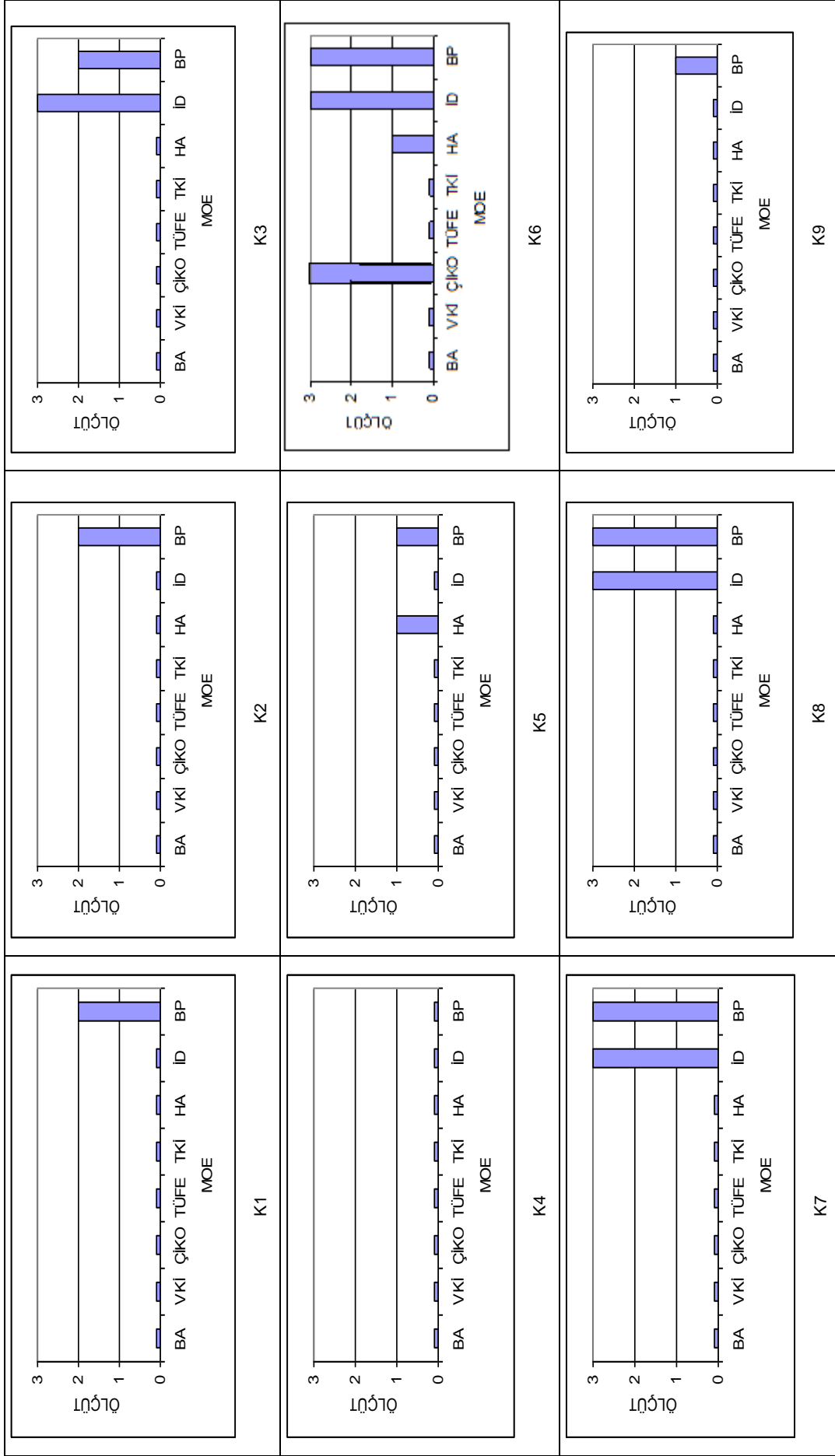
Şekil 64. K12'nin İG etkinliğinde C1 yeterliğine yönelik yapmış olduğu çalışmalar

K12'nin oluşturmuş olduğu tabloda birinci sütun 2013 yılından kaç yıl önce olduğunu, ikinci sütun 2013 yılı arasındaki ihracat farkının ne kadar olduğunu, üçüncü sütun ise değişim yüzdesini göstermektedir. Böylece K12 matematiksel model ile istenen problemi çözmek için nicelikleri çeşitlendirme stratejisi kullanmıştır. Bu strateji geçerli ve hatasız uygulandığından K12 düzey 3 seviyesinde C1 yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, birer öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik için ölçüt 0, 1 ve 3 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının buluşsal stratejiler kullanma yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 13 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim almadan buluşsal stratejiler kullanma yeterlik ölçütlerinin 0 seviyesinde olduğu, bu durumun öğrenme ortamında yürüttükleri etkinliklerde pek de değişim göstermediği ancak süreç sonunda başlangıca

göre C1 yeterliğinin gelişim gösterdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının C1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu da C1 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modelleme deneyiminden etkilediğinin göstergesidir.

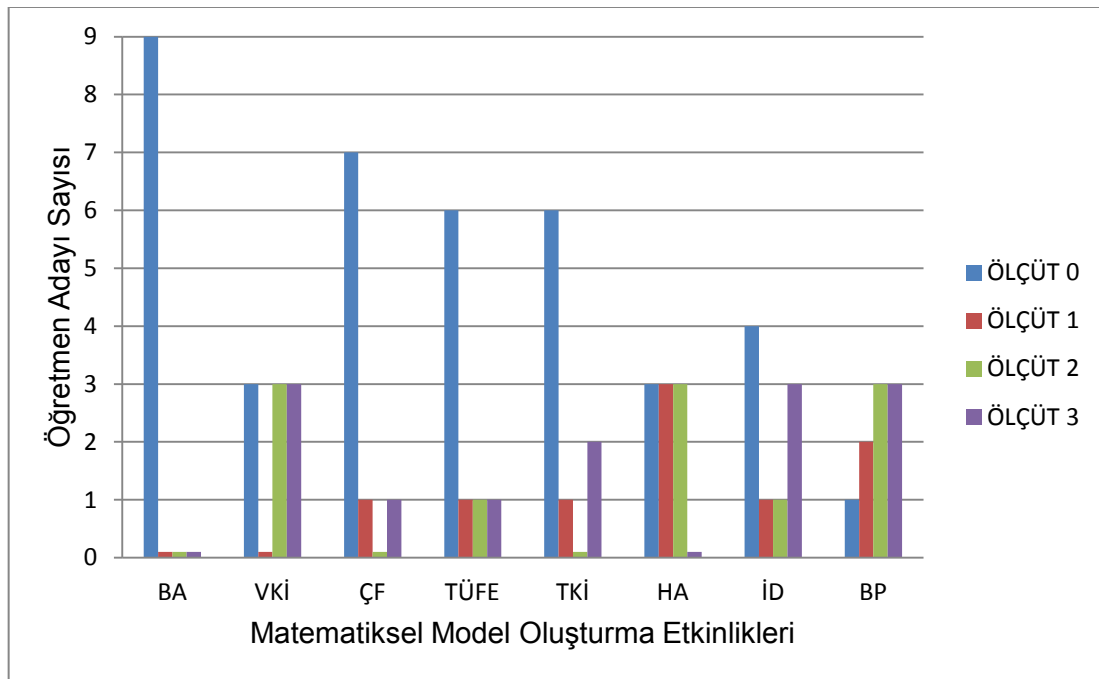
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki C1 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının C1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 65'de verilmiştir.



Şekil 65. Öğretmen adaylarının C1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 65 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde C1 alt-yeterliği ölçütlerinin 0 olduğu görülmektedir. İlerleyen süreçte ise MOEler buluşsal stratejiler kullanmaya fırsat verse bile öğretmen adaylarının çoğunun süreç içinde C1 alt-yeterliği sergilemediği dikkat çekmektedir. Sadece K6'nın süreç içinde C1 alt-yeterliği sergilediği söylenebilir. Süreç sonuna doğru yürütülen İD etkinliğinde, özellikler de bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise süreç içerisinde C1 alt-yeterliğine yönelik çalışmalarda bulunmayan öğretmen adaylarının, kendi projelerinde C1 alt-yeterliği sergiledikleri dikkat çeken başka bir husustur. K4 ise herhangi bir bireysel proje geliştirmediğinden C1 alt-yeterliği ölçütü 0 olarak değerlendirilmiştir. Bireysel C1 yeterlikleri genel olarak incelendiğinde, bu yeterliğin süreç başlarında gözlenmemesi, süreç sonunda ise bu yeterliğe yönelik çalışmaların yürütülmüş olması dikkat çekmektedir. Bu da öğrenme ortamının arzulan seviyede olmasa da C1 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “*problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma*” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 14’de verilmiştir.



Grafik 14. Öğretmen adaylarının C2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 14'de görüldüğü gibi C2 alt-yeterliği ile ilgili durum, süreç ilerledikçe değişmekte ve süreç ilerledikçe 0'dan 2 ve 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adayı sayısı oldukça fazladır. İlerleyen etkinlikler C2 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayacak nitelikte olmasına rağmen, öğretmen adayları C2 alt-yeterliğine yönelik çalışma ölçütlerinin oldukça yavaş geliştiği görülmektedir. Süreç sonuna doğru ise C2 yeterliğindeki gelişimin ölçüt 2 ve 3 yönünde olduğu görülmektedir. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 14 incelendiğinde, matematiksel modelleme ile ilgili hiçbir eğitim aladan BA etkinliği ile karşılaşan öğretmen adaylarının problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesinin sebebi öğretmen adaylarının BA etkinliğinde verilen bağlama çözüm üretebilecek matematiksel model oluşturamamış olmalarıdır.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ortaya çıkan problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterlik ölçütleri incelendiğinde yeterlik ölçütü, 2 ve 3 olan üçer öğretmen adayının olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının etkinlikte verilen matematiksel model ile problemi çözmek için matematiksel bilgilerini kullanırken yapmış oldukları işlemler aşağıda verilmiştir:

★ Boy ve kilo değişkenlerinin formülünde yerine koyup gösterelim.

$$E = \frac{0,455 \times A}{(0,0254 \times B)^2}$$

ÖR: 1 pound 453.59237 gram s  
 1 inç = 2,54 santimetre  
 17,64010243 kilo = 39 kilo/inç  
 603,86 = 1,59 cm/pound.

$$E = \frac{8,04899660565}{125,7721,4170591} = 13,0733645275 \text{ yaklaşık.}$$

Şekil 66. VKİ etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları problemi çözmek için verilen matematiksel modeli kullanırken matematiksel bilgilerini doğru şekilde kullanabilmişlerdir. Dolayısıyla bu



işlemleri yürüten K1, K4 ve K5 ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergilemektedir.

ÇF etkinliğinde ortaya çıkan problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, önceki etkinlik olan VKİ etkinliğine göre yeterlik ölçütlerinin düştüğü, yedi öğretmen adayının ölçüt 0 ve birer öğretmen adayının ölçüt 1 ve ölçüt 3 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının grup çalışması ile ÇF etkinliği için geliştirdikleri matematiksel model ile problemi çözerken K4'ün yapmış olduğu işlemler aşağıda verilmiştir:

$$x \cdot a = 200 \cdot (3500x - 8x^2)$$

$$a = 200(3500 - 8x)$$

Satış fiyatı = kar + gider  
S. gider + üretim m  
8.29  
Üretim masrafı

Şekil 67. ÇF etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K4 etkinlikte  $x$  bin kutu çikolata değişkenine bağlı olarak verilen üretim masrafını veren matematiksel model ile 200 bin kutu çikolatanın üretim masrafını hesaplamak istemektedir. Ancak etkinlikte verilen 200 bin kutu üretim, fabrikanın ulaşabileceği maksimum üretim olup, problem durumuna çözüm getirebilmek için 150 bin kutunun üretim masrafı bulunmalıdır. K4,  $x$  yerine ilgili veri olan 150 bin yazmak yerine üretim miktarı ile üretim masrafını veren model arasında orantı kurmaktadır. Ancak diğer süreçler matematiksel anlamda doğru devam etmektedir. Dolayısıyla K4 ölçüt 1 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergilemektedir.

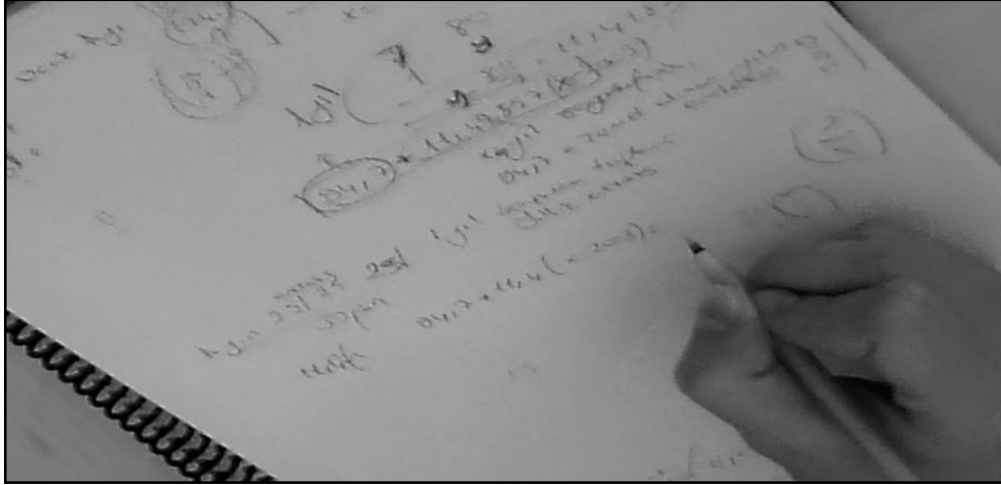
Dördüncü etkinlik olan TÜFE etkinliğinde ölçüt 0 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergileyen altı öğretmen adayı bulunurken, ölçüt 1, 2 ve 3 seviyelerinde ise birer öğretmen adayı bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının oluşturmuş oldukları modeli kullanarak problemi çözmek için yapmış oldukları işlemler Şekil 68 ve Şekil 69'de verilmiştir.

$y$  = İstenilen yılın TÜFesi  
 $x$  = TÜFesi bulunmak istenen yıl  
 $A$  = Temel alınan yılın TÜFesi  
 $B$  = Temel alınan yıl

$$y - A = 11,4 (x - B)$$

$$y = A + 11,4 (x - B)$$

Şekil 68. TÜFE etkinliği için oluşturulan matematiksel model



Şekil 69. TÜFE etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalara ait görüntü

Bu işlemleri yapan K7 matematiksel model ile problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanabilmektedir. Dolayısıyla bu öğretmen adayı ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergilemektedir.

TKİ etkinliğinde ise ölçüt 0 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliğine sahip öğretmen adaylarının sayısı değişmezken, ölçüt 1 seviyesinde 1, ölçüt 3 seviyesinde iki öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları grup içi çalışmalarla TKİ etkinliği için matematiksel bir model oluşturmuştur. Bu modeli probleme çözüm üretmek için kullanırken yapmış oldukları çalışmalar aşağıda verilmiştir:

İstenilen yıldaki ölöl sayısı

$$= 160 (35 - x)$$

$$= 160 \cdot (35 - 13)$$

$$= 160 \cdot 22$$

$$= \underline{\underline{3520}}$$

Şekil 70. TKİ etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları oluşturdukları matematiksel model ile problemi çözerken matematiksel bilgilerini oldukça iyi şekilde kullanmakta ve matematiksel modeli ile sonuca ulaşabilmektedir. Dolayısıyla bu işlemleri yapan K6 ve K7 ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergilemektedir.

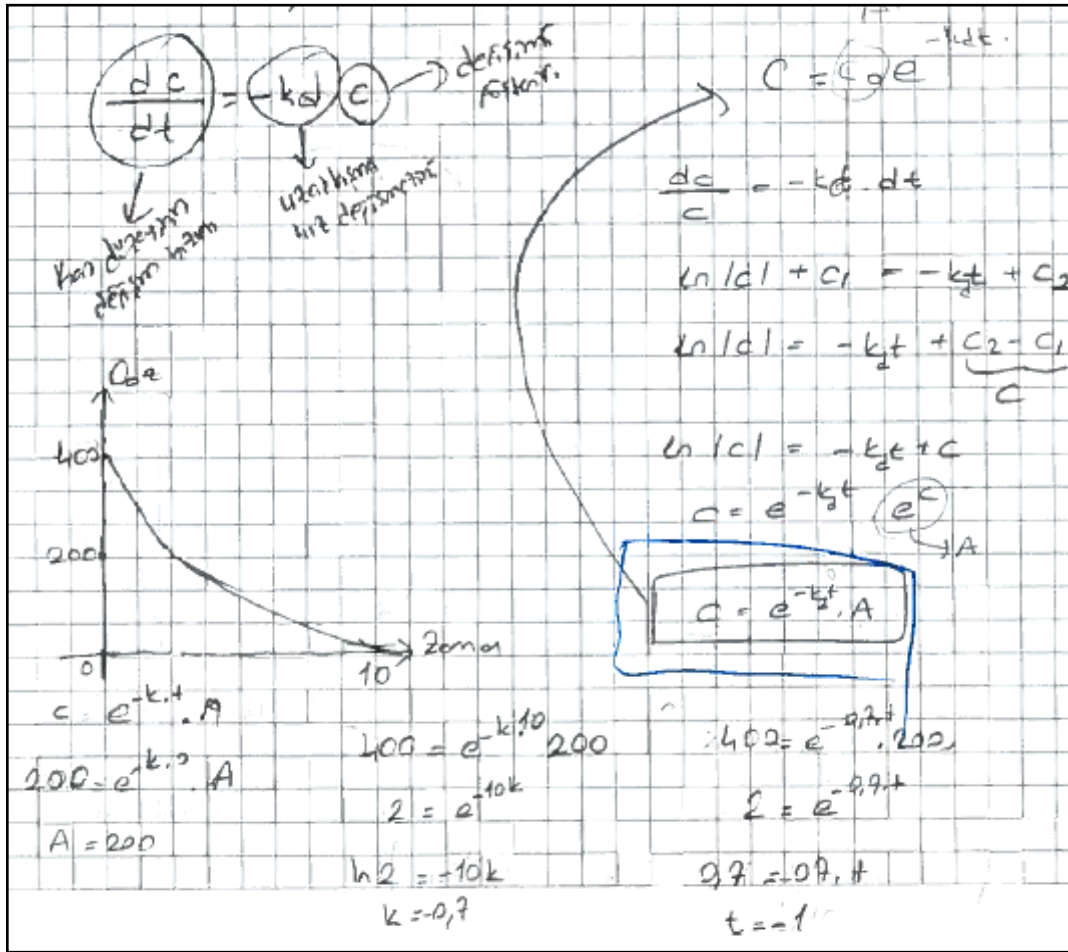
Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde ise ölçüt 0, ölçüt 1 ve ölçüt 3 seviyelerinde üçer öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının HA etkinliğinde verilen duruma uygun geliştirdiği matematiksel bir model aşağıda verilmiştir:

<u>1. yıl</u>	<u>2. yıl</u>	<u>3. yıl</u>	...	<u>x. yıl</u>
$k$	$k+kp$ 4 milyon	$(k+kp)p+k+kp$		
	$k(p+1)=4$ $p+1=\frac{4}{k}$	$(k+kp)(p+1)$ $k(p+1)^2$ 3. yıl		$k(p+1)^{x-1}=15$
				$k\left(\frac{4}{k}\right)^{x-1}=15$
				<u><u><math>\frac{4^{x-1}}{k^{x-2}}=15</math></u></u>

Şekil 71. HA etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Öğretmen adaylarının oluşturduğu bu model etkinlik bağlamına uygun bir matematiksel modeldir. Ancak öğretmen adayları bu matematiksel model ile etkinlik bağlamında verilen probleme çözüm getirebilmek için modelde geçen “k” ve “p” değişkenlerini bilmeleri gerekmektedir. K6 ve K8 oluşturdukları model ile problemi çözmek için matematiksel bilgilerini kullanarak “p” değişkenini “k” değişkeni cinsinden hesaplamaktadır. Ancak yine de “k” değişkenini bulacak kadar matematiksel bilgilerini kullanamamaktadır. Bu ise problemi çözmek için matematiksel bilgi kullanılmaya çalışıldığı ancak çalışmaların problemi çözmek için yeterli olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla K6 ve K8 ölçüt 2 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergilemektedir.

Sınıf dışı grup çalışması ile yürütülen etkinlik olan İD etkinliğinde ise önceki etkinliklere göre problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterlik ölçütlerinin gelişim gösterdiği, ölçüt 0’da dört, ölçüt 1 ve 2’de bir, ölçüt 3’de ise üç öğretmen adayının problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının İD etkinliği için oluşturdukları matematiksel model ile problemi çözmeye çalışmaları Şekil 72’de verilmiştir.

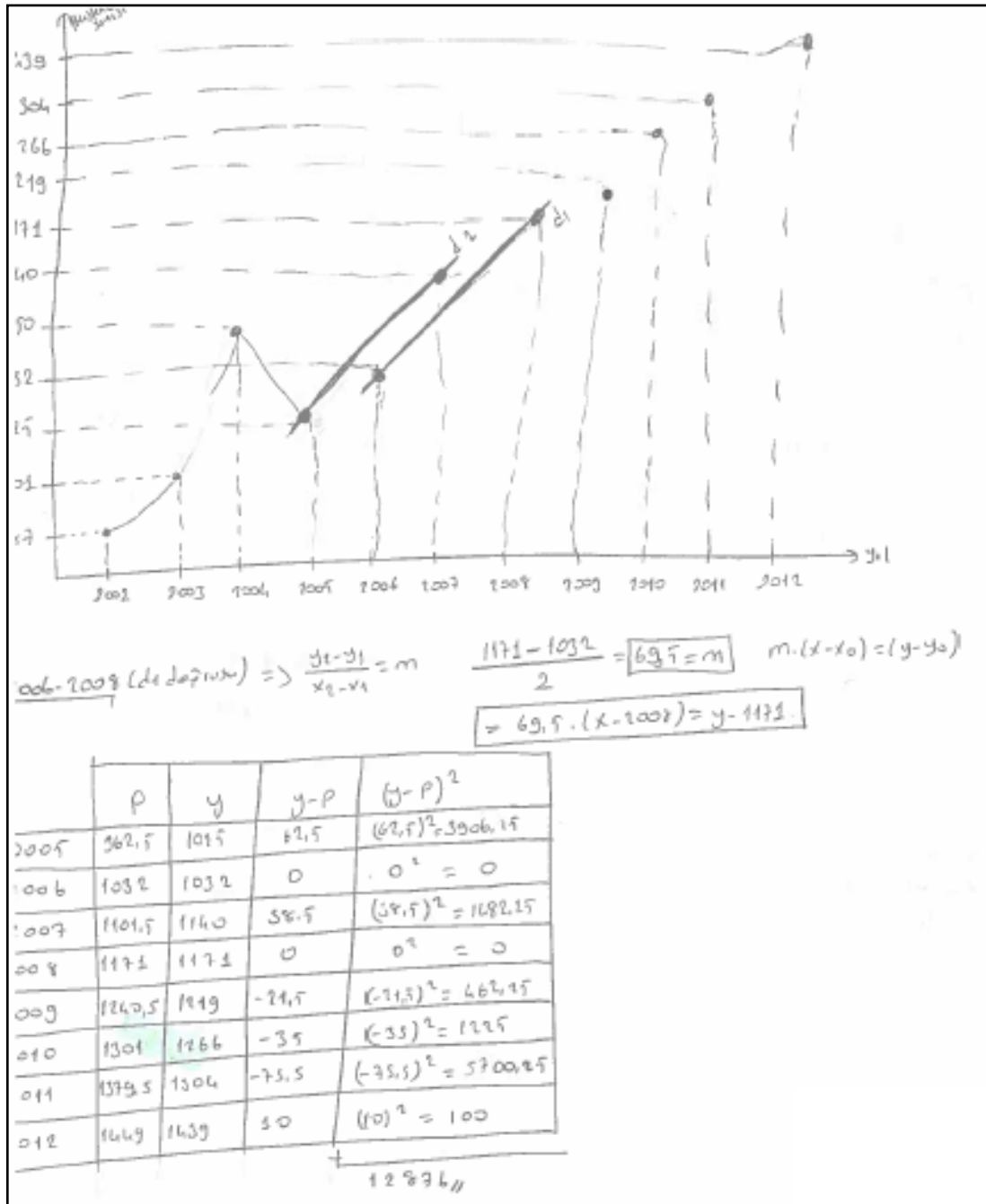


Şekil 72. İD etkinliğinde C2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi duruma uygun olarak belirlenen matematiksel model ile probleme çözüm getirebilmek için bazı değişkenlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu değişkenler ise matematiksel bilgi kullanılarak bulunmaya çalışılmıştır. Ancak değişkenler bulunurken gerçek verilerle oluşturulan grafik okuma ve yorumlamada hatalar yapıldığı görülmektedir. Gerçek verilerle oluşturulan grafiğe göre ilaç ilk alındığında vücutta 400mg bulunmaktadır. Yani  $t=0$  için  $c=400$ mg olmalıdır. Çalışma kağıdı incelendiğinde  $t=0$  için  $c=200$ mg alındığı görülmektedir. Dolayısıyla bu işlemleri yürüten K3 ölçüt 2 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergilemektedir.

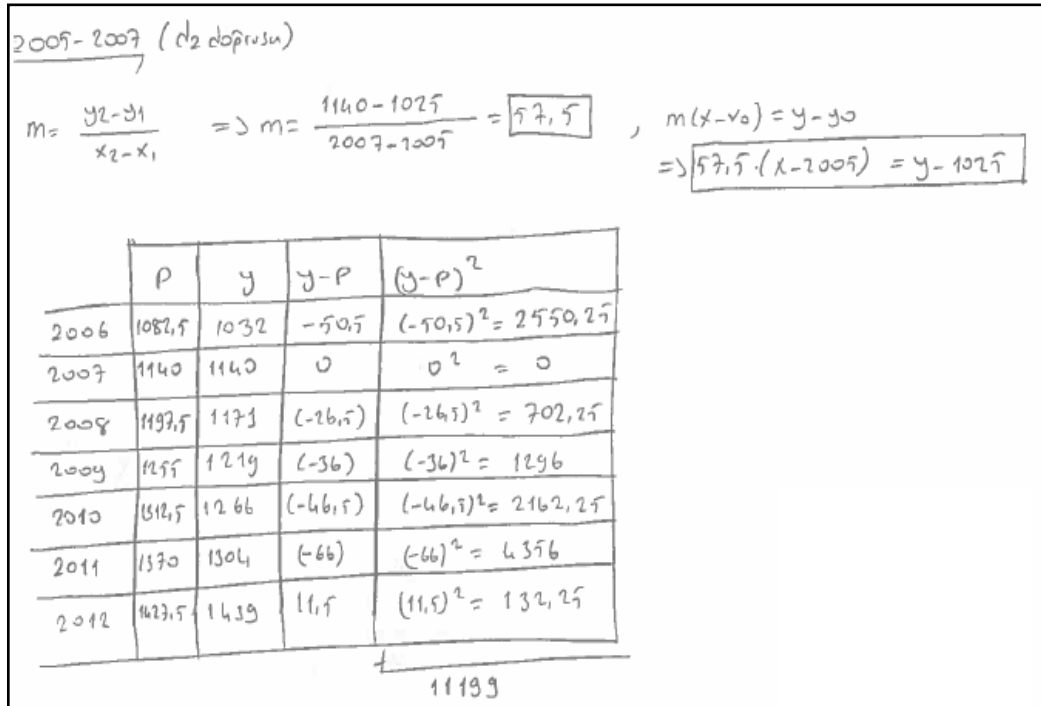
Bireysel projelerde ise problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliğinin gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde bir, ölçüt 1 seviyesinde iki, ölçüt 2 seviyesinde üç ve ölçüt 3 seviyesinde üç öğretmen adayının yeterlik sergilediği görülmektedir. K3, yıllara göre hastane sayısını tahmin etmek için elde ettiği verilere uygun matematiksel modellemenin doğrusal model olduğuna karar vermiş ve bu doğrultuda verileri en iyi temsil ettiğine inandığı doğrusal modelleri belirlemiştir. Bu

modellerin hangisini problem çözümü için kullanmanın gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiğini test etmek için de tasarlanan öğrenme ortamında deneyim kazandığı küçük kareler yöntemini kullanmıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar Şekil 73'de verilmiştir.



Şekil 73. Bireysel projelerde C2 yeterliğine yönelik çalışmalar

Şekil 73'ün devamı

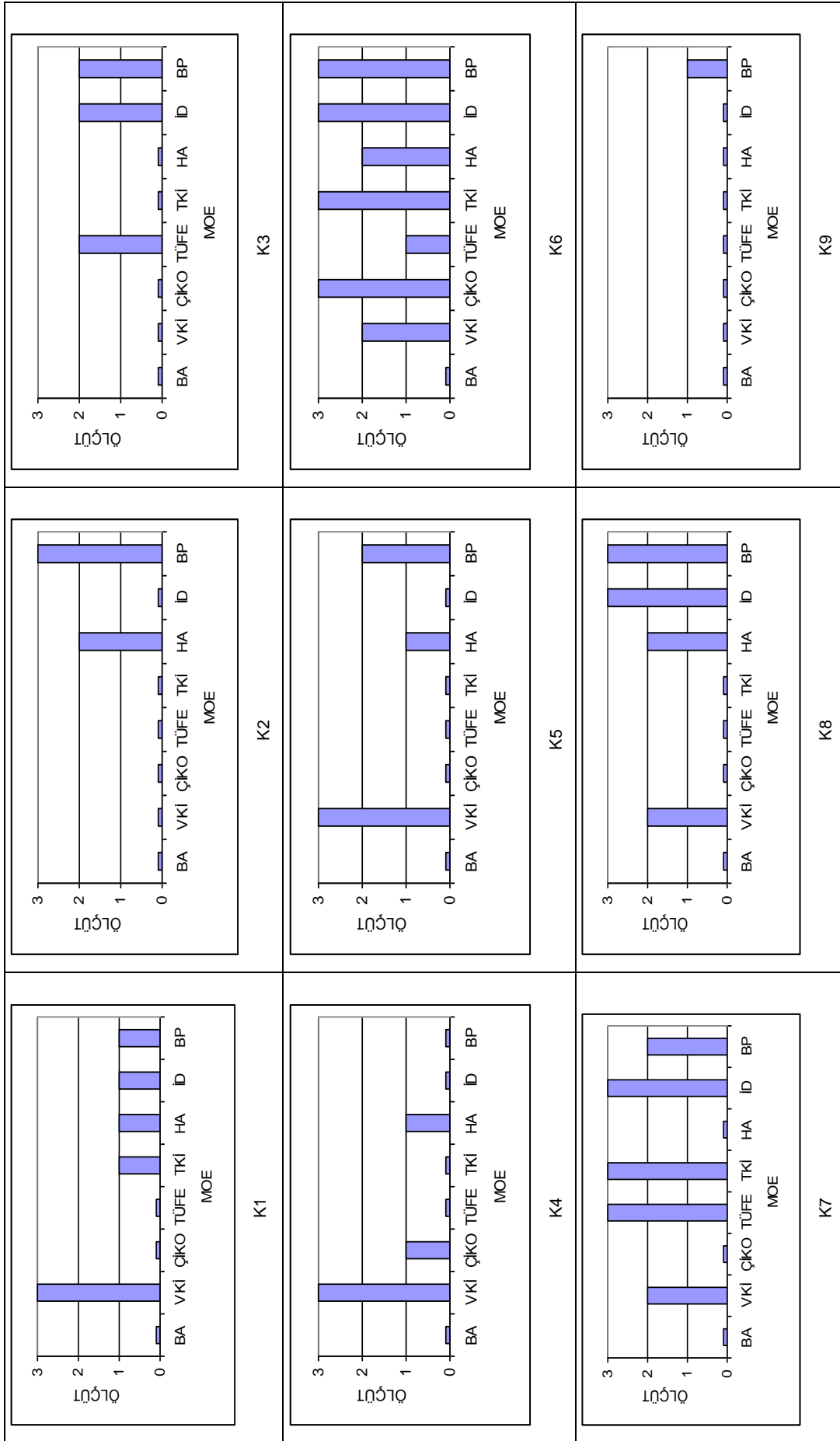


Ancak K3 bunu yaparken, verilerin genel olarak artış gösterdiğini bu yüzden modelleri küçük kareler ile karşılaştırırken azalış gösteren verileri dikkate almadığını belirtmiş ve bu doğrultuda yukarıda da görüldüğü gibi azalış gösterme durumundan sonraki artış gösteren verileri dikkate almıştır. Küçük kareler yönteminin amacı modelin tüm verileri ne kadar temsil ettiğinin belirlenmesidir. Dolayısıyla veri setinden bazı verilerin çıkarılması gerçeği temsil etme oranını değiştirmektedir. Bu yüzden K3, ölçüt 2 seviyesinde problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, üssel bir modelleme gerektiren NE etkililiği üzerinde çalışan K10'un probleme cevap verebilecek bir matematiksel model oluşturamamasından kaynaklı C2 alt-yeterliği sergileyemediği görülmektedir. Benzer şekilde üssel bir modelleme gerektiren bireysel bir proje geliştiren K8'in ise üssel bir model oluşturarak matematiksel bilgisini kullanıp, probleme çözüm getirebildiği görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, birer öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 0, ölçüt 1 ve ölçüt 3 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan tasarlanan öğrenme ortamında problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterlik ölçütlerinin değişimini gösteren Grafik 14 genel olarak incelendiğinde, matematiksel modelleme ile ilgili deneyime sahip olmayan öğretmen adaylarının ilk etkinlikte problemi

çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliğine yönelik davranış sergilemediği, ikinci etkinlikte ise bu yeterliğin hızlı bir gelişim gösterdiği görülmektedir. MOE'ler C2 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayacak nitelikte olmasına rağmen, öğretmen adaylarının C2 alt-yeterliğine yönelik çalışma ölçütlerinin oldukça yavaş geliştiği buna rağmen süreç sonuna doğru C2 yeterliğindeki gelişimin ölçüt 2 ve 3 yönünde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının C2 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu da arzulanan seviyede olmasa da C2 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden etkilediğinin göstergesidir.

Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki C2 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının C2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 74'de verilmiştir:



Şekil 74. Öğretmen adaylarının C2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı



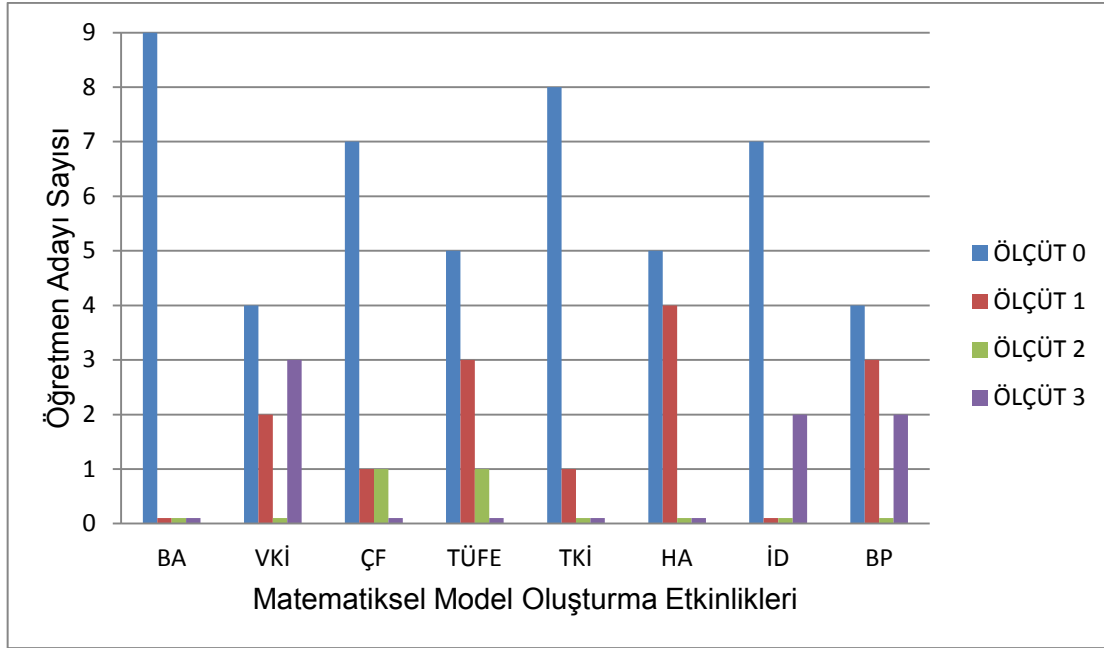
Şekil 74 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde C2 alt-yeterliği ölçütlerinin 0 olduğu görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak C2 alt-yeterlik ölçütlerinin 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise K4'ün herhangi bir bireysel proje geliştirmemesinden kaynaklı ölçüt 0 seviyesinde C2 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki C2 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise bir öğretmen adayının ölçüt 1, üçer öğretmen adayının ise ölçüt 2 ve 3 seviyesinde oldukları görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının arzulanan seviyede olmasa da C2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunun göstermektedir.

Bu bölümde sunulan bulgular incelendiğinde C yeterliği ile ilgili genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Çünkü C yeterliğine ait C1 ve C2 alt-yeterlikleri etkinlikler bağlamında farklı ölçütlerde değerlendirilmekte ve süreç içinde farklı dağılım göstermektedir.

#### **4. 4. Matematiksel Sonuçları Gerçek Durumlarda Yorumlama Yeterliği ile İlgili Bulgular**

Bu çalışmada matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; (D1) *matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama* ve (D2) *özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda bu bölümde, tasarlanan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliğinin süreç içindeki gelişimi, bu alt yeterliklerin gelişimi bağlamında incelenmiştir. Grupça yürütülen MOE'lere ait videolar ve bireysel MOE projeleri alt yeterlikler bağlamında nitel olarak analiz edilmiştir. Grup ve bireysel çalışmalarda alt yeterlikler ve alt yeterlik ölçütleri her öğretmen adayı için bireysel olarak belirlenmiştir. Takip eden bölümde her alt yeterliğin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafik verilmiş ve gelişim süreç içinde yaşananlar ile yorumlanmıştır. Öğretmen adayları tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her alt-yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en güzel ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının "*matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama*" alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 15'de verilmiştir.



Grafik 15. Öğretmen adaylarının D1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 15'de görüldüğü gibi D1 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 0 ve 1 olarak görünse de, süreç sonunda (İD ve BP'lerde) bu alt-yeterliğin az da olsa geliştiği, ölçüt 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 15 incelendiğinde ilk etkinlik olan BA etkinliğinde tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde yeterliğe sahip olduğu görülmektedir. Tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesinin sebebi öğretmen adaylarının BA etkinliğinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamaya yönelik çalışmalar yürütmediğindedir.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterlik ölçütlerinin gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde dört, ölçüt 1 seviyesinde iki ve ölçüt 3 seviyesinde üç öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek bağlamda yorumlarken yapmış oldukları çalışmalar aşağıda verilmiştir:

K6 : Sen şuradan benimkini hesapla yakın çıkacak mı bakalım. Ya da K8'inkini hesapla.

K7 : Söyle K8.

K8 : 1.60 ağırlık 57.

...K7, Hesaplama yapıyor...

K8 : Oooo... Hayır. Yanlış yaptın.

K7 : Bir daha söyle bakayım.

K8 : Önce alttakinin karesini al bir .

... K7, tekrar hesaplıyor...

K7 : Zayıfsın.

K6 : Oda yanlış oldu.

K7 : Of yaa.

K6 : Yavaş yavaş yapsana.

...Tekrar hesaplıyorlar hep birlikte...

K9 : 57 kilo zaten zayıf.

K6 : Ama 15 çıkmaz ki.

K8 : Çıkmaz... 15 çıkıyor. Yanlış o zaman. Ya da karesini yanlış aldın.

Tamam 160 ı çarpacaksın evet.

... K7, tekrar hesaplıyor...

K6 : Birde benimkini hesaplasana. 455 çarpı ağırlık 53 yaz eşittir, 24,125.

Şimdi 0,0254 çarpı 163 de eşittir... Dur bir dakika bunun aynısının karesini al.

K7 : 17,14126.

K6 : Şimdi böl bunları. 24,115 bölü 17,14126 eşittir.

K8 : Zayıflıktan ölüyorsun K6.

Görüldüğü gibi öğretmen adayları, VKİ etkinliği için kullanışlı hale getirdikleri matematiksel model ile problemde sorulan sağlıklı kiloya sahip olup olmadıklarını araştırmakta, ancak çıkan kitle indekslerini gerçek bağlamda yorumladıklarında böyle bir durumun söz konusu olamayacağını dile getirmektedir. Bu çalışma sürecinde K6, K7 ve K8 matematiksel sonuçları gerçek bağlamda yorumlarken neden uygun veya uygun olmadığını açıklamaktadır. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 3 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir. Ancak K9, matematiksel sonuçları yorumlarken kitle endeksi ölçütlerini ve ana değişkenlerden biri olan boy değişkenini dikkate almadan 57 kilogram olan bir kişinin

zaten zayıf olduğunu dile getirmektedir. Dolayısıyla K9 ölçüt 1 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir.

ÇF etkinliğinde ise matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterlik ölçütlerinin düşüş gösterdiği, yedi öğretmen adayının ölçüt 0, birer öğretmen adayının da ölçüt 1 ve ölçüt 2 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. ÇF etkinliği yürütülürken, elde edilen matematiksel sonuçların yorumlanması ile ilgili K1 ve K5 arasında geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K1 : Hayır eksili olacak o zaman kâr eksili olamaz. Hmm... O zamanda zarar etmiş oluruz olabilir aslında. Bu böyle kalsın ki aklımızda olsun.*

...

*K1 : Hocam kâr falan etmemişiz biz zarara uğramışız haberimiz yok. Hocam zarara uğrama ihtimalimiz var mı?*

...

*K1 : Tamam zarar etmişizdir. Yapacak bir şey yok. Ya hocam biliyor musunuz zarar mı kar mı?*

...

*K1 : Ya illâ eksili çıkmadığı ne malum belki zarar yaptı. Niye illâ artılı çıkmasına uğraşıyorsun?*

*K5 : Zarar yapmadı. Zarar yapılmaz.*

*K1 : Niye zarar yapılmasın?*

*K5 : Kârını soruyor.*

Görüldüğü gibi K1 elde ettikleri matematiksel sonucu gerçek bağlamda yorumlayarak, karın negatif olmasının zarar anlamına geldiğini dile getirmektedir. Ancak bundan emin olmamakta araştırmacıya danışma ihtiyacı hissetmektedir. Yorumunu nedenleri ile gerekçelendiremediğinden dolayı K1 ölçüt 2 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir. K5 ise matematiksel sonucu etkinlikteki problem durumu bağlamında yorumlamakta ve sonucun yanlış olduğunu dile getirmektedir. K5 matematik dışı bağlamda yorum yapmak yerine etkinliğin problem durumu bağlamında yorum yapmaktadır. Bu yüzden K5 ölçüt 1 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir.

TÜFE etkinliğinde ise beş öğretmen adayının ölçüt 0, üç öğretmen adayının ölçüt 2 ve bir öğretmen adayının ölçüt 2 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının

matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama üzerine yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

*K7 : Şey bunlarda azalma ya da artma olma ihtimali nedir? Yani azalabilir mi? Sonuçta yani Tüfe, azalır mı?*

*K9 : Yani devamlı artacak değil.*

*K6 : Evet belki.*

*K9 : Azalabilirde yani.*

...

*K6 : Ya Tüfe sürekli artar mı? Onu düşünüyorum şuan.*

*K7 : Tüfe artar mı? Şöyle olur yani eksiye bu bir önceki yıldan aşağı düşemez. Ay olarak azalır veya artar falan ama başlangıcın altına düşeceğini sanmıyorum.*

*K9 : Bence düşerde hani dilimin ucunda da ne işte!*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamaya çalışmaktadır. Bu gruptaki tüm öğretmen adayları yorumları kendilerine göre yapmakta ve emin değillerdir. Başka bir deyişle öğretmen adayları matematiksel sonuçları gerçek bağlamda kişisel fikirlerine göre yorumlamaya çalışmakta ve emin olmamakla birlikte gerekçelendirememektir. Dolayısıyla K6, K7 ve K9 ölçüt 1 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir.

Bir sonraki etkinlik olan TK1 etkinliğinde ise matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ölçütlerinin gerilediği, ölçüt 0'da sekiz ölçüt 1'de ise bir öğretmen adayının olduğu görülmektedir. K9'un oluşturdukları matematiksel modelden elde ettikleri sonuca göre matematik dışı bağlamlarda yapmış olduğu yorumu aşağıda verilmiştir:

*K9 : Ama baya bir yıl sonra şey olacak ölenlerin sayısı kalmayacak.*

Görüldüğü gibi K9 matematiksel modelden elde edilen sonuçları yorumlamakta ve gerçek bağlam ile ilgili çıkarımlar yapmaktadır. Ancak gerçek bağlamda trafik kazalarında ölen olmama durumunun gerçekçi olup olmadığını yorumlamamaktadır. Bu yüzden K9, ölçüt 1 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir.

Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde ise matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterlik ölçütlerinin yine düşük olduğu ve bu

etkinlikte ölçüt 0 seviyesinde beş, ölçüt 1 seviyesinde dört öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamda yorumlarken yürütülen tartışmalar ve çalışmalar aşağıda verilmiştir:

K5 : Yani 2017 buçuk gibi bir şey çıkıyor. 2017 yani.

K3 : 2017 bulacaktık.

K4 : 2017'yi bulacağız.

K2 : Yani biraz önceki doğrusal.

K5 : 2018'e tamamlayabiliriz, 2017 de diyebiliriz yani.

K2 : Buçuklu çıktı.

K4 : 2017.

...

K2 : 2017 buçuk.

K5 : Eksili geçiyor.

K4 : Yuvarlayalım artık.

K5 : 2018.

K2 : Ama 5'i geçerse 2018 yapıyorduk ya. 2017'de kalması gerekmiyor mu?  
5'i geçerse 6 olunca 2018 oluyor.

K1 : Sonuçta 2017'de yapılacak yani. 2017'nin son ayında da söyleyebiliriz.

K2 : Aynen, aynen.

K4 : 2017 diyelim o zaman.

$(y-4) = 2(x-2012)$       15 milyon bulmek istiyoruz  
 $(15-4) = 2(x-2012)$   
 $11 = 2(x-2012)$   
 $\frac{11}{2} = x-2012$   
 $5,5 = x-2012$   
 $x = 2017,5 \Rightarrow \underline{2017}$

Şekil 75. HA etkinliğinde D1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları matematiksel model ile elde ettikleri sonuçları matematik dışı gerçek bağlamda yorumlamak ve sonuç olarak 2017'ye yuvarlamaktadır. Ancak yılın “buçuk” çıkmasının ne anlama geldiğini yorumlamakta sıkıntılar

yaşamaktadırlar. Gerçek bağlamda yorumlandığında, etkinlikte sözü geçen firmanın 2010 yılının hangi ayında kurulduğu bilinmeli ve bu doğrultuda açıklama yapılan 2012 yılı üzerine beş yıl eklendikten sonra firmanın kurulduğu aydan itibaren altı ay hesaplanmalıdır. Dolayısıyla beş buçuk yıl sonra 2017 yılında da olmak, 2018 yılında da olmak mümkündür. Bu yüzden bu tartışmalara katılan ve yukarıdaki yorumlarda bulunan K2, K4 ve K5 ölçüt 1 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir.

Sınıf dışı yürütülen İD etkinliğinde ise ölçüt 3 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergileyen iki öğretmen adayının olduğu dikkat çekmektedir. Ancak yedi öğretmen adayının bu yeterli hala ölçüt 0 seviyesindedir. K6 ve K8'in, elde ettikleri matematiksel sonuçları yorumlarken dile getirdikleri fikirler aşağıda verilmiştir:

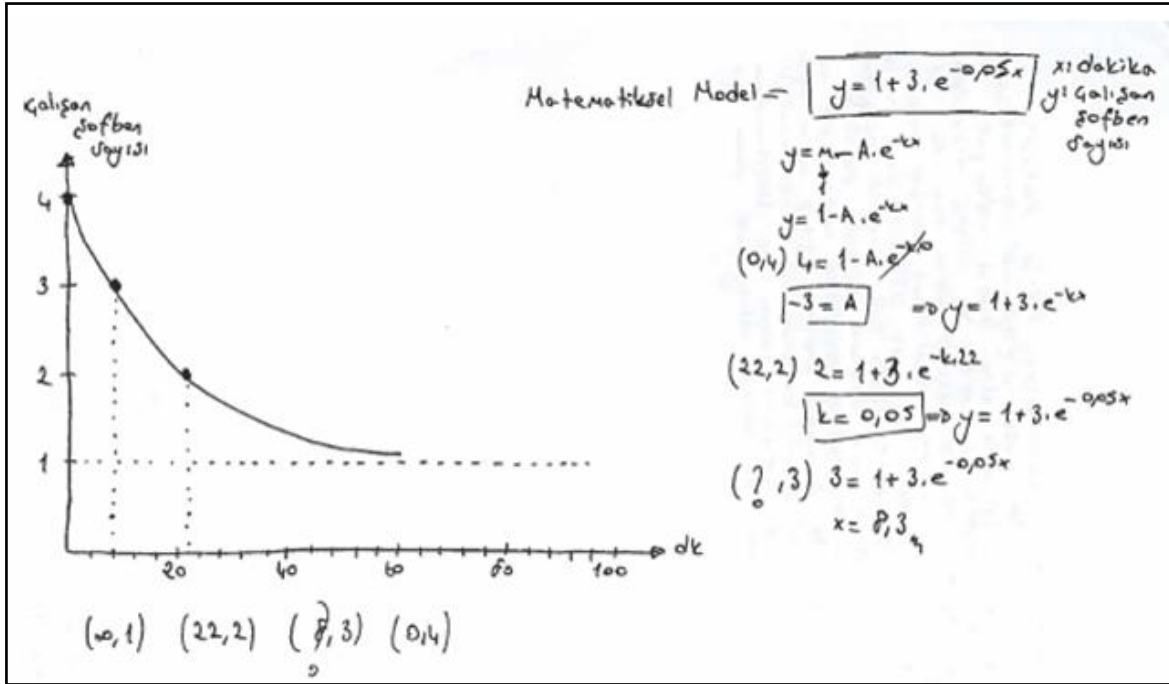
*K6 : Aslında hocam bu grafik tam olarak doğru değil. Yani tam değerleri belli değil.*

*Araş. : Bu tahmini bir şey. Herkese göre değişebilir.*

*K8 : Evet. Çünkü 10 ay olmuyor aslında. 6 ile 8 arasında olduğu için. Her ay kan testinden geçince doktor dozunu artırıp azaltabiliyor. O yüzden 6 ile 8 oluyor.*

Görüldüğü gibi K6 ve K8 oluşturmuş oldukları matematiksel model ile elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek bağlamda yorumlamakta ve gerekçeler ile gerçek duruma uygunluğunu açıklamaktadır. Bu bağlamda K6 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir.

Son olarak bireysel proje bağlamında oluşturulan matematiksel modellerden elde edilen matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterlik ölçütleri incelendiğinde, bu yeterliğin az da olsa gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde dört, ölçüt 1 seviyesinde üç ve ölçüt 3 seviyesinde iki öğretmen adayının yeterlik sergilediği görülmektedir. K7'nin bireysel proje kapsamında açık olan şofben sayısına göre sıcak su kullanım sürelerini açıklamak için oluşturduğu matematiksel model Şekil 76'da verilmiştir.



Şekil 76. Bireysel projelerde D1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi şofben sayısı tam sayılar olabileceken, oluşturulan modelde böyle bir kısıtlama mevcut değildir. Yapılan sınıf tartışması sırasında araştırmacının “2,5 şofben çalıştığında ne kadar süreyle sıcak su kullanılabilir?” sorusuna, K7 “modelde yerine 2,5 yazarız” şeklinde cevap vermektedir. Ardından “şofben nasıl 2,5 olsun” diyerek matematik dışı bağlamda böyle bir durumun söz konusu olamayacağını yorumlamaktadır. Anlaşılacağı gibi K7 araştırmacının yönlendirmesi ile matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamda doğru bir şekilde yorumlamaktadır. Ancak bu durumun hangi durumlarda geçerli olduğunu yorumlamamaktadır. Bu yüzden K7 ölçüt 1 seviyesinde matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, İG etkinliği üzerinde çalışan K12'nin elde ettiği matematiksel sonuçları yorumlamaya yönelik çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. K12'nin elde ettiği matematiksel modeli yorumlarken ifade ettiği fikirleri aşağıda verilmiştir:

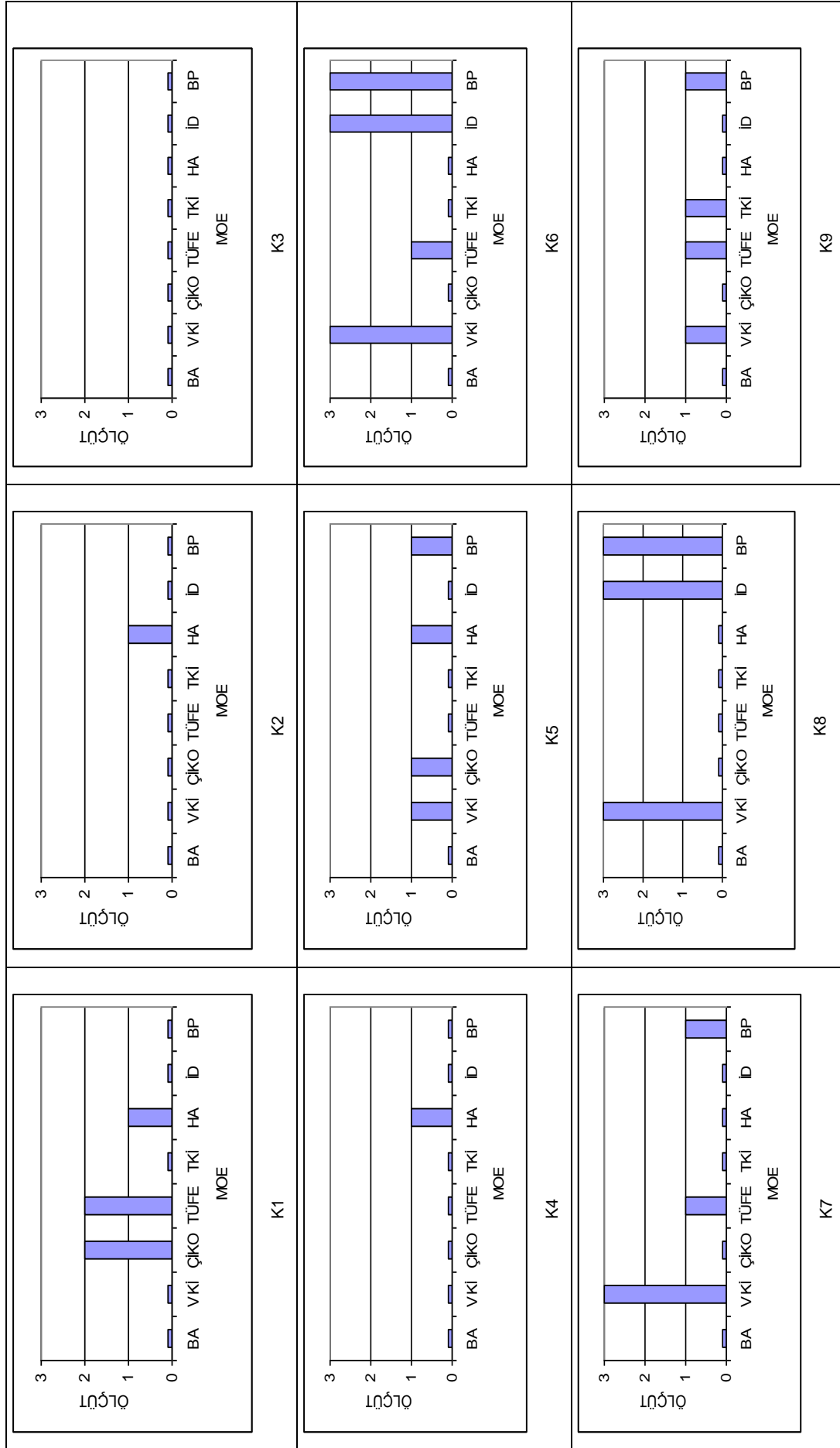
Gelecek beş yılı sorsaydınız geçmiş beş yıla bakacaktım. Ben burada onları hesapladım. Geçmiş beş yılda yaklaşık yüzde 15'lik bir artışımız var. Bir de şöyle bir durum var. Geçmiş beş yıl çok ilginç bir rakam oldu. Diğer son 4 yıl yada 6, 7 yıl deseydi daha fazla artış vardı. Son beş yıl özel olarak 2008 yılında ekonomik kriz olduğu için artış yine az oldu. Ben bunu yine yüzde 15 olarak hesaplayabiliriz sonraki beş yılı. Ama bundan daha çok olacağını



söyleyebilirim çünkü geçmiş beş yılda özel bir durum vardı. Hesaplarsak yüzde 22,65 lik bir artış olacak. Buradan 173 milyar dolarlık bir rakam geliyor. Ama ben bunun geçerli olduğunu düşünmüyorum. Ben kesinlikle bu rakamın daha yüksek olacağını düşünüyorum. Çünkü beş yıl önce özel bir durum vardı, kriz vardı. Bu yüzden de ihracat baya bir düştü, artmadı yani.

Görüldüğü gibi K12 elde ettiği matematiksel sonuçları gerçek durumlarda oldukça iyi şekilde yorumlamaktadır. Bu bağlamda K12'nin D2 alt-yeterliği ölçüt 3 olarak değerlendirilmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de değerlendirildiği diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının D1 alt-yeterlik ölçütlerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 15 incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir deneyime sahip değilken bu yeterlik ölçütlerin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ise matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği ölçüt 3 seviyesinde olan öğretmen adaylarının varlığı dikkat çekmektedir. Diğer etkinliklerde ise öğretmen adaylarının matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliklerinin düşük ölçütte seyrettiği, ancak son iki etkinlikte ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergileyen öğretmen adaylarının olduğu görülmektedir. Süreç sonunda ise hala matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliğine sahip olmayan öğretmen adaylarının var olduğu dikkat çeken başka bir husustur. Öğretmen adaylarının D1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu da arzulanan seviyede olmasa da D1 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden etkilediğinin göstergesidir.

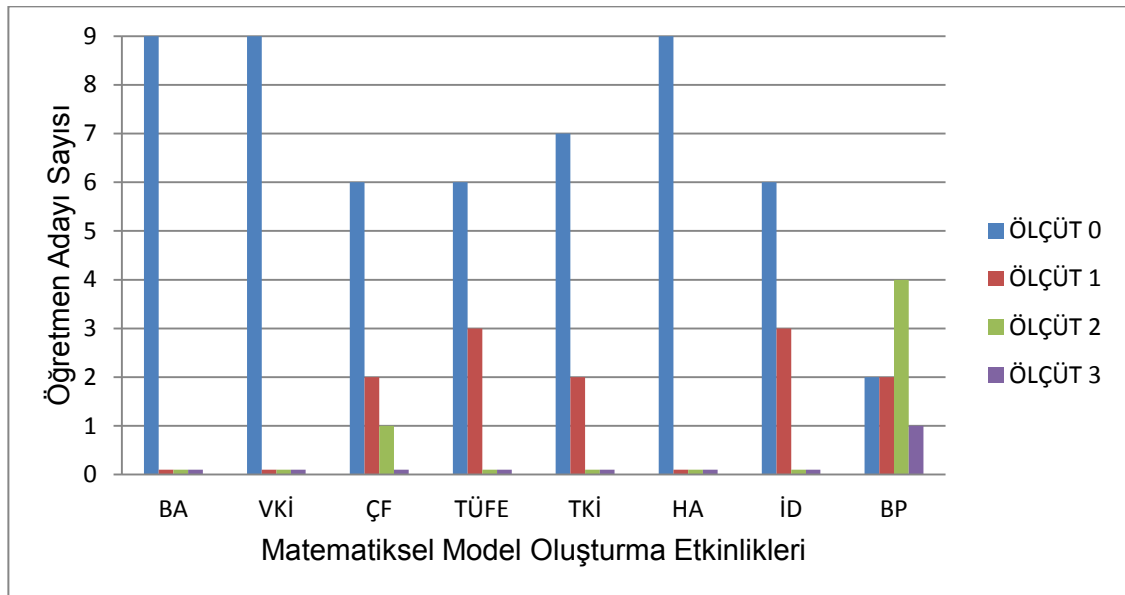
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki D1 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının D1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 77'de verilmiştir.



Şekil 77. Öğretmen adaylarının D1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 77 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde D1 alt-yeterliği sergilemediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak D1 alt-yeterliğinin düşük ölçütte de olsa ortaya çıktığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise K4 bireysel bir proje oluşturmadığından, K1, K2 ve K3 ise bu yeterliğe yönelik herhangi bir çalışma yürütmediğinden ölçüt 0 seviyesinde D1 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirilmiştir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki D1 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise iki öğretmen adayının ölçüt 1, iki öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde D1 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. Bu da D1 alt-yeterliğinin gelişime dirençli olmadığını, öğrenme ortamının arzulanan seviyede olmasa da D1 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “*özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme*” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 16'da verilmiştir.



Grafik 16. Öğretmen adaylarının D2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 16'da görüldüğü gibi D2 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan daha iyi seviyelere doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. VKİ etkinliği ise D2 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan

sağlamadığından, bu etkinlikte de tüm öğretmen adayları ölçüt 0 seviyesinde görülmektedir. Diğer etkinliklere doğru ilerledikçe D2 alt-yeterliğinde yönelik ölçüt 1 seviyesinde çalışmalar yürüten öğretmen adaylarının olduğu görülmektedir. Süreç içinde D2 yeterlik ölçütlerinin dağılımı 0 ve 1 olarak görünse de, süreç sonunda yürütülen BP'lerde bu alt-yeterliğin az da olsa geliştiği, ölçüt 2 ve 3'e doğru arttığı görülmektedir. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine arzulanan seviyede olmasa da olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 16 incelendiğinde, öğretmen adaylarının öğrenme ortamında karşılaştıkları ilk etkinlik olan BA etkinliğinde bu yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. aynı durum VKİ etkinliği için de geçerlidir. Bu iki etkinlikte de öğretmen adaylarının özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliklerinin ölçüt 0 olarak değerlendirilmesinin sebebi, özel bir durum için geliştirilen çözümlerin yanlış genellenmesinden değil bu yeterlik ile ilgili davranış sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

ÇF etkinliğinde ortaya çıkan özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterlik ölçütleri incelendiğinde, yeterliğin gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde altı, ölçüt 1 seviyesinde iki ve ölçüt 2 seviyesinde ise bir öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları etkinlik üzerinde çalışırken özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme ile ilgili yönergeler üzerine geçen konuşmalar ve yürütülen çalışmalar aşağıda verilmiştir:

*K8 : Oluşturulan model sadece verilen durum için mi geçerlidir yoksa farklı durumlar içinde geçerli midir? [Yönergeyi okuyor].*

*K6 ve K8 : Evet biz tane cinsinden hesapladığımız için.*

*K7 : Mesela bunu bir fabrika değil de küçük bir işletme yapmak istese, mesela pastane aynı kapıya geliyor. Farklı durumlar için de hesaplanır.*

$$\text{gelir} - \text{gider} = \text{kar}$$

$$(\text{gelir}) - (\text{fabrika gideri}) - (\text{üretim masrafı}) = \text{kar}$$

$$8x^2 - 215000 + 4500x$$

$$8x^2 + 4500x - 215000$$

Şekil 78. ÇF etkinliğinde D2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K7 etkinlikte yer alan ve özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yapmalarına teşvik eden yönergeye cevap olarak modellerinin genellenebileceğini belirtmekte ve bunu sebepleri ile açıklamaktadır. Ancak oluşturmuş oldukları matematiksel model göz önünde bulundurulduğuna etkinlikte üretim miktarının bir fonksiyona bağlı olduğu ve modelin de bu fonksiyonu içerdiği görülmektedir. Dolayısıyla oluşturdukları matematiksel model sadece üretim miktarı bu fonksiyon ile belirlenen kuruluşlar için geçerlidir. Ayrıca durum ile ilgili geliştirdikleri başlangıç modeli genellenebilir nitelikte olduğunun farkında değildirler. Her kuruluşun üretim miktarının aynı şekilde değişmesi beklenemez dolayısıyla K7 ölçüt 1 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamında yürütülen dördüncü etkinlik olan TÜFE tekinliğinde öğretmen adaylarını özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterlik ölçütleri incelendiğinde altı öğretmen adayının ölçüt 0, üç öğretmen adayının ise ölçüt 1 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme üzerine yapmış oldukları çalışmalar aşağıda verilmiştir:

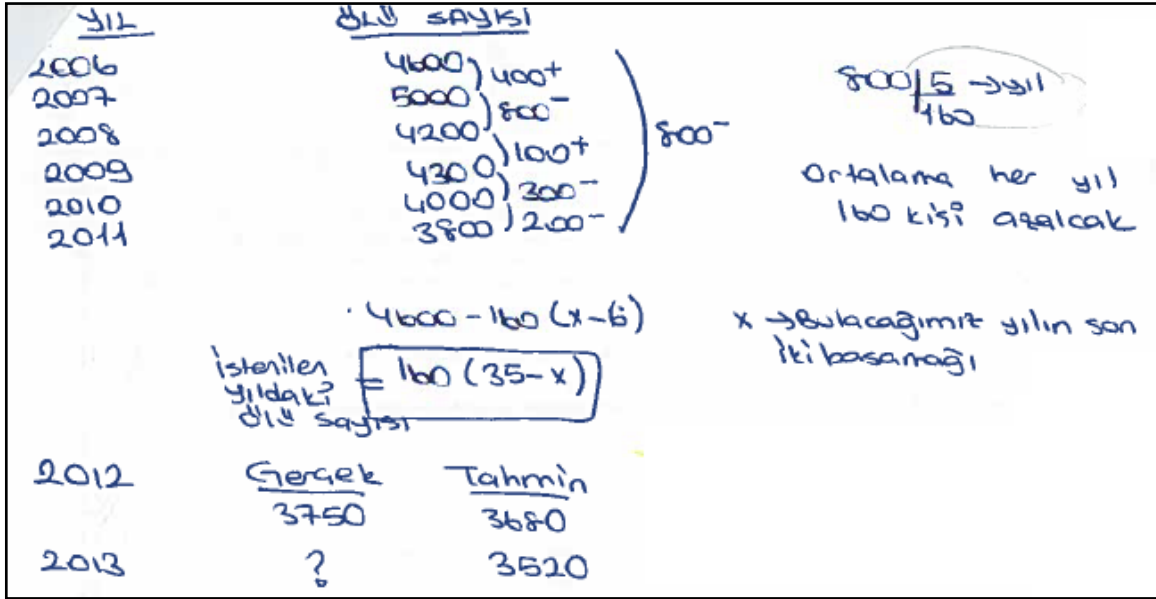
K8 : *Yok hocam size ben anlatamadım zaten.. Tamam ya olur yani. Oluşturduğunuz matematiksel model sadece size verilen durum için mi geçerli? Açıklayınız. [Yönergeyi okuyor]*

K6 : *Bütün yıllar için.*

- K8 : *Hayır sadece problemde verilen. Bu modeli bütün yıllar için kullanabiliriz. Modelin bir genellemesi yapılabilir mi veya hangi durumlarda bir genelleme yapılabilir? [Yönergeyi okuyor.] Nasıl yani?*
- K9 : *Yaptık işte.*
- K8 : *Şey sürekli bir genelleme yapılabilir mi derken sürekli artış içindeyse diye düşündüm ama.*
- K7 : *O zaman yine artar bu formülde yerine yazınca.*
- K8 : *Genelleme ne ya?*
- K6 ve K7 : *Bütün yıllar ve durumlar için.*
- K6 : *Evet bütün yıllar için uygulanabilir yaz.*
- K8 : *Evet yapılabilir. Veya hangi durumlarda genelleme yapılabilir? [Yönergeyi okuyor.]*
- K6 : *Tüfe. Tüfenin sürekli arttığı durumlarda yapılabilir yaz. Düşebilir herhalde?*
- K8 : *Evet evet.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları matematiksel modeli sabit oranlı bir artış olduğunu varsayarak geliştirdiklerini dolayısıyla bu matematiksel modelin sadece sabit artış olan durumlarda geçerli olduğunu belirtmektedirler. Ancak bu modeli artış oranını değişkene çevirerek genelleme yoluna gitmemektedirler. Dolayısıyla genelleme üzerine yorumlar yapan K6, K7 ve K8 ölçüt 1 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergilememektedir. K9 ise genellemeler ile bir girişimde bulunmaktan ziyade grup arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarını onaylamaktadır. Bu yüzden de K9'un özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmektedir.

TKİ etkinliğinde az da olsa durum değişmekte olup, altı öğretmen adayının ölçüt 0, üç öğretmen adayı ise ölçüt 1 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının geliştirilen çözümleri genelleme üzerine yürüttüğü çalışmalar ve tartışmalar aşağıda verilmiştir:



Şekil 79. TKİ etkinliğinde D2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

K8 : Genellenebilir mi?

K6 : Sürekli azalma olduğu durumlarda genellenebilir yaz.

K7 : Çok büyük artış olmadığı durumlarda genellenebilir.

K5 : Fazla azalma ve artış olduğu durumlarda genellenmez. Tamam.

Görüldüğü gibi K6 ve K7 oluşturmuş oldukları matematiksel modelin hangi durumlarda genelebildiğini gerekçeleri ile açıklamaktadır. Ancak matematiksel modelin kullanışlı hale getirilebilmesi için çeşitli sadeleştirmeler yapıldığından bu matematiksel model 2000 ile 2099 arasındaki yılları tahmin etmek için kullanılabilir. Ayrıca gerçek durumda sürekli bir artış veya azalışın olması söz konusu olmadığından modelin bu halinin genellenmesi uygun değildir. Öğretmen adayları modelin genellenebilmesi için hangi şartların gerçekleşmesi gerektiğinin farkında ancak modeli bu şartlardan kurtarabilmek için veriler yerine değişkenler atayarak genelleme çalışmalarını yürütmemektedir. Tüm bunlar dikkate alındığında K6 ve K7 ölçüt 1 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergilemektedir.

Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde ise tüm öğretmen adaylarının özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise öğretmen adaylarının özel bir durum için geliştirilen çözümleri üzerine yanlış genellemeler yapmış olması değil, özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliğine dair davranış sergilememiş olmalarıdır.

İD etkinliğinde ise yine ölçüt 0 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği olan yedi öğretmen adayının olması dikkat çekmektedir. Bunun

yanında birer öğretmen adayının da ölçüt 1 ve ölçüt 2 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergilemektedir. Öğretmen adaylarının geliştirmiş olduğu matematiksel modelin genellenebilirliği ile ilgili geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*Araş. : Bu ilaç için mi geçerli sadece?*

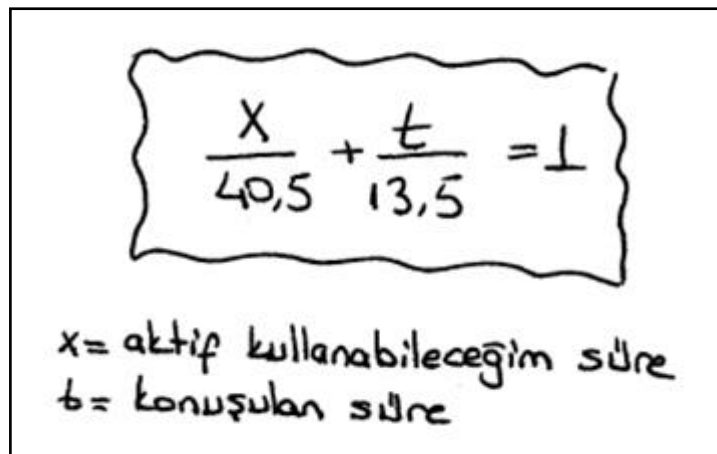
*K8 : Evet.*

*K7 : Her ilaç için farklı bir hesaplama şeyi var.*

*K8 : Bir de hocam 60 kiloya göre aldık. 50kg falan onlar yok.*

Görüldüğü gibi K7 ve K8 özel bir ilaç için geliştirilen çözümlerin kilogram ve seçilen ilaç ile sınırlı olduğunu dile getirmektedir. Yani genellemenin hangi durumlarda yapılabileceğinin farkındadır. Ancak oluşturdukları matematiksel modeli genelleme için çalışmalar yürütmemektedir. Dolayısıyla K7 ve K8 ölçüt 1 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergilemektedir.

Bireysel projelerde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterlik ölçütlerinin gelişim gösterdiği görülmektedir. Bu etkinlikte ikişer öğretmen adayının ölçüt 1 ve ölçüt 2 seviyesinde, dört öğretmen adayı ölçüt 2 ve bir öğretmen adayı ölçüt 3 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergilemektedir. K6'nın kendi telefonunun şarjının kullanım süresini tahmin etmeye yönelik geliştirdiği matematiksel modelin her telefon için genellemeye yönelik yapmış olduğu çalışmalara ait sunumu aşağıda verilmiştir:



$$\frac{x}{40,5} + \frac{t}{13,5} = 1$$

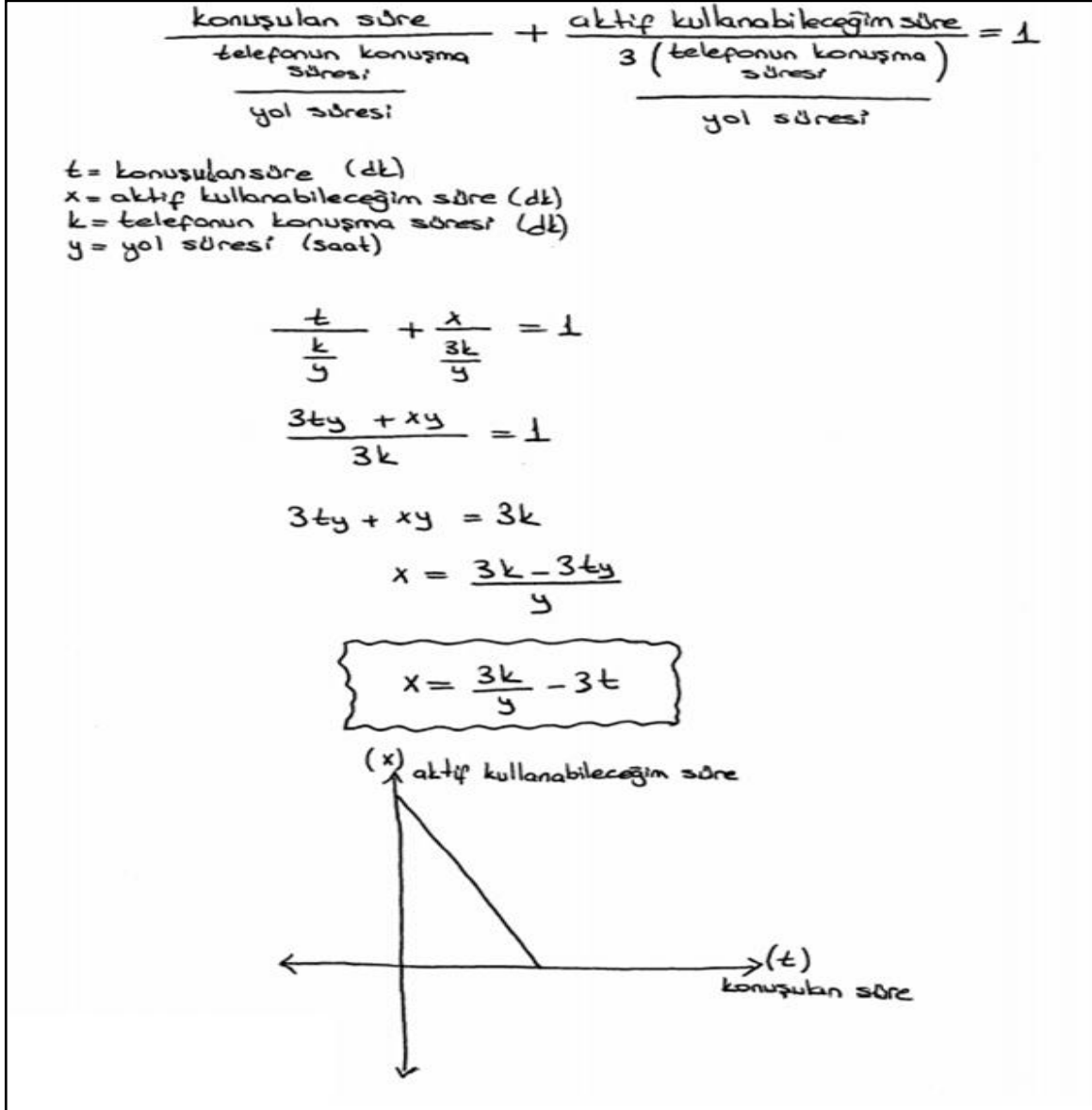
*x = aktif kullanabileceğim süre*  
*t = konuşulan süre*

Şekil 80. K6'nın bireysel projesine oluşturduğu matematiksel model

*K6 : Benim telefonumun modeli bu. Ama hani bu sadece benim telefonumla kalmayın diye düşündüm. Benim telefonumda 4,5 saat konuşma süresi*



ama sizin telefonunuzda 6 saattir. Zaten 3 sat ile 6 saat arasında değişiyormuş. Onu değiştirdim. Mesela bir de benim yolum 20 saat , sizin yolunuz 10 saattir. Ona göre yapalım dedim. Az önce konuşulan süre 40,5 idi. Onu nasıl bulmuştum. Telefonun konuşma süresi bölü yolun süresi, üç katıydı bu aktif kullanım süresi. Burada harfler vereyim dedim. Bu model çıkıyor.

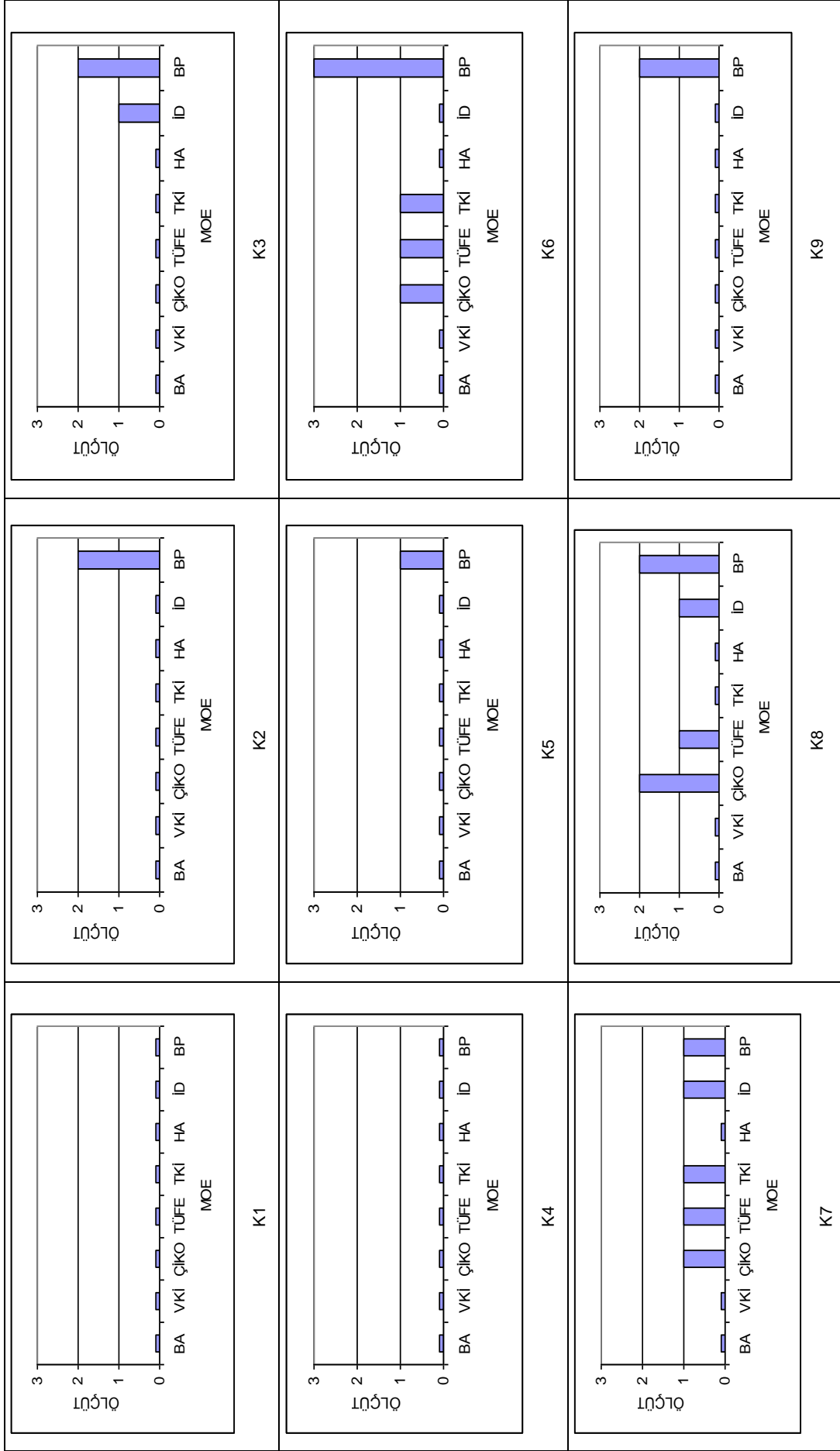


şekil 81. Bireysel projelerde D2 yeterliğine yönelik yapılan alışmalar

Görüldüğü gibi K6 zel bir durum için geliştirdiği çözümleri oldukça iyi ölçütte genelledebilmektedir. Dolayısıyla K6 lt 3 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları D2 alt-yeterliği bağlamında incelendiğinde, tüm öğretmen adaylarının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 0'da değerlendirildiği görülmektedir. K10 ve K11 herhangi bir matematiksel model oluşturamadığından dolayı modeli genellemeye yönelik de herhangi bir çalışma yürütmemiştir. Dolayısıyla D2 alt-yeterlikleri ölçüt 0 olarak değerlendirilmektedir. K12 ise yapmış olduğu matematiksel işlemleri B5 alt-yeterliği kapsamında matematiksel olarak ifade etmekte ve araştırmacının modelin genellenebilirliği üzerine sorgulama yapması istemesiyle, modelin genellenmiş bir model olabileceğini belirtmektedir. Ancak yine de matematiksel modeli genel bir modele dönüştürme ihtiyacı duymamakta ve genelleme çalışmaları yürütmemektedir. Dolayısıyla K12'nin D2 alt-yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamlarına dahil olan öğretmen adaylarının D2 alt-yeterliklerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 16 genel olarak incelendiğinde, ilk etkinliklerde D2 yeterliğinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu, ilerleyen etkinliklerde az da olsa gelişim gösterdiği görülmektedir. Ancak HA etkinliğinde yine tüm öğretmen adaylarının D2 yeterlik ölçütlerinin 0 olması dikkat çekmektedir. Çünkü bu etkinlik D2 alt-yeterliğine yönelik çalışmalar yürütülecek niteliktedir. HA etkinliğinde D2 alt-yeterliğinin ortaya çıkmamasının sebebi ise öğretmen adaylarının HA etkinliğinde verilen problem durumuna cevap verecek bir matematiksel model oluşturamamış olmalarıdır. Bireysel projelerde ortaya çıkan D2 yeterliklerinin ise orta ölçütte olduğu görülmektedir. Süreç sonunda ölçüt 3 seviyesinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği sergileyen bir öğretmen adayı olsa da D2 yeterliği iyi seviyeye ulaşamayan öğretmen adaylarının olması dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının D2 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu da D2 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden olumlu yönde etkilediğinin göstergesidir.

Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki D2 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının D2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 82'de verilmiştir:



Şekil 82. Öğretmen adaylarının D2 alt-yeterliliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 82 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde D2 alt-yeterliği sergilemediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak D2 alt-yeterliğinin düşük ölçütte de olsa ortaya çıktığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise K4 bireysel bir proje oluşturmadığından, K1 ise bu yeterliğe yönelik herhangi bir çalışma yürütmediğinden ölçüt 0 seviyesinde D2 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirilmiştir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki D2 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise iki öğretmen adayının ölçüt 1, dört öğretmen adayının ölçüt 2 ve bir öğretmen adayının ölçüt 3 seviyesinde D2 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. Bu da D2 alt-yeterliğinin gelişime dirençli olmadığını, öğrenme ortamının arzulan seviyede olmasa da D2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

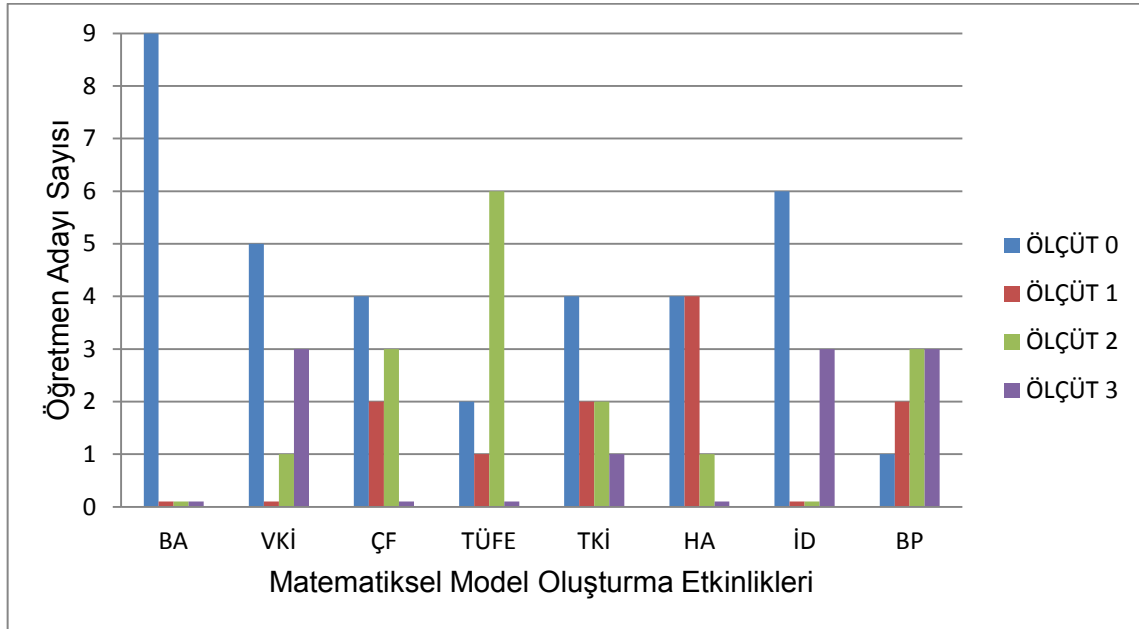
Bu bölümde sunulan bulgular incelendiğinde A yeterliği ile ilgili genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Çünkü D yeterliğine ait D1 ve D2 alt-yeterlikleri etkinlikler bağlamında farklı ölçütlerde değerlendirilmekte ve süreç içinde farklı dağılım göstermektedir.

#### 4. 5. Çözümü Doğrulama Yeterliği ile İlgili Bulgular

Bu çalışmada çözümü doğrulama yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; (E1) *bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma*, (E2) *bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma*, (E3) *çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme*, (E4) *problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda bu bölümde, tasarlanan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının çözümü doğrulama yeterliğinin süreç içindeki gelişimi, bu alt yeterliklerin gelişimi bağlamında incelenmiştir. Grupça yürütülen MOE'lere ait videolar ve bireysel MOE projeleri alt yeterlikler bağlamında nitel olarak analiz edilmiştir. Grup ve bireysel çalışmalardaki alt yeterlikler ve alt yeterlik ölçütleri her öğretmen adayı için bireysel olarak belirlenmiştir. Takip eden bölümde her alt yeterliğin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafik verilmiş ve gelişim süreç içinde yaşananlar ile yorumlanmıştır. Öğretmen adayları tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her alt-yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en güzel ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının "*bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma*" alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların,

analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 17'de verilmiştir.



Grafik 17. Öğretmen adaylarının E1 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 17'de görüldüğü gibi E1 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 2 ve 3'e doğru artmaktadır. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine arzulan seviyede olmasa da olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

E1 yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 17 incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel model ile ilgili hiçbir deneyime sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde bu yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının tamamının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesi, bu etkinlik bağlamında bir matematiksel model oluşturamadıklarından dolayı çözümlerini doğrulama aşamasına geçemediklerinden kaynaklanmaktadır.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ise bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterlik ölçütlerinin gelişim gösterdiği görülmektedir. Altı öğretmen adayının bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği ölçüt 0 seviyesinde iken, üç öğretmen adayı ölçüt 3 seviyesinde bu yeterliği sergilemektedir. Öğretmen adaylarının çalışmalarında bulunan çözümler üzerine yansımalar yaparken geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

- K8 : Çünkü önceki pound ve inç, önceki vücut kitle indeksinde.*
- K6 : Önceki modele yakın değerler.*
- K8 : Bilinen birimler kullanılıyor diyeyim mi?*
- K6 : Herkesin kullanabileceği birimlere uygun olarak yapıldığından aynı şekilde algılanıyor ve kullanılabilir diyelim.*
- K8 : Ölçü ve birimler tarafından uygulandığı için herkes tarafından aynı şekilde algılanır.*
- ...
- K8 :Sizin modeliniz ne için uygun arkadaşlarınızla savunma hazırlayabilir misiniz? [Yönergeyi okuyor.]*
- K6 : Bizimki kg ve cm cinsinden.*
- K7 : Rakamlar daha basit. Kg ve cm ye çevirdik.*
- K8 : Rakamlar daha basite indirgenmiş.*
- K6 : Ve birimler ulusal herkesin kullanabileceği birimler.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları kullanışlı hale getirdikleri matematiksel modelin neden doğru ve kullanışlı olduğuna yönelik oldukça iyi yansımalar yapmaktadır. Dolayısıyla bu yansımalarda bulunan K6, K7 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir.

Üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde öğretmen adaylarının bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, ölçüt 0 seviyesinde bu yeterliğe sahip öğretmen adayı sayının dörde gerilediği, ölçüt 1 seviyesinde iki ve ölçüt 2 seviyesinde üç öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Bunla birlikte ölçüt 3 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergileyen öğretmen adayı bulunmamaktadır. Öğretmen adaylarının bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma çalışmaları sürdürülürken geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

- K6 : Niçin uygun model? [Yönergeyi okuyup arkadaşlarına ifade ediyor]*
- K7 : Hani orda anlatırken millet diyecek ki, bin cinsinden bulduk bizim ki daha basit diyecek.*
- K8 : Modelde çikolata x bin cinsinden verilmiş. Biz onu tane cinsine indirdik.*

Görüldüğü gibi K7 ve K8 modellerinin niçin uygun model olduğuna dair model oluşturma süreçlerine yansımalar yapmaktadırlar. Ancak yapılan yansımalar modeli doğrulamaya yönelik değil daha çok niçin kullanışlı olduğunu açıklamaya yöneliktir.

Dolayısıyla K7 ve K8 ölçüt 2 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir.

TÜFE etkinliğinde de bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliğinin gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde bulunan öğretmen adayı sayısının ikiye düştüğü görülmektedir. Ölçüt 1 seviyesinde bir öğretmen adayı bulunurken, diğer tüm öğretmen adayları ölçüt 2 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir. K4'ün K1'in yaşadığı karmaşanın üzerine bulunan çözümler üzerine yansımalar yaparken geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K1 : Ya şey, diyor ki bak 2003'ten 2010'a gelmiş ya 7 yılda diyor fark bu diyor. Yani bunun indeksi bu, artışı, şusu busu bu. Bu sefer de diyor ki 2010 yılına.*

*K4 : Şey çıkıyor, aynı şey geliyor. Bak mesela ben şöyle yaptım; hani bunu bulduk ya biz şu 80. Sonuç bu 7 ye bölünce yıllık artış oranını, tüfede artış oranı 11,4 geldi. 3 ile de çarpınca yine aynı sonuç geldi.94.7 geldi.*

*K1 : Evet.*

*K5 : O zaman tamam. Tamam o zaman bunun üzerine onu koyacağız ki.*

*K2 : Yaptığım doğru mu yani?*

*K1 : Ama bir şey soracağım. Her senenin üzerine bir sonraki seneyi ekleye ekleye mi gidiyor bu?*

*K2 : K1 niye anlamamaya çalışıyorsun?*

*K1 : Hayır anlamamaya çalışmıyorum. Bütün taşları yerine oturtmak istiyorum.*

*K3 : Hayır ekleye ekleye doğru, yani ekleye. Yani gelişmekte olan bir ülkeyiz onun için ekleye ekleye gidiyor.*

Görüldüğü gibi K1 arkadaşlarının çözümlerini anlamadığını dile getirmekte ve bu doğrultuda K4 yapmış olduğu çözümü gerekçeleri ile açıklamaktadır. Ardından da yapmış olduğu çözümde kullandığı algoritmaların niçin doğru olduğuna yönelik yansımalar yapmaktadır. Yukarıdan da anlaşılacağı gibi K4, endeksin neden eklenerek gittiğini açıklamak için ülkenin gelişmekte olduğunu dile getirmektedir. Ancak ekleyerek gitmesinin sebebi verilerin artış göstermesidir. İlk ifadelerden de anlaşılacağı gibi K4 bunun farkında ancak duruma yönelik yansımalar yaparken bunu açıkça dile getirmemektedir. Dolayısıyla K4 ölçüt 2 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının öğrenme ortamında karşılaştıkları beşinci etkinlik olan TKİ etkinliğinde, dört öğretmen adayının ölçüt 0, ikişer öğretmen adayının ölçüt 1 ve ölçüt 2, bir öğretmen adayının ise ölçüt 3 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının bulunan çözümler üzerine yansımalar yaparkenki geçen konuşmalardan bir kesit aşağıda verilmiştir:

*K8 : Oluyor mu 4600 olunca? 4600 alalım bir. Çünkü 2006yı şey yaptık ya.*

*K7 : Son 2 hane kullanışlı oluyor ya.*

...

*K6 : Niye şeyden olmadı aynı veriler?*

*K8 : 2007den mi ? Oradan da çıkması lazım aslında. 2007den çıkart 5 mi?*

*K6 : Çünkü 2007'de, çok oynama var orada. 400lük oynama var ya o yüzden çıkmadı. Şuradan yapalım ya. 4600 eksi....160 ile..... Sen yapsana şunu. 160 çarpı 2006...*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları model ile elde ettikleri çözümlerin gerçek ile tutarlı olup olmadığını test ederken, model ile 2007 yılına ait sonuç ile gerçek sonucun tutarlı olmadığını görmektedir. Bu bağlamda K6, 2007 yılı için çözümün neden doğru olmadığını dair geçerli açıklamalar yapmaktadır. K6 bu durumun sebebini ortalama bir değişime dayalı bir model oluşturmalarına dayandırarak, 2007 yılında artış olduğunu ancak genel olarak değişimin azalış yönünde olduğunu, dolayısıyla bu yılın modele uygun olmayan bir değişim gösterdiğinden yanlış sonuçlar verdiğini ima etmektedir. Bu yüzden K6, ölçüt 3 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir.

Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde ise, ölçüt 0 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliğine sahip öğretmen adayı sayısı değişmezken, ölçüt 1 seviyesinde dört, ölçüt 2 seviyesinde bir öğretmen adayının bu yeterliği sergilediği görülmektedir. K4, HA etkinliği için oluşturmuş oldukları doğrusal modelin doğruluğunu gerçek verilerle test etmek için küçük kareler yöntemini kullanmayı önermekte ve bu doğrultuda işlemler yapmaktadır. Bunun üzerine K5, K4'ün bulmuş olduğu çözümlerin doğruluğuna yönelik yansımalar yapmaktadır. Bu esnada geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K5 : Bunu niye yapıyoruz ki? 2 tane doğrumuz yok ki.*

*K1 : Zaten doğrusal olduğu için.*

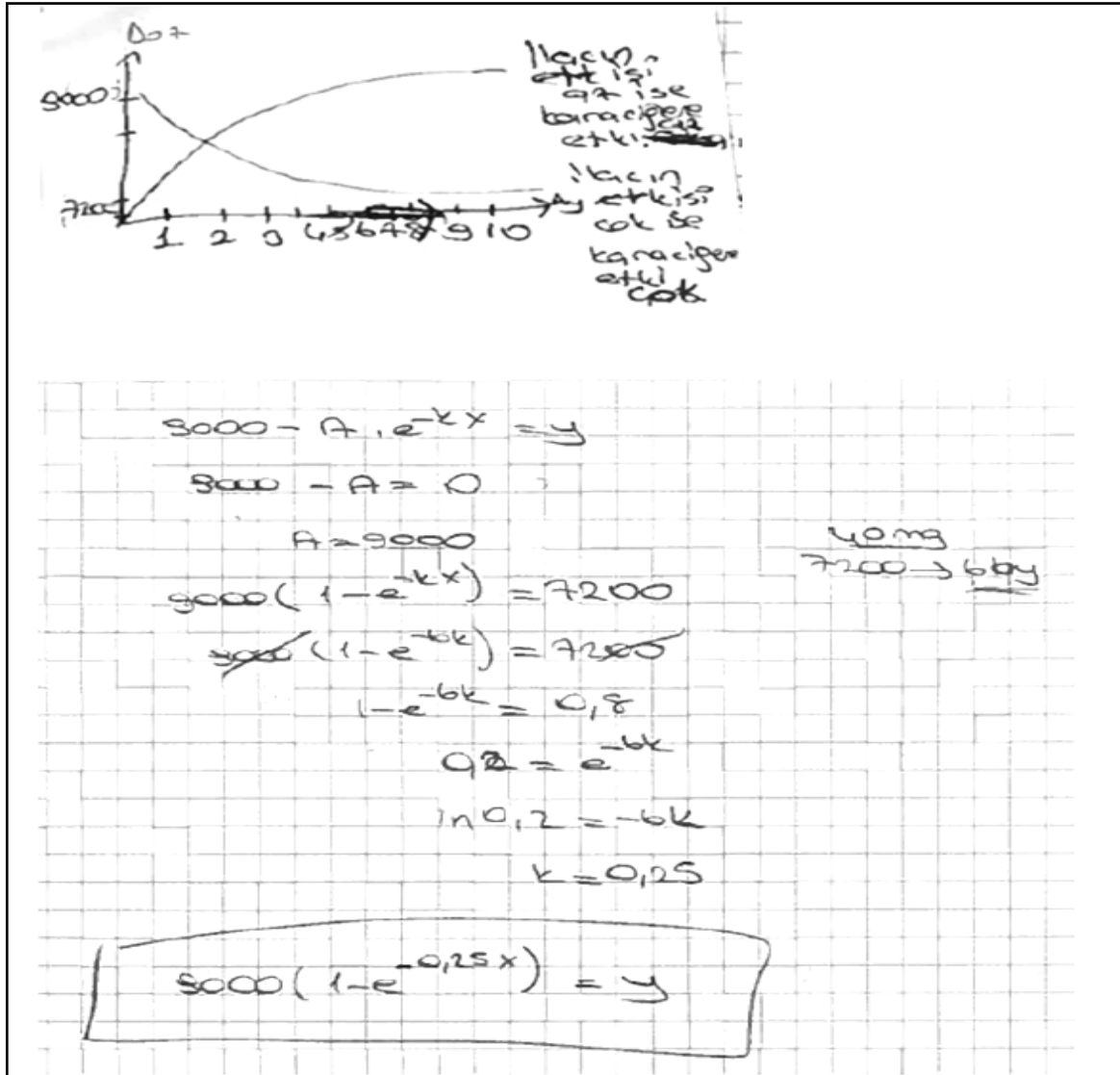
*K4 : 2016, şurada 2016 yazacağız.*



- K3 : Zaten bizim orada yaptığımız da 2 tane doğru içeriyor.*
- K5 : Hayır şöyle demek istiyorum; zaten bu ikisine bakıp da hangisi daha küçükse o daha yakın diyorduk ya. Eee zaten burada 1 tane var bu daha yakın olacak yani, onu demek istiyorum.*
- K4 : Toplayacağız, şeyi bulacağız işte doğru mu yanlış mı? Ama iki tane denklem olması lazım.*
- K5 : K4 ben de sana diyorum ki; evet iki tane olması lazım. Zaten bu doğru ki, 1 tane. Ya hayır başka doğru olma ihtimali yok.*

Görüldüğü gibi K5, K4'ün yapmış olduğu çözümlerin neden doğru olmadığına yönelik geçerli yansımalar yapmaktadır. Ancak bu etkinlik bağlamına uygun olan matematiksel model doğrusal bir model değil üssel bir modeldir. Dolayısıyla bu yansımalar modeli doğrulamak için yeterli değildir. Bu yüzden K5 ölçüt 1 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir.

Sınıf dışı gerçekleştirilen İD etkinliğinde ortaya çıkan bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, ölçüt 0 seviyesinde altı ve ölçüt 3 seviyesinde üç öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının İD etkinliğindeki problem durumuna çözüm getirebilmek için oluşturdukları matematiksel modeli doğrularken, K8'in çözümler üzerine yapmış oldukları yansımalar Şekil 83'de verilmiştir.



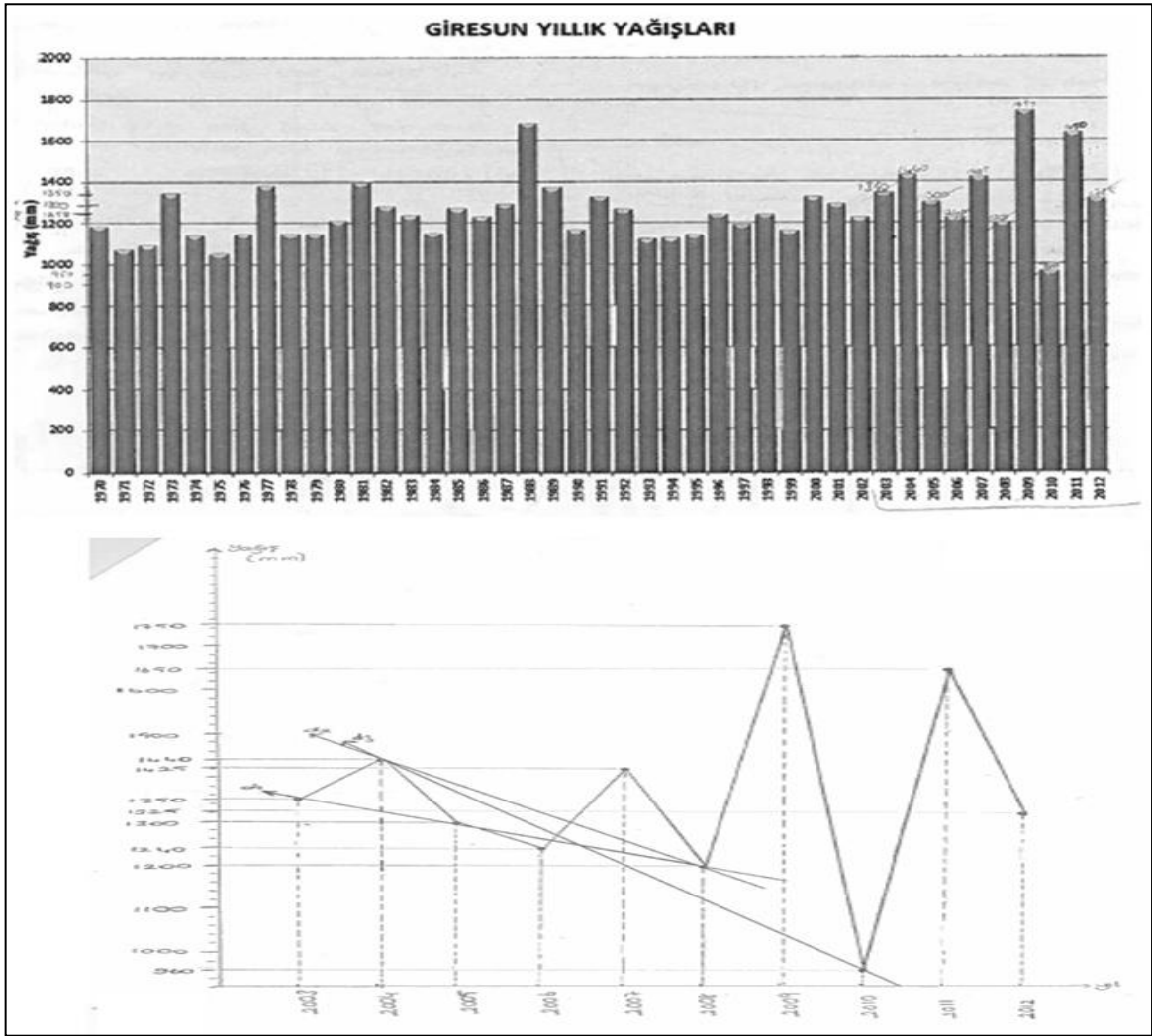
Şekil 83. İD etkinliğinde E1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

K8 : *Evet evet. Hocam bir de burada internette bir formül vardı. Kilo ile 120yi çarpmışlar bulmuşlar. Hani o dozun alması gerekeni.*

K8, İD etkinliğinde verilen duruma çözüm getirebilmek için geliştirmiş oldukları üssel modelin niçin doğru olduğunu açıklarken, seçmiş oldukları ilacın kiloya bağlı olarak alınabilecek üst ve alt sınırlarının olduğunu dile getirmektedir. Yani K8, modelin doğru olduğunu açıklarken gerçek bağlamı dikkate alarak çözümler üzerine yansımalar yapmaktadır. Dolayısıyla K8, ölçüt 3 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının bireysel olarak belirledikleri bağlamlarda yaşadıkları problemin çözümüne yönelik oluşturdukları matematiksel modeller ile bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterlik ölçütleri incelendiğinde sadece bir öğretmen adayının

ölçüt 0 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanında iki öğretmen adayı ölçüt 1, üç öğretmen adayı ölçüt 2 ve üç öğretmen adayı da ölçüt 3 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir. K1, gelecek yılda Giresun'da kivi üretilip üretilmeyeceğini araştırmış bunun için de gelecek yılın yağış miktarını tahmin etmeye yönelik matematiksel bir model geliştirmeye çalışmıştır. Elde ettiği verileri en iyi temsil eden matematiksel modelin doğrusal bir model olacağına karar vermiş ve bu doğrultuda verileri temsil eden doğrular belirlemiştir. Bunu yaparken de elde ettiği veriler genel olarak azalış veya artış göstermeyip, sabit bir görüntüde olduğu için belirli bir yıldan sonrasını dikkate aldığını belirtmektedir. Bağlama ait gerçek verileri içeren grafik ve K1'in seçmiş olduğu verileri temsil ettiği grafik aşağıda verilmiştir:



Şekil 84. Bireysel projelerde E1 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi K1 doğrusal bir modelin uygun olabilmesi için genel olarak azalış veya artış olması gerektiğini düşünerek verileri temsil eden uygun doğruları bu doğrultuda belirlemektedir. Ancak belirlediği en uygun modelle yapılan çözümlerin, veriler artış veya azalış göstermediğinden doğrusal bir modellemeye uygun olmadığını belirterek çözüm sürecine yansımalar yapmaktadır. Gerçek verilere ait grafik incelendiğinde doğrusal bir modellemeye uygun olduğu ve verileri temsil eden uygun doğrular seçildiğinde çözümlerin doğru olacağı görülmektedir. Ancak K1 çözümleri doğrulamada bu yönde bir yansıma yapmamaktadır. Dolayısıyla K1 ölçüt 1 seviyesinde bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, matematiksel bir modele ulaşan tek öğretmen adayı olan K12'nin modeli doğrulamaya yönelik alt-yeterlikler sergilediği görülmektedir. Araştırmacının klinik mülakatta yönelttiği "Yapmış olduğun işlemlerin doğru olduğunu nasıl kanıtlarsın?" sorularına K12'nin vermiş olduğu cevaplar aşağıda verilmiştir:

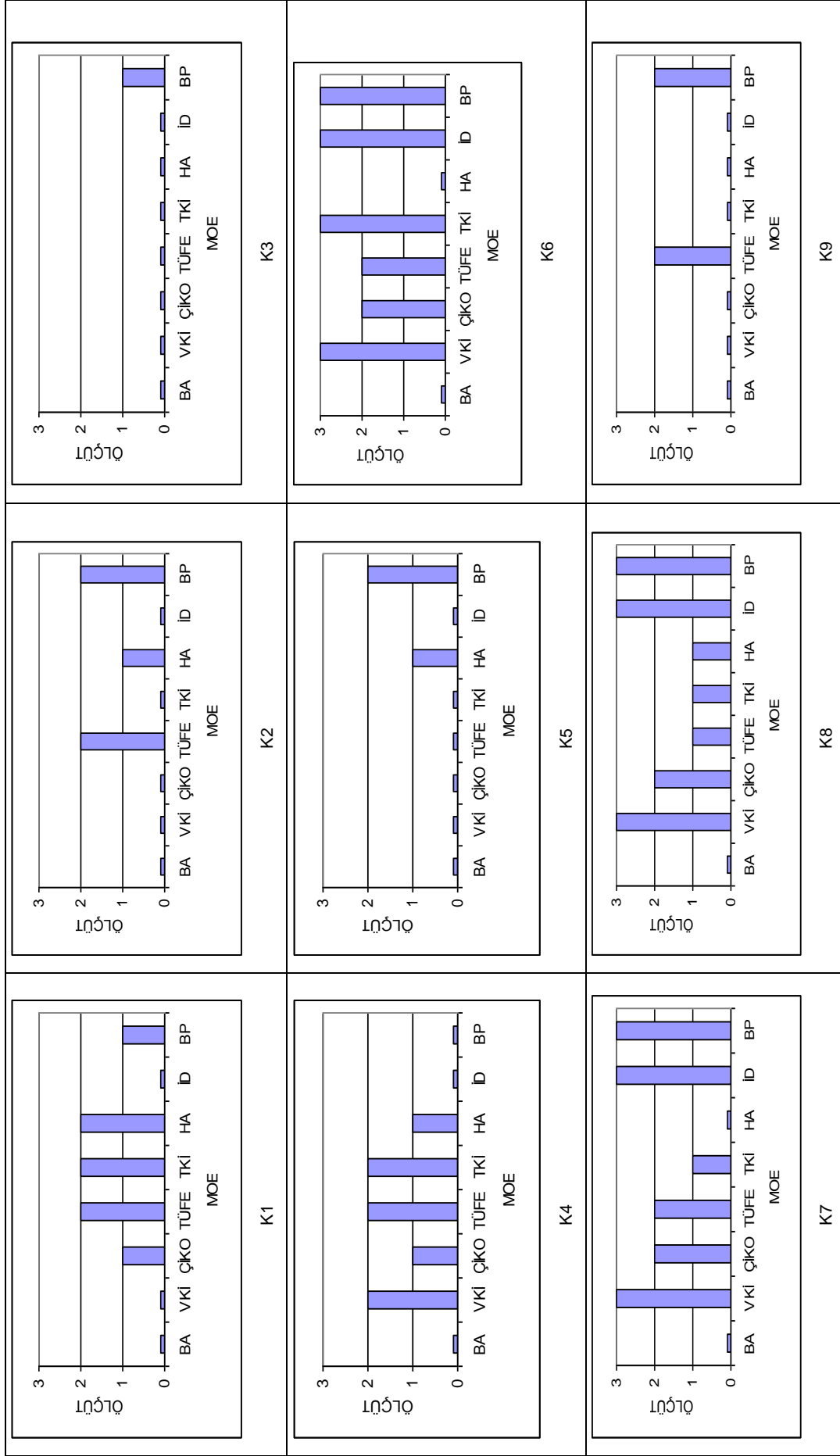
*Kanıtlayamayız. Çünkü sonuçta gelecek için konuşuyoruz. Ne olacağını bilemeyiz. Ben gelecek 20 yıl için 484 milyon dolar buldum ama o yıl çok büyük bir afet olabilir. Bir savaş çıkabilir. İhracat tamamen de durabilir. Bunu ben ispatlayamam sadece tahmin ederim.*

Görüldüğü gibi K12 araştırmacının matematiksel işlemlerine yönelik ispatlama yapması istemesine rağmen, doğrulamayı gerçek bağlamda değerlendirmekte, matematiksel işlemlerini yorumlayarak matematiksel sürecini doğrulamaya yönelik bir davranış sergilememektedir. Dolayısıyla bu soruya verilen yanıtlar E2 alt-yeterliği bağlamında değerlendirilmekte, K12'nin E1 alt-yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOE'ler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, tüm öğretmen adaylarının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 0'da değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterlik ölçütlerinin süreç içinde dağılımını gösteren Grafik 17 incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim almadan karşılaştıkları BA etkinliğinde E1 yeterliği göstermediği görülmektedir. İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ise ölçüt 3 seviyesinde bu yeterliği gösteren öğretmen adaylarının varlığı dikkat çekmektedir. Devam eden etkinliklerde E1 yeterlik ölçütleri ölçüt 0 olan öğretmen adaylarının sayısı azalış gösterse de ölçüt 3 seviyesinde yeterlik

sergileyen öğretmen adaylarının sayısı oldukça azdır. İD etkinliğinde ise öğretmen adaylarının çoğunun ölçüt 0, geri kalanın da ölçüt 3 seviyesinde bu yeterliği sergilediği görülmektedir. Son olarak bireysel projelerde ise bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterlik ölçütlerinin başlangıca göre gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde bulunan sadece bir öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Süreç sonunda ise ölçüt 3 seviyesinde E1 yeterliği sergileyemeyen öğretmen adaylarının sayısı dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının E1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştığımızda öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları gözlenmektedir. Bu da arzulanan seviyede olmasa da E1 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden etkilediğinin göstergesidir.

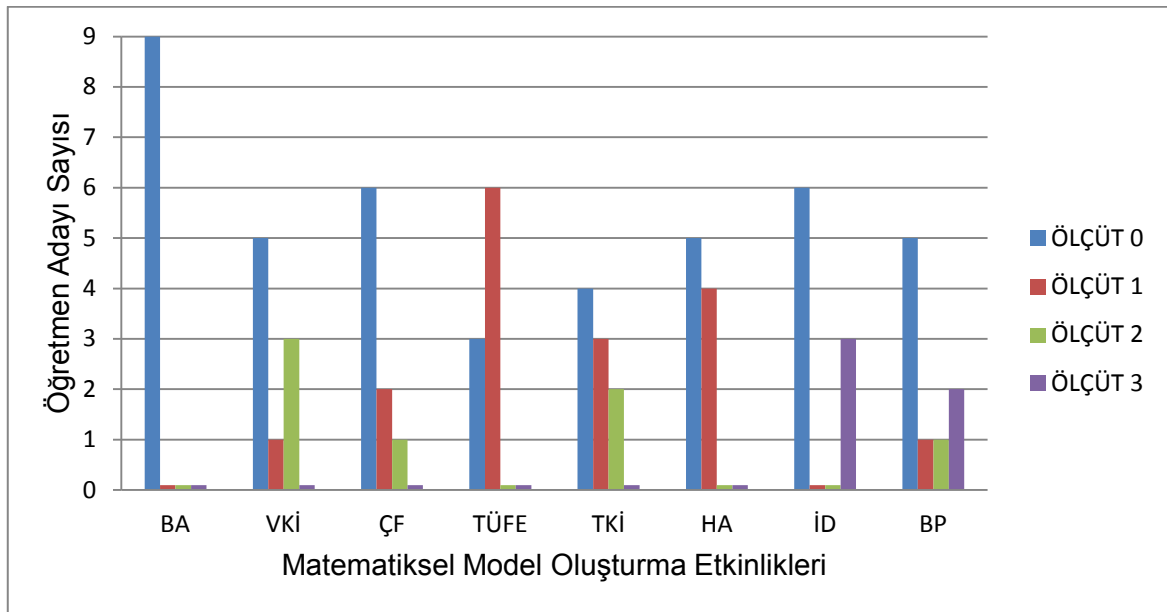
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki E1 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 85'de verilmiştir.



Şekil 85. Öğretmen adaylarının E1 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 85 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde E1 alt-yeterliği sergilemediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak E1 alt-yeterliğinin ölçüt 3'e doğru artarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise K4 bireysel bir proje oluşturmadığından ölçüt 0 seviyesinde E1 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirilmiştir. Diğer öğretmen adaylarının BP'lerdeki E1 yeterlik ölçütleri incelendiğinde ise öğretmen adaylarının çoğunun ölçüt 2 ve 3 seviyesinde E1 alt-yeterliği sergilediği görülmektedir. Ancak hala ölçüt 1'de E1 yeterliği sergileyen öğretmen adaylarının varlığı dikkat çekmektedir. Bu da öğrenme ortamının arzulanan seviyede olmasa da E1 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “*bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma*” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 18'de verilmiştir.



Grafik 18. Öğretmen adaylarının E2 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 18'de görüldüğü gibi E2 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve az da olsa ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 1 ve 2'ye doğru artmaktadır. Süreç sonunda ise (İD ve BP'lerde) E2 alt-yeterliği

ölçüt 0 olan öğretmen adaylarının sayısı fazla olsa da, ölçüt 0'dan daha iyi olan öğretmen adaylarının da olduğu görülmektedir. Bu da ortamın bu alt-yeterliğin gelişimine az da olsa olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

E2 yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 18 incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel model ile ilgili hiçbir deneyime sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde bu yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının tamamının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesi, bu etkinlik bağlamında bir matematiksel model oluşturamadıklarından dolayı çözümlerini doğrulama aşamasına geçemediklerinden kaynaklanmaktadır.

İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde ise bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterliklerinin gelişim gösterdiği, ölçüt 0 seviyesinde beş, ölçüt 1 seviyesinde bir ve ölçüt 2 seviyesinde üç öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının VKİ etkinliğinde buldukları çözümleri doğrulamaya yönelik yapmış oldukları eleştirel kontroller aşağıda verilmiştir:

- K7 : Yazalım. Verilen kiloları yaz sonra verilen formülden de...
- K6 : K8 yaz. Boy ve kiloyu yaz. İşleme göre çıkanı yaz bizim bulduğumuza göre çıkanı yaz.
- K8 : Kilogram yazdım. K6 bir şey neydi 2.20 miydi?
- K6 : 2.20
- K8 : Tamam 57. Şey yazıyorum hangi model?
- K6 : Standart olanı. Verilen model.
- K8 : Kaç çıkıyor verilen modele göre? 22.70'li bir şeyler çıkıyor. Hepimizinkini yazacak mıyız? Söyle kilonu.

<u>Kilogram</u>	<u>Boy</u>	<u>Verilen model</u>	<u>Bulunan model</u>
57 kg	160 cm	→ 22,7 ----	22,5 ----
46 kg	158 cm	→ 18,65 --	18,63 ---
65 kg	176 cm	→ 24,90 ---	24,86 --
53 kg	163 cm	→ 20,19 --	20,19 --

Şekil 86. VKİ etkinliğinde E2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar



Görüldüğü gibi öğretmen adaylar, çözümü doğrulayabilmek için oluşturdukları matematiksel modeli kullanarak gerçek verilerle çözümler bulmakta ve bu çözümleri bilimsel model ile elde ettikleri çözümler karşılaştırarak çözümler üzerine eleştirel kontroller yapmaktadır. Ancak gerçek sonuçlar ile kendi modellerinden elde edilen sonuçlar arasındaki farkın önemli olup olmadığını bilimsel olarak belirleme yönünde çalışmalar yapmadan çözümleri doğrulamaktadırlar. Dolayısıyla bu çalışmalarını yürüten K6, K7 ve K8 ölçüt 2 seviyesinde E2 alt-yeterliği sergilemektedir.

Üçüncü etkinlik olan ÇF etkinliğinde ise bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterlik ölçütlerinin pek değişim göstermediği, altı öğretmen adayının ölçüt 0, iki öğretmen adayının ölçüt 1 ve bir öğretmen adayının ölçüt 2 seviyesinde bu yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının bulunan çözümler üzerine eleştirel kontrollerin yapılmasına yönlendiren yönerge üzerine yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- K7 : Modelin doğruluğunu gerçek veriler kullanarak test ediniz. [Yönergeyi okuyor]
- K6 : Gerçek veriler biz kaç bulduk? 4,3y bulduk. İkisinin sonuçlarını yazalım mı?
- K7 : Fark etmez, yazabilirsin. Normalde 4y idi.

Görüldüğü gibi öğretmen adayları bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapmalarını gerektiren yönergeyi okuduklarında nicelikleri sadeleştirmek için yapmış oldukları çalışmaların oluşturulan model ile elde edilen sonuçları nasıl değiştirdiği dile getirilmekte ancak değişimin bağlamsal önemi ile ilgili bir yorum yapmamaktadır. Bundan dolayı K6 ölçüt 1 seviyesinde bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterliği sergilemektedir.

TÜFE etkinliğinde ortaya çıkan bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterlik ölçütleri incelendiğinde ölçüt 0 seviyesinde bulunan öğretmen adayı sayısının azaldığı, ölçüt 0'da üç ve ölçüt 1 'de altı öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel model ile elde ettikleri çözümleri doğrulamak adına internet ortamında gerçek verilere ulaşmış ve doğrulama çalışmalarını yürütmüştür. Bu bağlamda yapılan oldukları çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- K7 : *Tıkla alta açıldı. Şimdi bakalım. [İnternette araştırma yapılıyor]*
- K8 : *2003, 94.7*
- Araş. : *Bütün verilere ulaştınız.*

- K8 : 2005' i yaz 2005 ne verilmiş. 114.49
- K7 : 2005' i bir daha söyle 114.?
- K8 : 49. 2000 yok.
- K7 : 2000 yok 2003'ten başlamış zaten başka bir sayı söyle.
- K8 : 2004' ü al ya da.
- K7 : 2007 olsun. 7' yi al.
- K8 : 135.84
- K7 : 2007 için 135.84
- K6 : 2013' ü de yazın 216.7
- K7 : 2016?
- K6 ve K8 : 74.
- K7 : Tamam eğer yaptığımız modelde böyle bir şey çıkarsa doğru.
- K8 : Bizde şey bulduk 2003' üde 208.9 falan bulduk yaklaşık oda yani. 2005 115.
- Araş. : Siz şuan niçin bunu araştırdınız?
- K8 : Hocam.
- K7 : Şimdi karşılaştırıyoruz ki yaptığımız model doğru mu diye.
- Araş. : Gerçek verilere...
- K8 : Yakın mı diye.

Görüldüğü gibi K6, K7 ve K8 oluşturdukları matematiksel model ile buldukları çözümleri gerçek değerler ile karşılaştırarak modelin doğruluğunu test etmektedir. Ancak bunu yaparken ulaştıkları tüm gerçek verileri kullanmak yerine tek bir veri ile doğrulama yapmayı yeterli görmekteydiler. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 1 seviyesinde bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterliği sergilemektedirler.

Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterlik ölçütleri TKİ etkinliği için incelendiğinde, azda olsa bir gelişme olduğu, ölçüt 0'da dört, ölçüt 1'de üç ve ölçüt 2 seviyesinde iki öğretmen adayının yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının TKİ etkinliğinde verilen problem durumu için elde ettiği çözümlerin doğruluğunu gerçek veriler kullanarak test ederek çözümler üzerine eleştirel kontroller yapmaktadır. Bu bağlamda yürütülen çalışmalar sonucu yönergeye vermiş oldukları cevap aşağıdaki gibidir.

Uygundur.	Gerçek	Tahmin	
2012	3750	3680	
2011	3800	3840	
2010	4000	4000	
2009	4300	4160	
2008	4200	4320	
2007	5000	4480	→dzel durum (Artıs ver.)
2006	4600	4640	

Şekil 87. TKİ etkinliğinde E2 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Görüldüğü gibi öğretmen adayları bulunan çözümleri gerçek veriler ile test ederek eleştirel kontroller yapmıştır. Ancak gerçek veriler ile modelden elde edilen bulgular arasındaki farklılığı az olarak adlandırmış, farkın önemli olup olmadığına dair çalışmalar yürütmemiştir. Dolayısıyla bu çalışmaları yürüten K6, ölçüt 2 seviyesinde bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterliği sergilemektedir.

Öğretmen adayları, HA etkinliğinde verilen problem durumuna çözüm üretebilmek için doğrusal bir model geliştirmiştir. K5 bu modele göre problem durumunda istenen 15 milyon TL'lik gelire ne zaman ulaşabileceğini tahmin etmiştir. Bu doğrultuda modelin yanlış olduğuna yönelik dile getirdiği fikirleri aşağıda verilmiştir:

*K5: Zaten 2013'te 15 milyonu geçer, olmamış yani 15 milyon yapamamış.*

Görüldüğü gibi K5 modeli etkinlikte verilen değerler ile test ederek eleştirel kontrollerde bulunmuştur. Ancak bunu etkinlikte verilen tek bir veri ile yapmış ayrıca bu farklılığın önemli olup olmadığını kontrol etmemiştir. Bu yüzden K5 ölçüt 1 seviyesinde bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterliği sergilemektedir.

İD etkinliğinde ortaya çıkan bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterlik ölçütleri incelendiğinde, altı öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. burada dikkat çeken durum ise bu yeterlik için ilk defa ölçüt 3 seviyesinde yeterlik sergileyen öğretmen adaylarının olmasıdır. Öğretmen adaylarının bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yaptığını gösteren konuşmalar aşağıda verilmiştir:

*K7 : Hocam mesela bir hasta hesaplamış kendininkini. 20 mg ile başlamış. Erkek. 20mg ile başlarsam 6000 yapıyor buradan almam gereken diyor. 6000/600 den de 10 ay eder diyor.[İnternette yaptıkları araştırmalardan elde edilen bilgileri dile getiriyor]*

*K6 : Aslında hocam bu grafik tam olarak doğru değil. Yani tam değerleri belli değil.*

*Araš. : Bu tahmini bir şey. Herkese göre değişebilir.*

*K8 : Evet. Çünkü 10 ay olmuyor aslında. 6 ile 8 arasında olduğu için. Her ay kan testinden geçince doktor dozunu artırıp azaltabiliyor. O yüzden 6 ile 8 oluyor.*

Görüldüğü gibi K6, K7 ve K8, İD etkinliği için oluşturmuş oldukları matematiksel modeli gerçek verilerle test etmiş ve modelden elde edilen sonuçlarla ile gerçek sonuçlar arasındaki farkın varsayımlardan kaynaklandığını, aslında bu ilaç için dozun ayarlanmasında daha birçok değişkenin rol oynadığını dile getirmektedirler. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 3 seviyesinde bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterliği sergilemektedir.

Bireysel projelerde ise ölçüt 0 seviyesinde bulunan öğretmen adayı sayısının pek değişim göstermediği dikkat çekmektedir. Bu etkinlikte ölçüt 0 seviyesinde beş, ölçüt 1ve ölçüt 2 seviyelerinde birer, ölçüt üç seviyesinde ise iki öğretmen adayı bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterliği sergilemektedir. K7, şofben kullanım sayısına göre kullanım süresini belirlemek için oluşturmuş olduğu matematiksel modeli doğrulamak için yapmış olduğu gerçek ölçümler ile eleştirel kontrolleri aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

*K7 :Bu modele göre üç kişi banyoyu kullanırsa 8,3 dakika kullanabiliyor. Daha sonra denedik baktık şofbenleri çalıştırıp. 8 dakika sonra attı direkt.*

Görüldüğü gibi K7 bulmuş olduğu çözümler üzerine oldukça iyi eleştirel kontroller yapmakta, bundan dolayı da ölçüt 3 seviyesinde bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterliği sergiliyor olarak değerlendirilmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının çalışmaları incelendiğinde, K12'nin E2 alt-yeterliği bağlamında eleştirel kontroller yaparak E2 alt-yeterliğine yönelik davranışlar sergilediği görülmektedir. Araştırmacının klinik mülakatta yönelttiği "Bu çözümün doğru olup olmadığı hakkında düşündün mü? Çözümün doğru olduğuna nasıl karar verdin?" sorularına karşılık olarak K12'nin yapmış olduğu çalışmalar aşağıda verilmiştir:

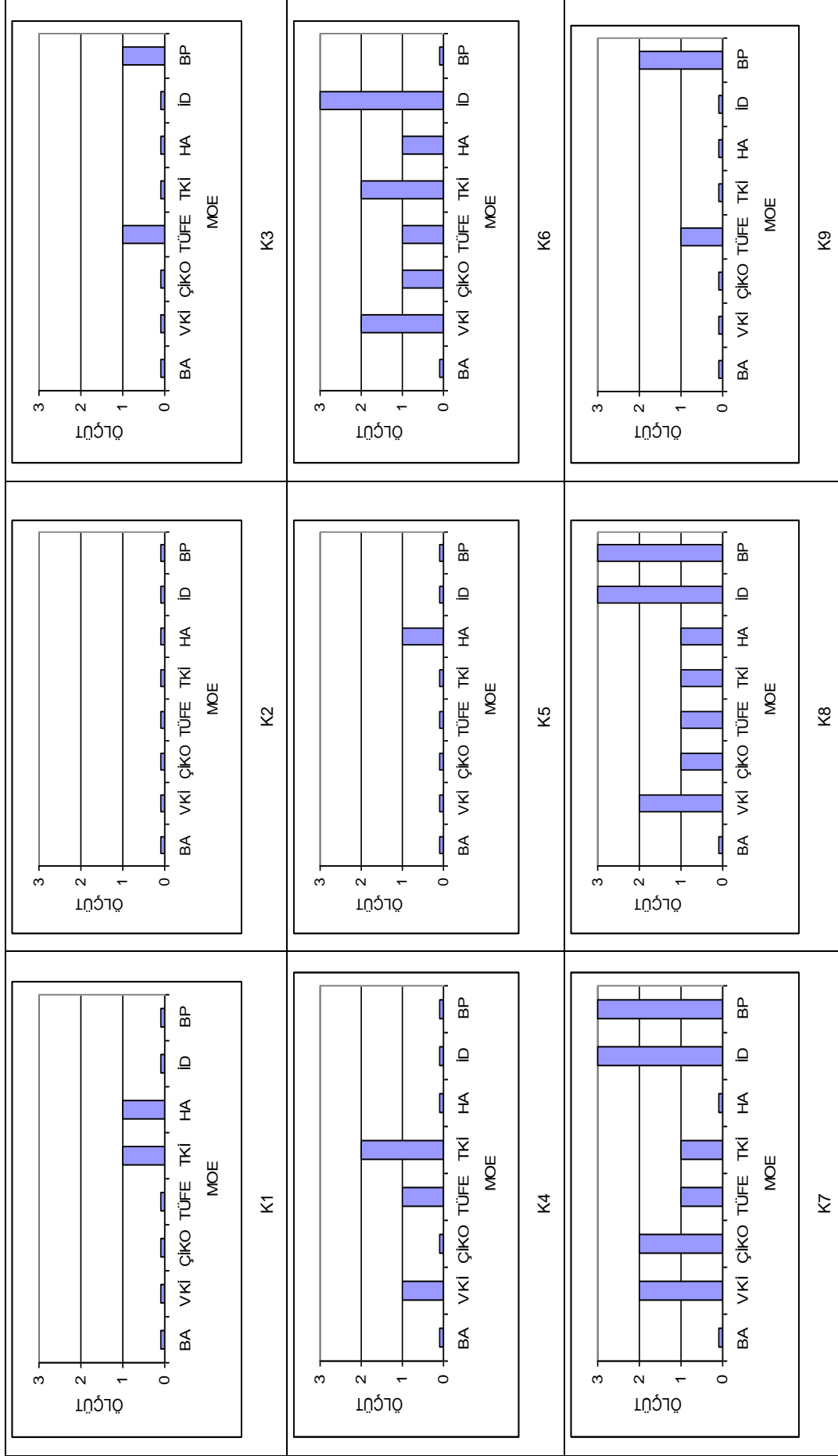
*K12 : Bence bu formül doğru sonuçlar veriyor. Çünkü 2023 yılını hesapladığımda 484 milyon dolar çıkıyor. Devletimizin 2023*

hedeflerine baktığımda da ihracat miktarı 505 milyon dolar olarak belirtiliyor. Bu yakın bir sonuç. İnsanları daha çok teşvik etmek için yada daha çok çalışmaya yönlendirmek için biraz daha rakam üst tutularak, daha üst düzeye alışılmak isteniyor. Bu fark ondan.

Görüldüğü gibi K12 oluşturduğu model ile 2023 yılını tahmin etmekte ve Ülkenin hedefleri ile karşılaştırmalar yapmaktadır. K12 elde ettiği sonuçlara yönelik eleştirel kontrolleri gerçek verilerle değil hedef verilerle yapmakta ve tek bir sonucu karşılaştırmanın yeterli olduğunu düşünmektedir. Dolayısıyla K12'nin E2 alt-yeterliği ölçüt 1 olarak değerlendirilmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOEler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, bir öğretmen adayının E2 alt-yeterliği ölçüt 1, iki öğretmen adayının E2 alt-yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E2 alt-yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 18 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim almadan bu yeterlik düzeylerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Tasarlanan öğrenme ortamında karşılaştıkları ikinci ve üçüncü etkinlikte bu yeterlik ölçütlerinin az da olsa olumlu gelişim gösterdiği görülmektedir. TÜFE etkinliğinde ise ölçüt 0 seviyesinde yeterlik sergileyen öğretmen adayı sayısının düştüğü bununla birlikte ölçüt 2 ve 3 seviyelerinde yeterlik sergileyen öğretmen adayının bulunmadığı dikkat çekmektedir. TKİ etkinliğinde ölçüt 2 seviyesinde yeterlik gösteren adayların olduğu ancak sonraki etkinlik olan HA etkinliğinde yine bu ölçütte öğretmen adayının bulunmadığı görülmektedir. Süreç sonunda her ne kadar başlangıca göre E2 yeterlik ölçütlerinin gelişim gösterdiği görülse de ölçüt 0 seviyesinde oldukça çok öğretmen bulunduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının E2 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların süreç sonunda daha iyi seviyede oldukları söylenebilir. Bu da arzulanan seviyede olmasa da E2 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden etkilediğinin göstergesidir.

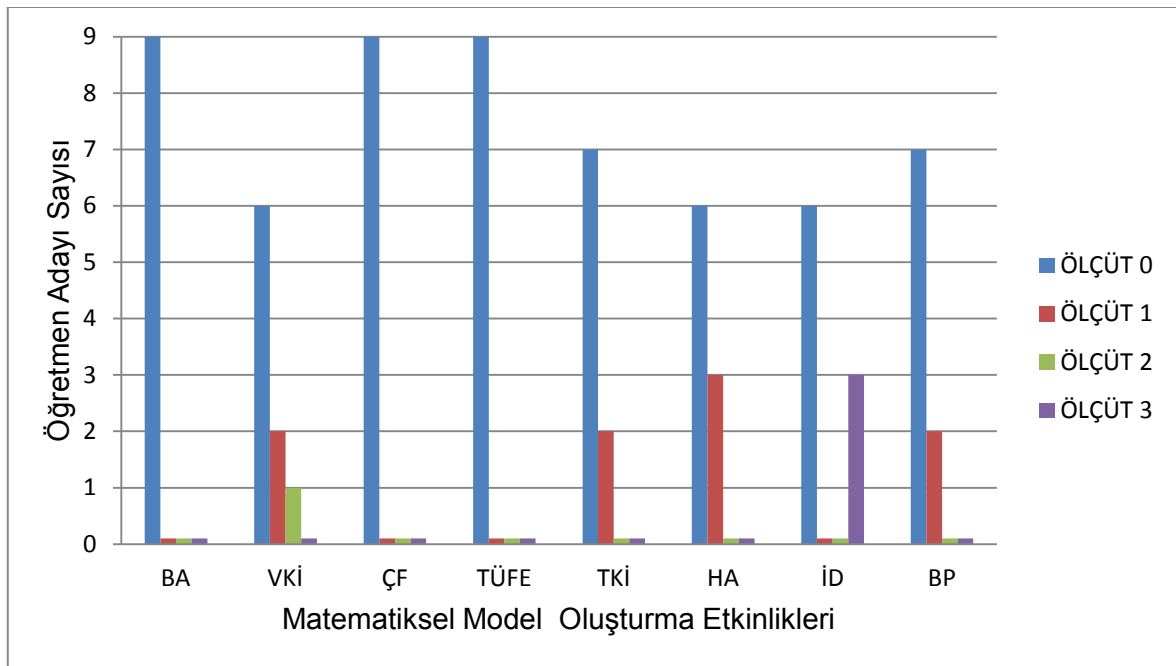
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki E2 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 88'de verilmiştir.



Şekil 88. Öğretmen adaylarının E2 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların sürece içindeki dağılımı

Şekil 88 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde E2 alt-yeterliği sergilemediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak K6, K7 ve K8 öğretmen adaylarının E2 alt-yeterliklerinin ölçüt 3'e doğru arttığı görülmektedir. Diğer öğretmen adaylarının ise MOEler boyunca E2 yeterliğine yönelik çalışmalar yürütmediği görülmektedir. Bireysel fırsat verildiğinde (BP'lerde) ise K4 bireysel bir proje oluşturmadığından ölçüt 0 seviyesinde E2 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirilmiştir. E2 alt-yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilen diğer öğretmen adayları, bireysel projeler geliştirmelerine rağmen bu yeterlik bağlamında herhangi bir çalışma yürütmemiştir. K2, K7, K8 ve K9'un ise BP'lerde E2 yeterliklerine yönelik çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. Bu da öğrenme ortamının arzulanan seviyede olmasa da E2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının “(E3) çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme” alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 19'da verilmiştir.



Grafik 19. Öğretmen adaylarının E3 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 19'da görüldüğü gibi E3 alt-yeterliği ile ilgili durumlarının süreç ilerledikçe pek değişim göstermemektedir. Öğretmen adaylarının süreç içinde genelde ölçüt 0 olarak

değerlendirildiği dikkat çekmektedir. Bu ise öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel modeller üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapmamalarından kaynaklanmaktadır. Modellerini doğrulamak için herhangi bir faaliyette bulunmayan öğretmen adayları modeldeki eksiklikleri görememekte dolayısıyla da matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme gereği duymamaktadırlar. Bunun en güzel göstergesi olarak VKİ etkinliğinde ortaya çıkan E3 alt-yeterliği gösterilebilir. Öğretmen adaylarının günlük yaşamdan oldukça aşikâr olmaları, VKİ etkinliğine yönelik geliştirdikleri modelden elde ettikleri sonuçların yorumlanacağı bağlamı da aşikâr kılmakta, dolayısıyla da öğretmen adayları gerçeğe uymayan sonuçları kolayca görebilmektedir. Bu da matematiksel modelleme sürecinin gözden geçirilmesine olanak kılmaktadır. Son etkinliklere doğru ilerledikçe öğretmen adaylarının E3 alt-yeterliklerini oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu da E3 alt-yeterliğinin gelişime dirençli olduğunu göstermektedir.

Çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterlik ölçütlerini gösteren Grafik 19 incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematiksel model ile ilgili hiçbir deneyime sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde bu yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının tamamının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesi, çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

Öğretmen adaylarının tasarlanan öğrenme ortamında karşılaştıkları ikinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde, çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliklerin az da olsa gelişim gösterdiği görülmektedir. Bu etkinlikte çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterlik seviyesi ölçüt 0 olan altı, ölçüt 1 olan iki ve ölçüt 2 olan üç öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının çözümlerin tutarlı olmadığı durumda izlediği yol aşağıda verilmiştir:

*K2 : Herhalde normal çıktı K3 de.*

*K1 : Hayır.*

*K2 : Fazla kilolu mu çıktı?*

*K1 : Evet.*

*K5 : Bir yanlışlık var.*

*K1 : Bir dakika bir daha söyle bakayım boyunu.*



Görüldüğü gibi öğretmen adayları modelden elde ettikleri çözümlerin gerçek durum ile tutarlı olmadığına farkına varmaktadır. Bu durumda K1 matematiksel modelleme sürecini gözden geçirmek yerine yapılan işlemler gözden geçirilmektedir. Sonuç olarak da oluşturulan matematiksel modelden vazgeçilip, gerçek yaşamlarından bildikleri matematiksel modeli kullanmaya karar vermişlerdir. Dolayısıyla K1 ölçüt 1 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamında yürütülen ÇF ve TÜFE etkinliklerinde ise tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. Bu etkinliklerde bu yeterlik için öğretmen adaylarının tamamının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesi, çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

TKİ etkinliğinde ise yedi öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde, iki öğretmen adayının ise ölçüt 1 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının çözümlerin gerçek durum ile tutarlı olmadığı durumda izlemiş olduğu yol aşağıda verilmiştir:

*K6 :67100 eksi 603-900 niye böyle çıktı ki?*

*K8 : Bu niye böyle?*

*K6 : Şunu daha sadeleştirdim de.*

*K8 : Şu 300 daha şey yapalım ya tam değer olmadı.700 azalmış.*

Görüldüğü gibi K6 oluşturdukları matematiksel model ile elde ettiği veriyi gerçek durum ile karşılaştırmakta ve yanlış bir çözüme ulaştığını görmektedir. Bu doğrultuda K6 ve K8 bunun model oluşturma sürecinde yapmış oldukları sadeleştirmelerden kaynaklandığını düşünmektedir. Bu doğrultuda da matematiksel modelleme sürecindeki modeli kullanışlı hale getirme sürecini tekrar gözden geçirmektedir. Ancak matematiksel modelleme sürecinin bu bölümünü gözden geçirmek çözümleri doğrulamak için yeterli değildir. Çünkü çözümler yine de gerçeğe tam anlamıyla tutarlı olmayan sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla K6 ve K8 ölçüt 1 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilemektedir.

Sınıf içi yürütülen son etkinlik olan HA etkinliğinde ortaya çıkan çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterlik ölçütleri incelendiğinde, yeterlik ölçütlerinin pek değişim göstermediği, altı öğretmen adayının ölçüt 0 ve üç öğretmen adayının ölçüt 1 seviyesinde yeterlik sergilediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının elde ettikleri çözümlerin gerçek durum ile tutarlı olmadığını fark ettiklerinde yaşadıkları süreç aşağıda verilmiştir:

- K5 : Zaten 2013'te 15 milyonu geçer, olmamış yani 15 milyon yapamamış.*
- K1 : Şurası 8 olamaz. Şurası 4 artı a artı b oluyor. Şurası da 4 artı a artı b artı c oluyor.*
- K2 : Ama 16'yı geçiyor bu sefer.*
- K4 : Tamam işte 2 yıl sonra böyle olur.*
- K2 : Yani şu en sondaki yok.*
- K3 : Hoca geliyor.*
- K2 : Bir soralım bakalım.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları, HA etkinliğindeki problem durumuna çözüm getirebilmek için oluşturdukları matematiksel modelden elde ettikleri sonuçların, gerçek durum ile tutarlı olmadığını farkındadır. Bu durumda K1 matematiksel modelleme sürecini gözden geçirmekte ve bu tutarsızlığın sebebi olduğunu düşündüğü durumu dile getirmektedir. K2 de bu durumun tutarlı sonuçlar vermediğini söylemektedir. Anlaşılacağı gibi K1 çözümün tutarlı olmadığı durumda matematiksel modelleme sürecinin bir kısmını gözden geçirmekte ve çözüm önerileri getirmektedir. Ancak K1'in üzerinde durduğu nokta çözümleri tutarlı hale getirememektedir. Dolayısıyla K1 ölçüt 1 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilemektedir. K2 ise çözümlerin tutarlı olmadığını farkına vardığı halde matematiksel modelleme sürecinin herhangi bir bölümünü gözden geçirmemektedir. Dolayısıyla K2 ölçüt 0 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilemektedir.

Sınıf dışı yürütülen İD etkinliğinde de ölçüt 0 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliğine sahip öğretmen adayı sayısının değişmediği görülmektedir. Ancak bu etkinlikte ölçüt 3 seviyesinde üç öğretmen adayının çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilediği dikkat çekmektedir. Öğretmen

adaylarının çözümlerin gerçek bağlam ile tutarlı olmadığını fark ederek matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçmeye karar verme süreçlerini açıklayan çalışmalar ve bu bağlamda geçen tartışmalar aşağıda verilmiştir.

~~$$y = 40 - e^{-kx}$$

$$40 - A = 0$$

$$A = 40$$

$$40 - 40e^{-kx} = y$$

$$40(1 - e^{-kx}) = y$$

$$7200 = 40(1 - e^{-10k})$$

$$\frac{7200}{40} = (1 - e^{-10k})$$

$$180 = 1 - e^{-10k}$$

$$179 = -e^{-10k}$$

$$\ln 179 = \ln -e^{-10k}$$

$$\ln 179 = 10k$$

$$5,2 = 10k$$

$$k = 0,52$$

$$40 - 40e^{-0,52x} = y$$

$$40(1 - e^{-0,52x}) = y$$

$$40(1 - e^{-0,52 \cdot 4}) = y$$

$$40(1 - e^{-2,08}) = y$$

$$40(1 - 0,13) = y$$

$$40(0,87) = y$$

$$34,8 = y$$~~

Date: 5.11.2010

Şekil 89. İD etkinliğinde E3 yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar

Şekil 89'un devamı

Handwritten mathematical derivation on grid paper:

$$9000 - A \cdot e^{-kx} = y$$

$$9000 - A = 0$$

$$A = 9000$$

$$9000(1 - e^{-kx}) = 7200$$

$$\cancel{9000}(1 - e^{-kx}) = \cancel{7200}$$

$$1 - e^{-kx} = 0,8$$

$$0,2 = e^{-kx}$$

$$\ln 0,2 = -kx$$

$$k = 0,25$$

40 mg  
7200 → 660y

$$9000(1 - e^{-0,25x}) = y$$

K8 : Hocam mesela ben sivilce ilacı kullanıyorum. O ilacın mg'ını 10-20-30-40 diye almışız. Ama mesela üst sınır, mesela 60 kg olan birinin 9000 kullanması gerekiyor üst sınır alt sınır da 7200 kullanması gerekiyor. Biz onları yanlış aldığımız için.

K6 : Yerlerine yanlış yerleştirmişiz

K8 : Evet yerlerine yanlış yerleştirmişiz

Araš. : Evet arkadaşlarınız aya göre baktılar. Neden güne göre bakmadılar?

K6 : Çünkü hocam bu aylık kullanılan bir ilaç fayda için.

...

K6 : K7, 10-20-30-40 olmayacak o 7200 ile 9000 arası yap.

Görüldüğü gibi öğretmen adayları bağlam için geçerli sonuçlar vermeyecek günlük doz alımı miktarına odaklanmış ve bu doğrultuda matematiksel model oluşturmuşlardır. Ancak bu matematiksel modelin problem durumuna çözüm getirmeyeceğine ve matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçmeye karar vermişlerdir. Bu süreç ile ilgili

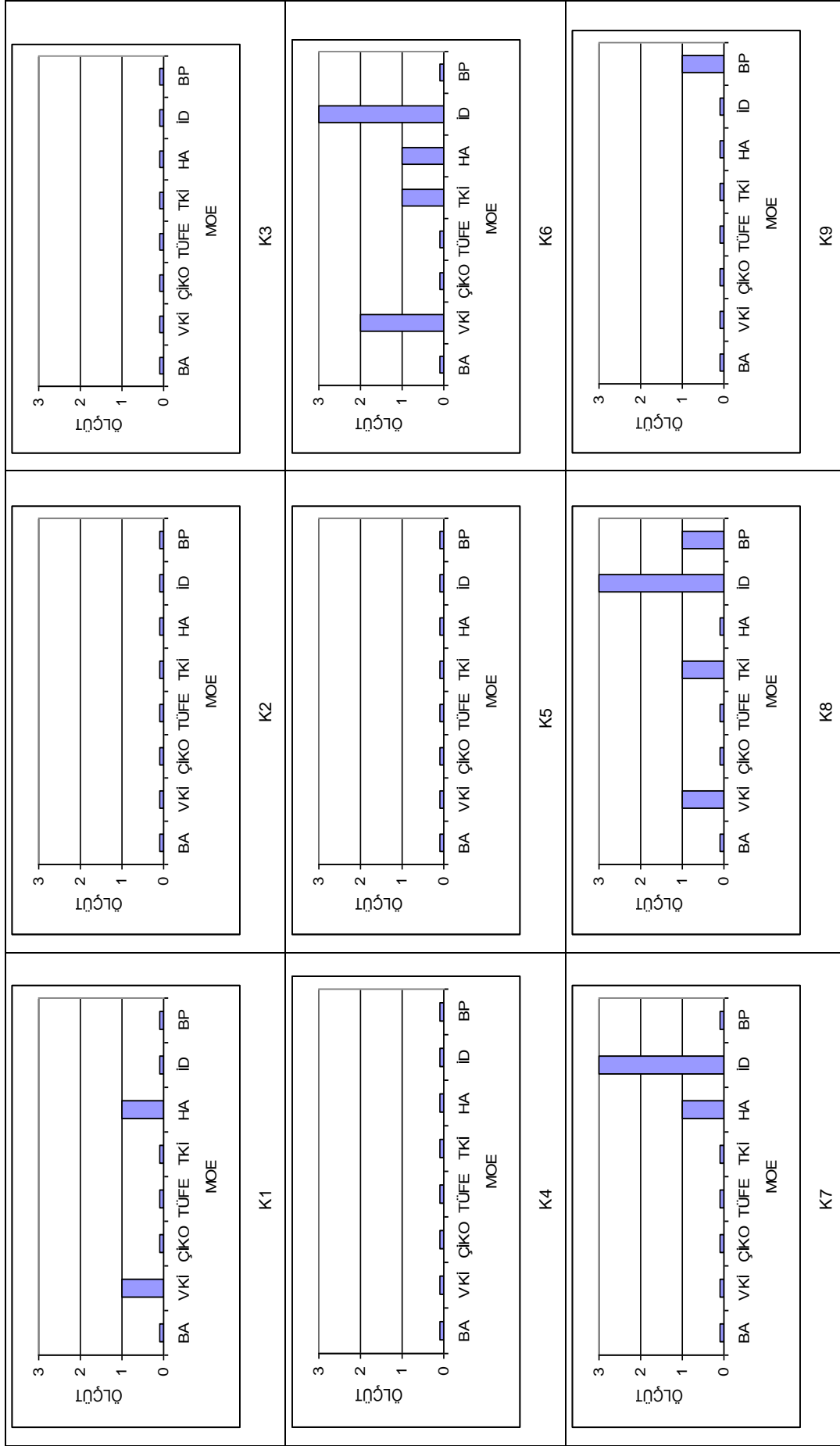
gerekçeleri oldukça iyi şekilde açıklayan K6 ve K8 ölçüt 3 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilemektedir.

Bireysel projelerde ortaya çıkan E3 yeterlik ölçütleri incelendiğinde, bu yeterlik ölçütlerinin oldukça düşük olduğu, ölçüt 0'da yedi, ölçüt 1'de ise iki öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir. K7'nin şofben sayısına göre kullanım süresini tahmin etmeye yönelik geliştirmiş olduğu bireysel projesinde elde ettiği modele yönelik yapılan sınıf tartışması sırasında araştırmacının "2,5 şofben çalıştığında ne kadar süreyle sıcak su kullanılabilir?" sorusuna, K7 "modelde yerine 2,5 yazarız" şeklinde cevap vermektedir. Ardından "şofben nasıl 2,5 olsun" diyerek matematik dışı bağlamda böyle bir durumun söz konusu olamayacağını yorumlamakta, ancak bu durumda ne yapması gerektiğini bilememekte, matematiksel modelleme süreci gözden geçirme davranışında bulunmamaktadır. Dolayısıyla K7, ölçüt 0 seviyesinde çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterliği sergilemektedir.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOE'ler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, tüm öğretmen adaylarının çalışmaları bu yeterlik için ölçüt 0 bağlamında değerlendirilmektedir. K10 ve K11 herhangi bir sonuca ulaşamadıkları için çözümün gerçekte tutarlı olup olmadığını test etme imkanı bulamamıştır. Dolayısıyla öğretmen adayları bu yeterlik bağlamında geçerli herhangi bir çalışma yürütmemekte ve öğretmen adaylarının E3 alt-yeterlikleri ölçüt 0 olarak değerlendirilmektedir. K12 ise eleştirel kontrolleri tek veri için yaptığından çözümlerin gerçekte tutarlı olmadığı noktaları belirleyememiştir. Test ettiği veri için de gerçekte tutarsızlığının politik olduğunu belirtmekte, modelleme sürecine yönelik kontroller yapma gereği duymamaktadır. Dolayısıyla K12'nin E3 alt-yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E3 yeterlik ölçütlerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 19 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının süreç başlangıcında bu yeterli ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. İkinci etkinlikte bu yeterliğin az da olsa gelişim gösterdiği, ancak sonraki iki etkinlikte yine tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde olduğu dikkat çekmektedir. TKİ ve HA etkinliklerinde de öğretmen adaylarının bu yeterlik ölçütlerinin oldukça düşük olduğu, ancak İD etkinliğinde ölçüt 3 seviyesinde bulunan öğretmen adaylarının olduğu dikkat çekmektedir. Tasarlanan öğrenme sürecinin sonunda ise çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterlik ölçütlerinin başlangıçtaki ölçütten pek de farklı olmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının E3 alt-yeterliği ile ilgili

bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda, E3 alt-yeterliklerinin farklılık göstermediği söylenebilir. Bu da E3 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyimine doğrudan bağlı olmadığını göstermektedir.

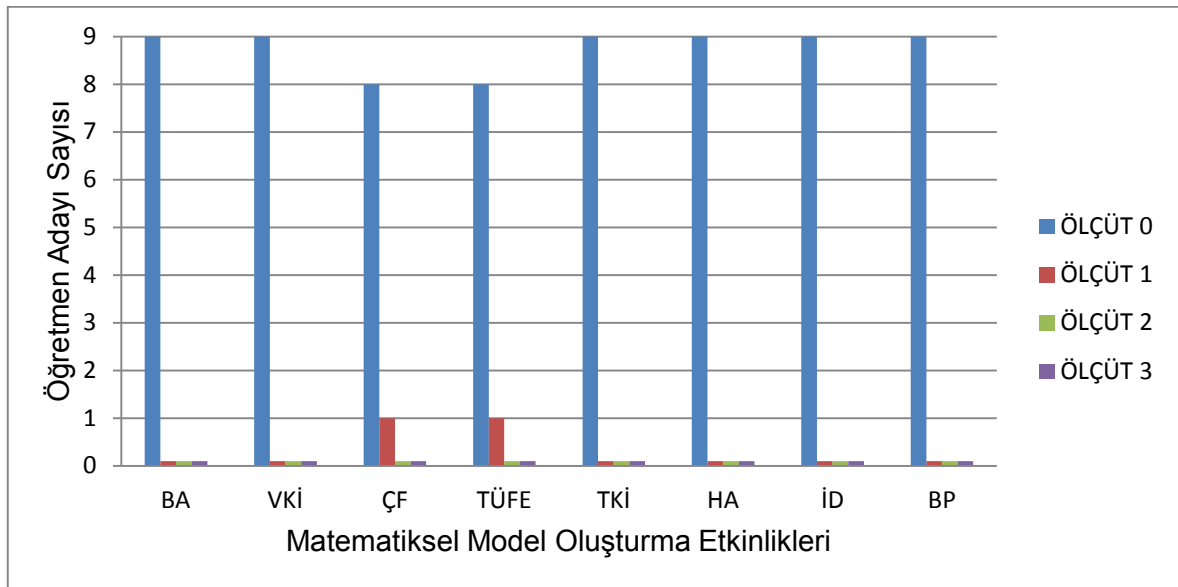
Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki E3 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 90'da verilmiştir:



Şekil 90. Öğretmen adaylarının E3 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 90 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde E3 alt-yeterliği sergilemediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise E3 alt-yeterliğine yönelik çalışmaların oldukça az ve düşük ölçütte olduğu görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise K4 bireysel bir proje oluşturmadığından ölçüt 0 seviyesinde E3 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirilmiştir. Ölçüt 0 olarak değerlendirilen diğer öğretmen adaylarının ise bireysel projeler geliştirmelerine rağmen E3 yeterliği bağlamında herhangi bir çalışmada bulunmamıştır. Bu da öğrenme ortamının E3 alt-yeterliğinin gelişimin tasarlanan öğrenme ortamından etkilenmediğini ve bu yeterliğin gelişime oldukça dirençli olduğunu göstermektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının "(E4) problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme" alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki dağılımı Grafik 20'de verilmiştir.



Grafik 20. Öğretmen adaylarının E4 alt-yeterlik performanslarının süreç içindeki dağılımı

Grafik 20'de görüldüğü gibi E4 alt-yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe gelişim göstermemektedir. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 olarak değerlendirilmesi beklenen bir durum iken, ilerleyen etkinliklerde de öğretmen adaylarının tamamına yakının ölçüt 0 olarak değerlendirilmesi dikkat çekmektedir. Her ne kadar her etkinlik sonunda yapılan sunumlar ve sınıf tartışmalarında



farklı çözüm yollarının olduğu ve farklı çözüm yollarının avantajlar sağladığı görülse de, bir grupta çalışan öğretmen adaylarının problemi bir tek yolla çözmekle yetindiği görülmektedir. Bu da E4 alt-yeterliğinin gelişime dirençli olduğunu ve ortamın E4 alt-yeterliğinin gelişimine etki etmediğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının tasarlanan öğrenme ortamında karşılaştıkları ilk etkinlik olan BA etkinliğinde, problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. İkinci etkinlik olan VKİ etkinliğinde de bu yeterlik için aynı durum söz konusudur. Bu iki etkinlikte öğretmen adaylarının tamamının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesi, problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

ÇF etkinliğinde ise bir öğretmen adayının ölçüt 1 ve sekiz öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinde problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergilediği görülmektedir. K6'nın etkinlikte verilen ve farklı çözüm yolları üzerine düşünmeye yönlendirmeyi amaçlayan yönergeye vermiş olduğu cevap aşağıda verilmiştir:

*K6 : Daha ayrıntılı bir model oluşturulabilir sonuçta. Mesela biz 4,27 alabilirdik ama biz 4,3 aldık.*

Görüldüğü gibi K6, etkinlikte verilen bağlama çözüm getirmek için oluşturulan matematiksel modelden farklı bir modelde oluşturulabileceğini dile getirmekte ve yeni matematiksel modelin değişkenlere ait niceliklerin sadeleştirilerek oluşturulabileceğini belirtmektedir. Ancak bu görüşe E4 yeterliği bağlamında bakıldığında, yeni oluşturulacak modelin farklı bir model olmaktan ziyade sadeleşmiş bir model olduğu görülmektedir. Dolayısıyla K6 ölçüt 1 seviyesinde problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergilemektedir.

TÜFE etkinliğinde ise durumun pek değişmediği yine ölçüt 1 seviyesinde problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergileyen bir, ölçüt 0 seviyesinde ise sekiz öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının TÜFE etkinliğinde farklı çözüm yollarını düşünmeye yönlendirmek amaçlı verilen yönerge üzerine yapmış oldukları tartışmalar aşağıda verilmiştir:

*K1 : Oluşturulabilir. Arkadaşlarımız şimdi şakır şakır bizden farklı şeyler yapmış olmalılar.*

*K2 : Açıklayınız diyor.*

*K1 : Oluşturulabilir mi? Açıklayınız diyor, K4 ne diyeyim?*

*K4 : Oluşturulabilir.*

*K1 : Açıkla.*

*K2 : Neyi farklı yapmış olabilirler yani? Bizden farklı ne yapmış olabilirler?*

*K5 : Düşünceleri tamamen farklı olabilir.*

*K1 : Yani düşün.*

*K2 : Neyi farklı olabilir? Bence oluşturulamaz ya.*

*K1 : Nasıl oluşturulamaz? Şimdi bak gör bizden o kadar farklı şeyler bulacaklar ki mesela her problem için farklı.*

Görüldüğü gibi öğretmen adayları farklı çözüm yollarının olabileceğinin farkındadır. Ancak problemi çözmek için diğer yollar üzerine ve sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını üzerine düşünmemektedirler. Dolayısıyla bu öğretmen adayları ölçüt 0 seviyesinde problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergilememektedir.

TKİ etkinliğinde tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliğe sahip olduğu görülmektedir. Bu etkinlikte öğretmen adaylarının tamamının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesi, problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

HA etkinliğinde ise neredeyse tüm öğretmen adaylarının ölçüt 0 seviyesinde problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliğine sahip olduğu görülmektedir. Bir öğretmen adayı dışında tüm öğretmen adaylarının problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesinin sebebi sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergilememelerinden kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan K1, farklı çözümlerin olabileceğine yönelik fikirlerini aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

*K1 : Biz daha yaratıcı bir şey bulalım boş verin.*

*Araş. : Bakışa göre değişir yani.*

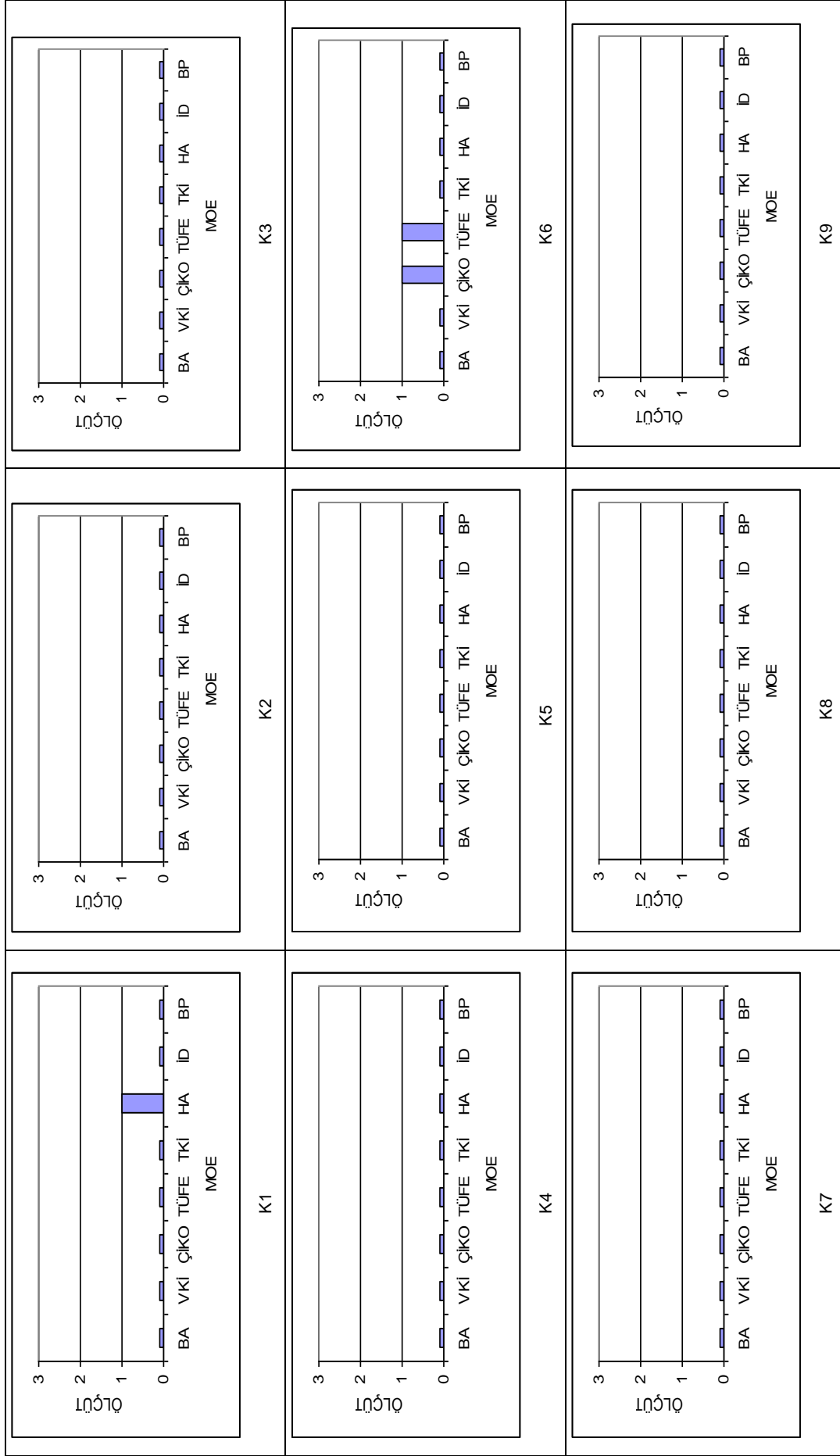
*K1 : Kolay yoldan gitmeyelim.*

Görülüyor ki K1 farklı çözüm yollarının olabileceğinin farkında ve bunun üzerinde düşünmeye isteklidir. Ancak grup arkadaşlarının aynı matematiksel model üzerine çalışmaları devam ettirmelerinden dolayı, sonucun nasıl farklı bir şekilde oluşturulacağına dair fikirler geliştirmemektedir. K1'in bu yeterlik için ölçüt 1 seviyesinde değerlendirilmesinin sebebi ise bu durumdur.

İD etkinliğinde ve bireysel projelerde de tüm öğretmen adaylarının problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterlik ölçütlerinin ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. İD etkinliği ve bireysel proje sunumlarında araştırmacı öğretmen adaylarına problemi çözmek için başka yolların olup olmadığını veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını sormuştur. Ancak bazı öğretmen adayları farklı çözüm yolları üzerine düşünmediklerini dile getirirken bazı öğretmen adaylarının ise farklı çözüm yolları üzerine düşündüklerini ancak nasıl olabileceğini bulamadıklarını belirtmektedir. Bu yüzden İD etkinliği ve bireysel projelerde öğretmen adaylarının tamamının ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesi, problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergilememelerinden kaynaklanmaktadır.

Öğrenme ortamına dahil olmayan üç öğretmen adayının verilen MOE'ler üzerinde yapmış oldukları çalışmalar genel olarak incelendiğinde ise, tüm öğretmen adaylarının çalışmaları bu yeterlik için ölçüt 0 bağlamında değerlendirilmektedir. Araştırmacının "Farklı bir çözüm yolu daha olabilir mi?" sorusuna K10 ve K11, zaten tek çözüm yolu bulamadıklarını belirterek bu problemlere çözüm bulmanın çok zor olduğunu dile getirmektedir. K12 ise farklı bir yol düşünmediğini dile getirmektedir. Dolayısıyla öğretmen adayları bu yeterlik bağlamında geçerli herhangi bir çalışma yürütmemekte ve öğretmen adaylarının E3 alt-yeterlikleri ölçüt 0 olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E4 yeterlik ölçütlerinin süreç içindeki dağılımını gösteren Grafik 20 genel olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının süreç başlangıcı, süreç boyu ve süreç sonunda bu yeterlik ölçütlerinin büyük ölçüde ölçüt 0 seviyesinde olduğu görülmektedir. Sadece ÇF ve TÜFE etkinliklerinde birer öğretmen adayının ölçüt 0 seviyesinden farklı olarak ölçüt 1 seviyesinde E4 yeterliği sergilediği dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının E4 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştığımızda E4 alt-yeterliği ile ilgili pek fark olmadığı görülmektedir. Bu da E4 alt-yeterliğinin matematiksel modelleme deneyiminden doğrudan etkilenmediğinin ve gelişime oldukça dirençli olduğunun göstergesidir.

Bu çalışmada grup çalışmaları bireysel olarak analiz edildiğinden, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki E4 yeterliklerinin dağılımını görmenin yanında, incelenmesi gereken önemli bir husus da bireysel alt-yeterlik dağılımının nasıl olduğudur. Bu bağlamda öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların, analitik puanlama anahtarındaki ölçütlere göre süreç içindeki durumu Şekil 91’de verilmiştir.



Şekil 91. Öğretmen adaylarının E4 alt-yeterliğine yönelik göstermiş oldukları bireysel performansların süreç içindeki dağılımı

Şekil 91 incelendiğinde tüm öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları BA etkinliğinde E4 alt-yeterliği sergilemediği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise E4 alt-yeterliğine yönelik çalışmaların oldukça az ve düşük ölçütte olduğu görülmektedir. Bireysel fırsatlar verildiğinde (BP'lerde) ise K4 bireysel bir proje oluşturmadığından ölçüt 0 seviyesinde E4 alt-yeterliğine sahip olarak değerlendirilmiştir. Ölçüt 0 olarak değerlendirilen diğer öğretmen adaylarının ise bireysel projeler geliştirmelerine rağmen E4 yeterliği bağlamında herhangi bir çalışmada bulunmamıştır. Bu da öğrenme ortamının E3 alt-yeterliğinin gelişimin tasarlanan öğrenme ortamından etkilenmediğini ve bu yeterliğin gelişime oldukça dirençli olduğunu göstermektedir.

Bu bölümde sunulan bulgular incelendiğinde E yeterliği ile ilgili genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Çünkü E yeterliğine ait E1, E2, E3 ve E4 alt-yeterlikleri etkinlikler bağlamında farklı ölçütlerde değerlendirilmekte ve süreç içinde farklı dağılım göstermektedir.

## 5. TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde, matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi içerdikleri alt-yeterlikler bağlamında ele alınarak, tasarlanan öğrenme ortamında MOE'ler üzerinde yürütülen süreçler kapsamında tartışılacaktır. Her ne kadar bu çalışmanın amacı matematiksel modelleme sürecini etkileyen faktörlerin belirlenmesi olmasa da, süreç içinde bazı alt-yeterliklerin öğrenme ortamındaki çeşitli değişkenlerden etkilendiği görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada tasarlanan öğrenme ortamında öğretmen adaylarının yeterliklerinin incelenmesi amaçlandığından, öğrenme ortamında hangi faktörlerin yeterlikleri işe koşmada yardımcı olduğu hangi faktörlerin yardımcı olmadığı belirlenmesi öğrenme ortamının etkililiğini artırmak açısından önemlidir. Bu bağlamda ilerleyen bölümde alt-yeterliklerin süreç içindeki gelişimine yönelik tartışma tasarlanan öğrenme ortamında matematiksel modelleme alt-yeterliklerini etkileyen faktörleri de içerecek şekilde yürütülecektir.

### 5. 1. Gerçek Problemi Anlama ve Gerçeğe Dayalı Bir Model Oluşturma Yeterliğine İlişkin Tartışma

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan A1 yeterlikleri incelendiğinde, ilk olarak karşılaştıkları BA etkinliğinde bu yeterliği düşük ölçütlerde gerçekleştirdikleri görülmektedir. Ancak BA etkinliğinden sonra yapılan sınıf tartışmasıyla ayak izini etkileyen birçok faktör olduğu ortaya çıkmış ve bu faktörlerin tamamını içeren bir ilişkinin oluşturulmasının oldukça zor olduğuna karar verilmiştir. Dolayısıyla sınıf tartışması öğretmen adaylarının varsayımlar yapmanın gerekliliğini anlamalarına destek verir niteliktedir. İkinci olarak sunulan VKİ etkinliğinde ise bu yeterliğin iyi ölçütlerde sergilendiği dikkat çekmektedir. Bu yeterliğin ikinci haftada oldukça iyi seviyede görülmesinin sebebi ise bir önceki hafta sunumlar üzerine yapılan sınıf tartışması ve VKİ etkinliğinde verilen yönergelerdir. Bu etkinlik öğretmen adaylarını varsayımlarda bulunmaya yönlendirecek yönergeler içermektedir. Çünkü bu çalışmada bütüncül bir yaklaşım benimsenmiş ve öğretmen adaylarına matematiksel modelleme süreci ve yeterlikler hakkında bilgi verilmeden süreç yönergelerle yaşatılarak alt-yeterlikler kazandırılmaya çalışılmıştır. Buradan anlaşılacağı gibi öğretmen adayları ilgili yönergelerle karşılaştıklarında varsayımlarda bulunma yeterliği sergileyebilmektedir. ÇF etkinliğinde is az sayıda da olsa bazı öğretmen adaylarının varsayımları belirlemede fikirlerini beyan etmedikleri ya da beyan ettikleri fikirlerin problem durumu ile ilgili olmadığı yani yeterliklerinin ölçüt 0'da olduğu görülmektedir. Aslında bu

etkinlik için bu durum pek de şaşırtıcı değildir. Çünkü bu etkinliğin amacı gerekli verilerin sayısal olarak verildiği tek bir durumu yorumlayarak basit özgün model oluşturmaktır. Yani öğretmen adayları gerçek bir durumdan ziyade matematiksel bir durum ile karşı karşıyadır. Öğretmen adaylarına gerçek durumla ilgili çeşitli varsayımlar yapılmış ve bu doğrultuda matematiksel durum verilmiştir. Dolayısıyla gerçek durum ile ilgili yapılabilecek yeni varsayımlar oldukça sınırlıdır. TÜFE etkinliğinde varsayımda bulunma yeterliğinin oldukça düşük olmasının sebebinin ise öğretmen adaylarının etkinlik bağlamı ile ilgili bilgi ve deneyimlerinin eksik olması olduğu söylenebilir. Çünkü etkinlik bağlamı enflasyon, tüketici fiyat endeksi gibi ekonomi terimlerini içermekte ve bu terimler öğretmen adaylarına oldukça korkutucu gelmektedir. Her ne kadar etkinliğe başlamadan önce öğretmen adaylarına bağlam ile ilgili terimleri açıklayan bir video izletilse ve internetten istedikleri bilgileri araştırma fırsatı verilse de öğretmen adayları bağlamı yorumlamada ve açıklamada oldukça güçlük çekmektedir. Bu da matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasında bağlamın etkili olduğunun göstergesidir. HA etkinliğinde de aynı durum söz konusudur. Benzer şekilde MOElerin bağlamı matematiksel modelleme sürecinin yürütülmesinde önemli rol oynadığını vurgulayan bir çok çalışma mevcuttur (Örn., Busse 2001'den aktaran Maaß, 2006; Busse ve Kaiser, 2003; Galbraith ve Stillman 2001; Şen-Zeytun, 2013). Bağlamın sadece motive etmekle kalmadığı, bazen çok fazla bilgi ya da kurulan duygusal bir bağ ile problemi çözmekten uzaklaştırabileceği vurgulanmaktadır (Busse 2001'den aktaran Maaß, 2006; Galbraith ve Stillman 2001). Van den Heuvel-Panhuizen (1999) öğrencilere kendilerini verilen durum içinde hayal edebilmelerini sağlayacak etkinliklerle bu durumun aşılabileceğini belirtmektedir. Diğer taraftan öğrencilerin tanıdığı bağlamların gömülü olduğu etkinliklerin kullanımının her zaman öğrencilerin çözüm için girişimlerini destekleyici olmadığı ve özellikle değerlendirmede zorluklar yaratacağı vurgulanmaktadır. Bu sonuca zıt olarak Maaß (2006) ise öğrencilere yaşattığı matematiksel modellemeye yönelik deneyimden sonra verilen bağlamlara uzak olsalar dahi matematiksel modellemede başarılı olduğunu belirtmektedir. Maaß (2006) tarafından ortaya koyulan bu sonucun, bu çalışmadan elde edilen bulgular ve literatürde yer alan araştırma sonuçları ile farklılık göstermesinin sebebi ise daha ayrıntılı çalışmalar ile ortaya koyulabilir.

A1 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A1 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının A1 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de değerlendirildiği diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Oysaki



öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarına sunulan MOEler A1 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayacak niteliktedir. Öğretmen adaylarının A1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların varsayımda bulunma çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da A1 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının A1 alt-yeterliğinin gelişiminde oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Literatürde bu yeterliğin deneyimden kaynaklı gelişim gösterdiğine dair benzer sonuçlara ulaşmak mümkündür (Bukova-Güzel, 2011).

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içinde problem durumunu sadeleştirme yeterlikleri incelendiğinde, etkinliklerde çalışırken bir öğretmen adayının problem durumunu sadeleştirme diğer öğretmen adaylarının da bu sadeleştirmeyi kabul ederek matematiksel modelleme sürecine devam etmesine neden olmaktadır. Bu durum ise herhangi bir varsayımda bulunamayan öğretmen adaylarının da ilerleyen süreçlere dahil olmasına ve ilerleyen yeterliklerinin gelişimine olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla grup çalışmasının A2 yeterliğine yönelik çalışmalar yürütmeyen öğretmen adaylarının bu yeterlikteki eksikliklerini tamamlayarak sürecin geri kalanına devam ettikleri söylenebilir. Bu bağlamda matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde grup çalışmasının önemli olduğu söylenebilir. Benzer şekilde yapılan çalışmalar grup çalışmasının matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişiminde etkili olduğu vurgulanmaktadır (Maaß, 2006). TÜFE etkinliğinde A2 yeterlik ölçütlerinin ölçütlerin oldukça düşük olduğu hatta ilk durumdan daha da düşük ölçütte görüldüğü, ileriki etkinliklerde ise diğer etkinliklere göre bir artışın olduğu ancak süreç sonunda oldukça yüksek ölçütte olduğu görülmektedir. Bu durumdan anlaşılmaktadır ki TÜFE etkinliğinin bağlamı öğretmen adayları için anlaması ve sadeleştirme güç bir bağlamdır. Yani bağlam bu yeterliğin ortaya çıkmasında oldukça önemlidir.

A2 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A2 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının ise verilen MOEler üzerinde çalışırken A2 yeterliği kapsamında, iki öğretmen adayının ölçüt 1, bir öğretmen adayının ise ölçüt 2 seviyesinde çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu alt-yeterlikle ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının bireysel çalışma sürecindeki durumu ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların durumu sadeleştirme çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da A2 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim

gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının A2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Problem için varsayımda bulunma ve durumu sadeleştirme yeterlikleri problemin olası durumlarını ve kısıtlamalarını belirlemeyi gerektirmektedir (Jonassen, 1997) ve bu süreç bilişsel emek isteyen bir süreçtir (Blum ve LeiB, 2007). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde matematiksel modelleme alt-yeterliklerini ayrı ayrı ele almasa da öğrencilerin basit sadeleştirmeler yaptığı dolayısıyla basitleştirme yeterliklerinin beklenen düzeyde olmadığını, benzer şekilde bağlam ile ilgili varsayımda bulunma yeterliklerinin düşük olduğunu vurgulamaktadır (Örn., Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Ikeda, 1997; Şen-Zeytun, 2013). Bu bağlamda alt-yeterlikler bağlamında bütüncül olarak bir yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamının literatürce belirlenen bu eksiklikleri gidermede arzulanan seviyede olmasa da etkili olduğu söylenebilir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının herhangi bir eğitim alamadan durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterlik ölçütlerinin iyi seviyede olması, gerçek yaşam bağlamlarını iyi şekilde yorumlayabilme yeterliklerine sahip olduğunu göstermektedir. İlerleyen etkinliklerde A3 yeterliğinin bazı etkinliklerde ölçüt 3 seviyesinde çıkmamasının sebebinin bu etkinliklerin bağlamlarının öğretmen adaylarına karmaşık gelmiş olduğu söylenebilir. Çünkü durumu etkileyen nicelikleri ölçüt 3 seviyesinde belirlemek ve bunları isimlendirmek için öncelikle bağlama hakim olmak ve değişkenler ile bağlam arasındaki ilişkileri kurabilmek gerekmektedir. Bir bireyin bağlam hakkında ayrıntılı bilgiye ve deneyime sahip değilse bağlamı etkileyen değişkenleri belirlemede zorlanması beklenen bir sonuçtur. TKİ etkinliğinde ise A3 yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adayı sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise öğretmen adaylarının sadece etkinlikte verilen değişkenlere yoğunlaşmış olmasıdır. Diğer bir ifadeyle bu etkinlikte bağlama uygun olarak birkaç değişkene ait veriler verilmiş ve öğretmen adayları da diğer değişkenleri düşünmek yerine bu değişkenlere odaklanmışlardır. Bu durum etkinliğin yapısının durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterliklerini sınırladığının göstergesi olarak değerlendirilebilir. Diğer taraftan HA etkinliğinde ise bazı öğretmen adayları okuduklarını anlamakta güçlük yaşamışlardır ve bu bağlamda bu etkinlik için A3 yeterliğinin düşük seviyede olmasının sebebinin düşük okuma becerileri olarak değerlendirilebilir. Maaß (2006) da benzer şekilde öğrencilerin yazılanları anlamadıklarında verilen durumu da anlayamadıklarını dolayısıyla model oluşturmada zorluk yaşadıklarını belirtmektedir. Ayrıca bazı öğretmen adaylarının süreç içindeki çalışmaları durumu etkileyen değişkenleri belirleme ve isimlendirme yeterliklerinin inanca bağlı olduğunu göstermektedir. Çünkü bazı öğretmen adayları geçmiş etkinliklerde zorlandıklarını ve sonuçta geçerli olmayan bir model oluşturduklarını dile getirmekte, dolayısıyla bu probleme uygun değişkenleri de

belirleyemeyeceklerini düşündüklerini belirterek sürece aktif olarak katılmak istemediklerini ifade etmektedirler. Bu durum bu yeterliğin olumsuz inançtan olumsuz şekilde etkilendiğini göstermektedir.

A3 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A2 alt-yeterlik ölçütlerinin 2'den 0'a doğru azaldığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının A3 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, birer öğretmen adayının ölçüt 0, 2 ve 3'de değerlendirildiği görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olan ve olmayan öğretmen adaylarının A3 yeterlikleri karşılaştırdığımızda, bu yeterliğin öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarında daha iyi seviyede ortaya çıktığı görülmektedir. Yani tasarlanan öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adayları, dahil olanlardan daha iyi ölçütte durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme yeterliklerine sahiptir. Bunun sebebinin ise, öğrenme ortamının öğretmen adaylarına matematiksel modellemeye yönelik deneyim kazandırırken, öğretmen adaylarını direkt model oluşturmaya yönelik anahtar değişkenlere odaklanmaya teşvik etmesi olduğu düşünülmektedir. Çünkü öğrenme ortamında yapılan tartışmalar süresince, uygun olmayan matematiksel modellemelerin uygun olmayan anahtar değişkenlerin ele alınmasından kaynaklı olduğu dikkat çekmiştir. Bu bağlamda öğrenme ortamına katılan öğretmen adayları tüm değişkenlere odaklanmak yerine, bağlamla ilgili zihinsel temsilleri sonucunda ortaya çıkan anahtar değişkenlere odaklanmışlar, diğer değişkenler üzerinde düşünmemişlerdir. Öğrenme ortamının A3 alt-yeterliğine yönelik sürecin önemli olmadığına yönelik bir inanç geliştirdiği söylenebilir. Bu da A3 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyimle her zaman desteklenmediğini, tasarlanan öğrenme ortamının A3 alt-yeterliğini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterlikleri incelendiğinde, BA etkinliğinden VKİ etkinliğine geçişte durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme yeterliğindeki artış dikkat çekicidir. Ancak bu olumlu ve hızlı görünen değişimin VKİ etkinliğinde durumu etkileyen anahtar değişkenleri içeren bir matematiksel modelin verilmiş olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. İD etkinliğinde ise A4 yeterliğinin ya ölçüt 0 ya da ölçüt 3 seviyesinde çıkmasının sebebi ise her iki grupta da bağlama yakın bir öğretmen adayı olduğundan, diğer öğretmen adaylarının kendilerine uzak gelen bu konuyu, konuya yakın olan arkadaşlarına bırakmaları ve anahtar değişkenleri belirleme sürecine dahil olmamalarıdır. Dolayısıyla bağlamla ilgili deneyime sahip olmayan öğretmen adayları İD etkinliğinde matematiksel modelleme yeterliklerini sergilemekte diğer öğretmen adaylarına nazaran geride

kalmışlardır. Bu da bağlamı yorumlamada dolayısıyla model oluşturmak için anahtar değişkenleri belirleme yeterliği için bağlamın önemini göstermektedir.

A4 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A4 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının A4 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, iki öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 1'de değerlendirildiği bir öğretmen adayının çalışmalarının ise ölçüt 2 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının A4 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların A4 alt-yeterliğine yönelik çalışmalarda daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da A4 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının A4 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterlikleri incelendiğinde, matematiksel modelleme ile ilgili her hangi bir deneyime sahip olmadan da bu yeterliğe yönelik davranışlar sergiledikleri görülmektedir. BA etkinliğinde eğitim almadan bu yeterliklerin iyi seviyede ortaya çıkmasının sebebinin, öğretmen adaylarının bağlamla ilgili gerçek gözlemlerde bulunma imkanı bulmaları ve etkinlik bağlamının bilinmeyen ve uzak olan terimler içermemesi ve düzeyinin öğretmen adayları için kolay olması olduğu düşünülmektedir. Ancak ikinci etkinlikte VKİ etkinliğinde A5 yeterlik seviyesinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi ise VKİ etkinliğinde durumu etkileyen anahtar değişkenler arası ilişkilerin verilmesinden dolayı öğretmen adaylarından değişkenler arası ilişkileri belirlemekten ziyade ilişkilerin verildiği modeli yorumlamalarının istenmesidir. VKİ etkinliğindeki asıl amaç verilen bir matematiksel modeli yorumlayabilecek ve sadeleştirmeler yaparak daha kullanışlı hale getirebilecek yeterliklerin gelişimini sağlamaktır. Başka bir deyişle, etkinliğin tümdengelimli olması değişkenler arası ilişki kurmaya müsait değildir. Dolayısıyla bu etkinlikte ortama dahil olan öğretmen adaylarının değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma yeterliklerinin görülmemesi veya düşük seviyede görülmesi "etkinlik yapısının" A5 yeterliğinin ortaya çıkmasında etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum ise MOElerinin Lesh ve arkadaşları (2000) tarafından tanımlanan bazı özellikleri sağlamamasının bazı alt-yeterliklerin ortaya çıkmasını etkilediğini göstermektedir. Ayrıca ÇF etkinliğinde A5 yeterliğinin düşük seviyede çıkması, bu etkinlikte durumu etkileyen anahtar değişkenlerin belirlenememesine, yani bu bağlam için anahtar değişkenleri belirleme yeterliğinin düşük

ölçütte olmasına bağlıdır. Buradan matematiksel modelleme süreci ile ilgili ön yeterliklerin ortaya çıkmamasının sonraki yeterliklerin ortaya çıkmasını engellediği görülmektedir. Bu sonuca paralel sonuçlar bazı araştırmalarda yer almaktadır. Örneğin, Bukova-Güzel (2011) yeterli olmayan varsayımda bulunma yeterliğinin matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasında etkili olan diğer yeterliklerin sergilenmesine olumsuz etki ettiğini belirtmektedir.

A5 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A5 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının A5 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, iki öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 1'de değerlendirildiği diğer öğretmen adayının ise ölçüt 2 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının A5 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da A5 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının A5 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme yeterlikleri incelendiğinde, matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir deneyime sahip olmadan da bu yeterliğe sahip oldukları görülmektedir. Ancak ÇF etkinliğinde tüm öğretmen adaylarının A6 yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde olması dikkat çekmektedir. Bunun sebebi ise bu etkinlikte problem çözümü için gerekli tüm bilgilerin verilmiş olmasıdır. Bu yüzden öğretmen adayları bu etkinlikte verilen problem durumu için gerçek dünyadan verilmeyen herhangi bir bilgiye ihtiyaç duymamaktadır. Benzer şekilde TKİ ve HA etkinliklerinde tüm öğretmen adaylarının A6 yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde görünmesi bu etkinliklerin yapısından kaynaklanmaktadır. Çünkü bu etkinliklerde de problem durumuna çözüm getirebilecek uygun bilgiler verilmiştir. Öğretmen adayları problem durumuna cevap getirebilmek için yeni bilgilere ihtiyaç duymadıklarından, bu durum üzerinde çalışmamış dolayısıyla da A6 yeterliği sergilememişlerdir. Yani bu MOEler A6 alt-yeterliğini ortaya çıkarmak için uygun etkinlikler değildir. Bu bağlamda A6 alt-yeterliğinin süreç içindeki gelişimi diğer etkinlikler göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. A6 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayan MOElerdeki çalışma ölçütleri incelendiğinde ise bu yeterlik ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve ölçütler 0'dan 3'e doğru artmaktadır. BA etkinliği ilk etkinlik

olmasına rağmen ölçüt 2 ve 3 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının olması dikkat çekmektedir. Bu durum ise öğretmen adayların matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir deneyime sahip olmasalar dahi A6 alt-yeterliklerini arzulan seviyede olmasa da sergileyebildiklerini göstermektedir.

A6 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe MOElerin alt-yeterlik üzerinde çalışmaya imkan sağlayıp sağlamadığına bağlı olarak öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A6 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının A6 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, iki öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 1'de değerlendirildiği diğer öğretmen adayının ise ölçüt 3 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının A6 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da A6 alt-yeterliğinin arzulan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının A6 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının MOEler üzerinde çalışırken ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterlikleri incelendiğinde, VKİ, ÇF etkinliklerinde iyi, TÜFE, TKİ ve HA etkinliklerinde düşük seviyede olmasının sebebi ÇF ve VKİ etkinliklerinin yapılandırılmış (yani alt-yeterliklere yönelik yönergeler içeren), TÜFE, TKİ ve HA etkinliklerin ise daha az yapılandırılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca A7 yeterliğin düşük seviyede ortaya çıktığı etkinlikler öğretmen adaylarına uzak ve karmaşık gelen bağlamlar içermektedir. Bu etkinliklerde öğretmen adayları her ne kadar bu bağlamlar ile ilgili araştırma yapma fırsatı bulmuşsa da bağlamı anlamakta zorluklar yaşamıştır. Dolayısıyla bağlamda verilen durum ile ilgili ve ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterliklerinin düşük olması doğal bir sonuç olarak görülmektedir. Bazı öğretmen adaylarının verilen bağlam ile ilgili deneyimlere sahip olduğu İD etkinliğinde ölçüt 3 seviyesinde problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme yeterliği sergileyen öğretmen adaylarının olması da bunu doğrular niteliktedir. Çünkü İD etkinliği ile ilgili sınıf tartışmalarında, bazı öğretmen adaylarının karaciğeri etkileyen bir ilaç kullandığı ve bu nedenle de sıkıntılar yaşadığını ve ilaç dozunun rutin yapılan test sonuçlarına göre belirlendiğini dile getirmiştir. Bu öğretmen adayları ilaç dozunun ayarlanmasına etki eden değişkenlerden ve maksimum / minimum dozlardan haberdardır. Dolayısıyla model oluşturmada arkadaşlarını yönlendiren nitelikte olup ilgili ve ilgisiz bilgileri belirlemede önemli rol üstlenmektedir. Yani bağlam ile ilgili deneyim A7 yeterliğinin ortaya çıkmasında bağlam ile ilgili deneyim önemlidir. Ayrıca

öğretmen adaylarının TÜFE etkinliği üzerinde çalışırken problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme üzerine yapmış oldukları çalışmalarda, bir önceki hafta ÇF etkinliğine yönelik yapılan sınıf tartışması sonucu, gerçek durumlarda karşımıza çıkan ve durumla ilgili her bilginin problemi çözmek için ilgili bir bilgi olmayacağını öğrendiklerini dile getirmiş ve bu doğrultuda bilgileri sorgulamaya yönelik çalışmalar yürütmüşlerdir. Buradan da öğretmen adaylarının A7 yeterliklerinin matematiksel modelleme sınıf tartışmalarından etkilendiği söylenebilir. Benzer şekilde matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi için sınıf tartışmalarının önemli olduğunun vurgulayan çalışmalar mevcuttur (Maaß, 2006).

A7 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının A7 alt-yeterlik ölçütlerinin 0 ve 1'den 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının A6 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 2'de değerlendirildiği diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Oysaki öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarına sunulan tüm MOEler A7 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayacak niteliktedir. Öğretmen adaylarının A7 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da A7 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının A7 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

## **5. 2. Gerçek Modelden Bir Matematiksel Model Oluşturma Yeterliğine İlişkin Tartışma**

Öğretmen adaylarının ilgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme yeterlikleri üzerine çalışmaları incelendiğinde, bu yeterliğin süreç içinde tüm etkinliklerde hemen hemen aynı seviyede olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin ise B1 yeterliğinin gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçiş yapılmasını sağlayan bir yeterlik olmasından dolayı bu iki dünya arasındaki geçişe olanak sağlayan matematiksel modelleme ile ilgili deneyime sahip olmamanın, gelişimini yavaşlattığı düşünülmektedir. Benzer şekilde birçok çalışmada alt yeterlikler ayrı ayrı ele alınmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyimin matematiksel modelleme yeterliklerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (örn., Borromeo-Ferri ve Blum, 2011; Özer-Keskin, 2008).

B1 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B1 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan

öğretmen adaylarının B1 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, birer öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 0, 1 ve 3'de değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının B1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da B1 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının B1 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterlikleri süreç içinde incelendiğinde, BA etkinliğinde B2 alt-yeterliğinin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Bu oldukça dikkat çeken bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü öğretmen adaylarının BA etkinliğinde az da olsa önceki alt-yeterliklere yönelik davranış sergilediği görülmektedir. Ancak B2 alt-yeterliği sergilememektedirler. Bu durumun ise öğretmen adaylarının gerçek yaşam bağamlarını Busse (2005) tarafından tanımlanan gerçeklik bakış açısıyla ele alarak gerçek model oluşturabildikleri ancak bütünleştirici bir bakış açısıyla gerçek modellerini matematiksel modellere dönüştüremediklerini göstermektedir. Gerçek yaşam bağamlarını bütünleştirici bakış açısıyla ele almanın matematiksel modelleme süreciyle doğrudan ilgili olduğu düşünüldüğünde, matematiksel modelleme deneyiminin B2 yeterliği için önemli olduğu söylenebilir. Çünkü matematiksel modelleme ile ilgili bir deneyimi olmayan öğretmen adayları gerçek dünyadan matematik dünyasına geçiş ile ilgili bir deneyime sahip değildir. Dolayısıyla bu yeterliklere sahip olmaması beklenen bir durumdur. VKİ etkinliğinde B2 yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde olmasının sebebi ise bu etkinlikte bağlama etki eden nitelik ve nicelikler arasındaki ilişkilerin matematikselleştirilerek verilmiş olmasıdır. Çünkü bu etkinliğin amacı ilgili nitelikler ve nicelikler arası verilen ilişkilerin yorumlanarak kullanışlı hale getirilebilmesine yönelik yeterliklerin kazandırılmasıdır. Dolayısıyla bu etkinlikte öğretmen adaylarının değişkenler arasındaki ilişkileri matematikselleştirmeye yönelik yeterlik sergilememiş olması beklenen bir durumdur.

B2 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B1 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 2 ve 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının B2 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, birer öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 0, 1 ve 3'de değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının B2 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da



B2 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının B2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Matematiksel modellemeye yönelik yapılan çalışmalar her ne kadar matematiksel modelleme yeterliklerini alt-yeterlikler bağlamında ayrı ayrı ele almasa da öğrencilerin gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçişte zorluklar yaşadığı belirtilmektedir (Örn., Bukova-Güzel ve Uğurel, 2010; Şen-Zeytun, 2013). Gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçişte ise B1 ve B2 alt-yeterlikleri oldukça önemlidir. Bu bağlamda literatürde belirtilen gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçişteki zorlukların ortadan kaldırılmasında alt-yeterliklere odaklı bütüncül bir yaklaşımla tasarlanan bu öğrenme ortamının etkili olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının B3 yeterliklerine üzerine yapmış oldukları çalışmalar incelendiğinde, BA etkinliğinde B3 yeterliklerinin ölçüt 0 seviyesinde olmasının sebebi öğretmen adaylarının matematiksel bir model oluşturamamış olmalarıdır. Bu ise matematiksel modelleme yeterliklerinin birbirini etkilediğinin, dolayısıyla matematiksel modellemeye yönelik deneyimin matematiksel modelleme yeterliklerini etkilediğinin göstergesidir. VKİ etkinliğinde de B3 yeterliği düşük olan öğretmen adaylarının, ilerleyen etkinliklerde bu yeterliğinin gelişiminde, önceki etkinliklerde sınıf tartışmasıyla yapmış oldukları bağlamdan bağımsız sadeleştirmelerin gerçekten uzak sonuçlar doğurduğunu görmeleri etkili olmuştur. B3 yeterliğinin HA etkinliğinde hiç görülmemesinin sebebi ise bu etkinliğin amacının üssel modelleme gerektiren gerçek yaşam bağlamlarının farkına varılmasını sağlamak olmasıdır. Bu amaç doğrultusunda bu etkinlikte öğretmen adaylarının gerçek bağlamı yorumlamaya odaklanmalarını sağlamak amacıyla verilerin sade olarak verilmesi tercih edilmiştir. Yani öğretmen adayları bu etkinlikte niceliklerin sadeleştirilmesine ihtiyaç duymamaktadır. Dolayısıyla bu etkinlikte gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme yeterliklerinin ortaya çıkmaması olası bir durumdur. Diğer taraftan süreç içinde B3 yeterlik ölçütlerinin arzulanan seviyede olmasa da gelişim göstermesi, ancak süreç sonunda yine bu yeterliğin neredeyse hiç görülmemesinin sebebi ise karşılaştıkları etkinlik ve bağlamın yapısıdır. Niceliklerin karmaşık olarak karşılaşıldığı etkinliklerde öğretmen adayları gerektiğinde B3 yeterliği sergilerken, bunu gerektirmeyecek bağlamlarda ise bu yeterliği sergilememektedir. Bu durum öğretmen adaylarının bu yeterliğe sahip olmadığını göstermektedir denilemez. Yani bağlamın yapısı dolayısıyla tasarlanan etkinliklerin yapısı önemlidir.

B3 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B3 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Ancak artışın süreç içindeki etkinlikler boyunca olmaktan çok ÇF, TKİ, İD ve BP etkinliklerinde olduğu dikkat çekmektedir. Bunun

sebebi ise bu etkinliklerde oluşturulan matematiksel modellerin diğerlerinden daha karmaşık bir yapıda olması ve matematiksel modeli problem çözümünde ilk haliyle kullanmanın oldukça zor olmasıdır. Yani etkinliklerde geliştirilen modeller B3 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasını etkilemektedir. B3 alt-yeterliğinin grup çalışmalarından ziyade B1lerde daha iyi ölçütte olmasının sebebi de, öğretmen adaylarının bireysel olarak oluşturdukları matematiksel modellerle bireysel problemlerine çözüm üretebilmek adına, matematiksel modeli kullanışlı hale getirme ihtiyacı duymalarından kaynaklanmaktadır. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının B3 alt-yeterlikleri incelendiğinde ise, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de değerlendirildiği diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Bu yeterlik için ölçüt 3 olarak değerlendirilen öğretmen adayı, B1 ve B2 alt-yeterlikleri de ölçüt 3 olan öğretmen adaydır. B1 ve B2 alt-yeterlikleri düşük olan öğretmen adayları, değişkenler arası ilişkileri matematiksel olarak ifade edemediklerinden, niceliklere yönelik sadeleştirmeler üzerine çalışma fırsatı bulamamıştır. Bu durum B3 alt-yeterliğinin, ön alt-yeterliklerden etkilendiğini göstermektedir. Ortama dahil olmayan öğretmen adaylarının B3 alt-yeterliği ile ilgili durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, B3 alt-yeterlik ölçütlerinin farklı olmadığı söylenebilir. Bu da B3 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime doğrudan bağlı olmadığını, tasarlanan öğrenme ortamının B3 alt-yeterliğinin gelişimine doğrudan etki sağlamadığını göstermektedir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan B4 yeterlikleri incelendiğinde, süreç içinde gelişimin düşük olduğu, süreç sonunda bireysel projelerde azımsanmayacak sayıda öğretmen adayının yeterlik ölçütünün ölçüt 0 olması dikkat çekmektedir. Bu durumun sebebi öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel modelleri sadeleştirmek yerine karmaşık halde kullanmayı tercih etmeleridir. Oysaki öğrenme ortamında grup çalışmaları ile oluşturulan matematiksel modeller üzerine yürütülen sınıf tartışmalarında sıkça modellerin kullanışlı hale getirilmesinin önemine vurgu yapacak tartışmalar yürütülmüştür. Ancak öğretmen adayları model oluşturmanın yeterli olduğunu dile getirerek, modelleri sadeleştirmeyi yeteri kadar değerli görmemektedir.

B4 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B4 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Ancak artışın süreç içindeki etkinlikler boyunca olmaktan çok B1lerde olduğu dikkat çekmektedir. B4 alt-yeterliğinin grup çalışmalarından ziyade B1lerde daha iyi ölçütte olması, öğretmen adaylarının bireysel olarak oluşturdukları matematiksel modellerle bireysel problemlerine çözüm üretebilmek

adına, matematiksel modeli oluşturan ilişkileri sade hale getirme ihtiyacı duymalarından kaynaklanmaktadır. K6, K7 ve K8'in ise bu ihtiyacı neredeyse tüm MOElerde duymaktadır. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının B4 alt-yeterlikleri incelendiğinde ise, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de değerlendirildiği diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Bu yeterlik için ölçüt 3 olarak değerlendirilen öğretmen adayı, B1 ve B2 alt-yeterlikleri de ölçüt 3 olan öğretmen adaydır. B1 ve B2 alt-yeterlikleri düşük olan öğretmen adayları, değişkenler arası ilişkileri matematiksel olarak ifade edemediklerinden, ilişkilere yönelik sadeleştirmeler üzerine çalışma fırsatı bulamamıştır. Bu durum B4 alt-yeterliğinin, ön alt-yeterliklerden etkilendiğini göstermektedir. Ortama dahil olmayan öğretmen adaylarının B4 alt-yeterliği ile ilgili durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, B4 alt-yeterlik ölçütlerinin farklı olmadığı söylenebilir. Bu da B4 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime doğrudan bağlı olmadığını, tasarlanan öğrenme ortamının B4alt-yeterliğinin gelişimine doğrudan etki sağlamadığını göstermektedir. Literatürde en başarılı modelin problem durumuna uygun olarak öğretmenin desteği ya da onayına ihtiyaç duymadan, çözümlerin gerçeğe ve matematiğe uygun ve kullanışlı olan model olduğunu ifade edilmektedir (Charberlin ve Moon, 2006). Bu bağlamda bir modelin kullanışlı olmasının önemli olduğu düşünüldüğünde, tasarlanan bu öğrenme ortamının kullanışlılık açısından önemli olan B4 yeterliğini desteklemediği söylenebilir.

Öğretme adaylarının çalışmaları sürecinde B5 alt-yeterliğine yönelik yapmış oldukları çalışmalar incelendiğinde, BA ve VKİ etkinliklerinde B5 yeterliklerinin görülmediği dikkat çekmektedir. BA etkinliğinde B5 yeterliğinin görülmemesinin sebebi öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik bir deneyime sahip olmadıklarından dolayı model oluşturamadıkları dolayısıyla bu yeterliğe yönelik davranış sergilemedikleridir. VKİ etkinliği incelendiğinde bu etkinliğin amacı verilen matematiksel modelin yorumlanması ve kullanışlı hale getirilebilmesidir. Bu amaç doğrultusunda bu etkinlikte gerçek dünyadaki ilişkiler matematikselleştirilerek uygun gösterimler ile oluşturulan matematiksel model verilmiştir. Dolayısıyla VKİ etkinliğinde tüm öğretmen adaylarının uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme yeterliği sergilememeleri, bu etkinlikte matematiksel modelin verilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan HA etkinliğinde bazı öğretmen adayları durumu etkileyen değişkenler arası ilişkilerin farkındadır. Ancak bu ilişkileri ifade eden uygun matematiksel modelleme olan üssel modelleme ile ilgili deneyime sahip olmadıklarından, farklı gösterimlerle ilişkileri belirlemeye çalışmaktadırlar. Bu durum ise HA etkinliğinde B5

yeterliğinin düşük seviyede çıkmasına neden olmaktadır. Yani matematiksel deneyimin B5 yeterliğini etkilediği söylenebilir.

B5 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının B5 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 2 ve 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının B5 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, sadece bir öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de değerlendirildiği diğer öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Oysaki öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarına sunulan MOEler B5 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayacak niteliktedir. Öğretmen adaylarının B5 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da B5 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının B5 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. İlgili literatür incelendiğinde de B yeterliğine ait alt-yeterlikler ayrı ayrı değerlendirilmese de, gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçişte matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip öğrencilerin olmayanlara göre daha iyi olduğuna yönelik sonuçlar mevcuttur (Ji, 2012; Braun, 2014).

### **5. 3. Oluşturulan Matematiksel Model ile Matematiksel Problemleri Çözme Yeterliğine İlişkin Tartışma**

Tasarlanan öğrenme ortamında buluşsal stratejiler kullanma yeterliğine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, İD ve bireysel projeler hariç C1 yeterliğinin çoğunlukla görülmediği dikkat çekmektedir. BA etkinliğinde öğretmen adaylarının buluşsal stratejiler kullanma yeterliğine sahip olmamalarının sebebi problem çözümü için bir matematiksel model oluşturamamalarından kaynaklı matematiksel model ile problem çözümü için stratejiler kullanma aşamasına geçememiş olmalarıdır. VKİ etkinliğinde ise verilen matematiksel modeli kullanışlı hale getirmek için nicelikleri çeşitlendirerek birimler arası dönüşümler yapma gibi buluşsal bir strateji problem çözümü için kolaylık sağlayacakken, öğretmen adayları bu stratejiyi ancak araştırmacının yönlendirmesi ile kullanabilmiştir. Dolayısıyla bu etkinlikte de öğretmen adaylarının buluşsal stratejiler kullanma yeterlikleri ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmiştir. TÜFE ve TKİ etkinliklerine yönelik yapılan sınıf tartışmalarında da buluşsal stratejilere yönelik tartışmalar yürütülmüş olmasına rağmen, öğretmen adaylarının yine de bu yeterliğe yönelik yeterlik sergilemedikleri dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel model ile problemleri

çözerken buluşsal stratejiler kullanma yeterliklerinin süreç sonunda istenilen ölçüte ulaşmamasının, matematiksel modelleme sürecinin zorlayıcı yapısından dolayı modeli direkt kullanmayı tercih etmelerinden ve buluşsal stratejilere önem vermediklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

C1 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının C1 alt-yeterlik ölçütlerinin süreç ilerledikçe pek değişim göstermediği, süreç sonuna doğru ise ölçütlerin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının C1 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, birer öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 0, 1 ve 3'de değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının C1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da C1 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının C1 alt-yeterliğinin gelişiminde arzulanan seviyede olmasa da etkili olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterlikleri incelendiğinde, tüm öğretmen adaylarının BA etkinliğinde ölçüt 0 seviyesinde değerlendirilmesinin nedeni, öğretmen adaylarının verilen bağlama çözüm üretebilecek matematiksel model oluşturamamış olmalarıdır. Yani matematiksel modelleme sürecinin ön basamakları C2 yeterliğinin ortaya çıkmasında önemlidir. Öğrenme ortamının ilk etkinliklerinden olan VKİ etkinliğinde ise, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili deneyimlerinin oldukça kısıtlı olduğu düşünüldüğünde, problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliğinin çok hızlı şekilde gelişim gösterdiği görülmektedir. VKİ etkinliğinin amacı verilen matematiksel modeli yorumlama ve kullanışlı hale getirme yeterliklerinin gelişimini sağlamaktır. Bu etkinlikte verilen matematiksel model, problemi çözmek için değerlerin yerine yazılarak kolayca probleme çözüm getirilebilecek bir modeldir. Dolayısıyla bu yeterlik gelişiminin oldukça hızlı olması VKİ etkinliğinde bağlama uygun verilen matematiksel modelin kullanımının öğretmen adayları için oldukça kolay olmasıdır. Süreç sonunda ise yine de problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterlik ölçütlerinin düşük olduğu dikkat çekmektedir. Bu ise bireysel projelerde genel olarak doğrusal modeller oluşturulurken yapılan hatalardan kaynaklanmaktadır. Bu ise matematiksel bilginin C2 yeterliğini etkilediğini göstermektedir. Literatürdeki çalışmalar alt-yeterlikleri ayrı ayrı ele almasa da bu sonuca paralel olarak matematiksel bilginin matematiksel modelleme yeterliklerini etkilediğini vurgulamaktadır

(Çiltaş, 2011; Eraslan, 2012; Grünewald, 2012; Maaß, 2006; Sağırılı-Özturan, 2010; Şen-Zeytun, 2013).

C2 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının C2 alt-yeterlik ölçütlerinin süreç ilerledikçe pek değişim göstermediği, süreç sonuna doğru ise ölçütlerin 0'dan 2 ve 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının C2 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, birer öğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 0, 1 ve 3'de değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının C2 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da C2 alt-yeterliğinin arzulan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının C2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

#### **5. 4. Matematiksel Sonuçları Gerçek Durumlarda Yorumlama Yeterliğine İlişkin Tartışma**

Öğretmen adaylarının matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliklerine yönelik süreç içindeki çalışmaları incelendiğinde, süreç başlangıcındaki BA etkinliğinde bu yeterliğe sahip olmadıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının D1 yeterlik ölçütlerinin VKİ etkinliğinde diğer etkinliklere göre yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi, öğretmen adaylarının bu etkinlik ile ilgili gerçek yaşam bağlamına oldukça aşina olmalarıdır. Çünkü bu etkinlik bireylerin kendi fizyolojisi ile ilgilidir. Gerçek bağlam ile ilgili oldukça deneyime sahip öğretmen adayları elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek bağlamda yorumlama eğilimine girmektedir. Ancak TÜFE ve TKİ etkinlik bağlamlarında kendi yaşamları ile ilgili bir durum değildir. Dolayısıyla elde edilen matematiksel sonuçların gerçek yaşamda geçerli olup olmadığı matematiksel sonuçlara bakarak bağlamdan bağımsız şekilde yorumlanamamaktadır. Başka bir deyişle öğretmen adayları gerçek bağlamla ilgili doğrudan deneyimlere sahip olmadıklarından, matematiksel sonuçların gerçek bağlamda doğru olup olmadığını bağlamla ilgili araştırma yapmadan görememektedir. Benzer durum İD etkinliğinde de geçerlidir. İD etkinliğinde verilen duruma bizzat maruz kalan öğretmen adayları ve yakın arkadaşları, durum ile ilgili gerçek yaşam deneyimine sahip olduklarından dolayı elde ettikleri matematiksel sonuçların gerçek bağlamda ne ifade ettiğini bilmekte ve bu doğrultuda yorumlar yapmaktadır. Yani bağlam ile ilgili gerçek yaşam deneyimleri D1 yeterliğinin ortaya çıkmasında önemlidir.

D1 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan ğretmen adaylarının D1 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 3'e doğru arttığı görülmektedir. ğrenme ortamına dahil olmayan ğretmen adaylarının yürüttüğü MOEler D1 alt-yeterliğine yönelik çalışmalara imkan sağlayacak nitelikte olsa da, sadece bir ğretmen adayının çalışmalarının bu yeterlik bağlamında ölçüt 3'de değerlendirildiği diğer ğretmen adaylarının ise ölçüt 0'da değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının D1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan ğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da D1 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının D1 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuca paralel olarak matematiksel modellemeye yönelik deneyimin, elde edilen sonuçların gerçek yaşamda ne anlama geldiğini sorgulamada etkili olduğu sonucuna ulaşan çalışmalara rastlanmaktadır (Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013; Blum, 2011). Ancak tam tersi sonuçlar da mevcuttur. Öğrencilerin, matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip olsalar dahi deneyim sonucunda matematiksel sonuçları gerçek dünyada yorumlamakta zorlandıklarını belirten çalışmalar da mevcuttur (Bokova-Güzel, 2011; Blum, 2011; iltaş ve Işık, 2013; Ji, 2012; Maaş, 2006, zer-Keskin, 2008; Sekerak, 2010; şen-Zeytun, 2013). Bu bağlamda Zebiek ve Conner (2006) ise yorumlama yeterliğinin düşük olmasının, yorumlamanın bilinçaltı bir eylem olduğunu ve her zaman açıkça ifade edilmediğinden kaynaklandığını düşünmektedir. Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) ise ğretmen adaylarının matematiksel modelleme döngüsünü takip ederek MOEler üzerinde çalışmalarını sağlamanın, doğrulama yeterliğini ortaya çıkardığını ifade etmektedir. Bu çalışmada ise görülmektedir ki, matematiksel modellemeye yönelik detaylı teorik bilgi verilmeden, matematiksel modelleme sürecine yönelik alt-yeterlikler dikkate alınarak yönergelerle, yapılandırılmıştan yapılandırılmamışa doğru bir sırada kazanılan deneyimlerin arzulanan seviyede olmasa da D1 alt-yeterliğinin geliştirilmesinde katkı sağlamaktadır. Üstelik bu çalışmada matematiksel modelleme döngüsüne yönelik bilişsel sürecin, teorik bilgiye bağımsız şekilde ğretmen adayları tarafından gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

ğrenme ortamına dahil olan ğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterlikleri incelendiğinde, BA etkinliğinde tüm ğretmen adaylarının özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliklerinin, etkinlik bağlamına uygun matematiksel model geliştirmediklerinden dolayı genelleme aşamasına geememelerinden

kaynaklandığı görülmektedir. Ancak VKİ etkinliğinde bu yeterliğin ölçüt 0 olarak değerlendirilmesinin sebebi ise bu etkinlikte zaten bağlama uygun genel bir matematiksel modelin verilmesi dolayısıyla öğretmen adaylarının bu doğrultuda bir çalışma yapmaya ihtiyaç duymamalarıdır. Yani etkinliğin yapısı yeterliklerin gözlenmesi açısından önemlidir. Diğer taraftan ÇF, TÜFE ve TKİ etkinliklerinde özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yapmaya yönlendiren yönergeler mevcut olduğundan, öğretmen adayları genellemeler yapabilmek üzerine çalışmalar yürütmektedir. Ancak HA etkinliğinde genelleme yapmaya yönlendirecek bir yönerge bulunmamaktadır ve öğretmen adayları da özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme üzerine çalışmalar yürütmemektedir. Her sınıf tartışmasında genellemenin önemi tartışılması ve vurgulanmasına rağmen öğretmen adaylarının D2 yeterlikleri sergilemedikleri ya da az öğretmen adayının bu yeterliği sergilediği görülmektedir. Buradan denilebilir ki etkinliklerdeki alt-yeterliklere yönergeler yeterliklerin ortaya çıkarılması açısından önemlidir.

D2 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının D2 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan daha iyi ölçütlere doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının yürüttüğü MOEler D2 alt-yeterliğine yönelik çalışmalara imkan sağlayacak nitelikte olsa da, tüm öğretmen adaylarının bu yeterliğinin ölçüt 0'da değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının D2 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da D2 alt-yeterliğinin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının D2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

## 5. 5. Çözümü Doğrulama Yeterliğine İlişkin Tartışma

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan çözümler üzerine yansımalar yapma yeterlikleri incelendiğinde, matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir eğitim almadan E1 yeterliklerine sahip olmadıkları görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E1 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak E1 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 2 ve 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının E1 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, tüm öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Oysaki öğrenme ortamına dahil olmayan



öğretmen adaylarına sunulan MOEler E1 alt-yeterliğinin ortaya çıkmasına imkan sağlayacak niteliktedir. Öğretmen adaylarının E1 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da E1 alt-yeterliğinin arzulan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının E1 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma yeterlikleri incelendiğinde, matematiksel modellemeye yönelik herhangi bir eğitim almadan E2 yeterliklerine sahip olmadıkları görülmektedir. E1 yeterliğine paralel olarak öğrenme ortamında tüm sınıf tartışmalarında bulunan çözümler üzerine yansımalar yapmanın önemi tartışılmakta ve etkinliklerin neredeyse tamamında E2 yeterliğine yönelik yönergeler yer almasına rağmen öğretmen adaylarının bu yeterliklerinin gelişiminin yeterli olmadığı görülmektedir. BA etkinliği ilk etkinlik olması bakımından ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen adaylarının sayısı oldukça fazladır. Diğer etkinliklere doğru etkinliklerin doğasına bağlı olarak ölçütlerin dağılımı 1 ve 2'ye doğru artmaktadır. Süreç sonunda ise (İD ve BPlerde) E2 alt-yeterliği ölçüt 0 olan öğretmen adaylarının sayısı fazla olsa da, ölçüt 0'dan daha iyi olan öğretmen adaylarının da olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebinin ise E1 yeterliğindeki benzer durumlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının E2 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe etkinliklerin doğasına ve öğretmen adaylarının grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak E2 alt-yeterlik ölçütlerinin 0'dan 2 ve 3'e doğru arttığı görülmektedir. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının yürüttüğü MOEler E2 alt-yeterliğine yönelik çalışmalar imkan sağlasa da, bu öğretmen adaylarının E2 alt-yeterlikleri incelendiğinde de, tüm öğretmen adaylarının çalışmalarının ise ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının E2 alt-yeterliği ile ilgili bu durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, öğrenme ortamına dahil olanların bu alt-yeterliğe yönelik çalışmalarında daha yeterli oldukları söylenebilir. Bu da E2 alt-yeterliğinin arzulan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının E2 alt-yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Literatür incelendiğinde modellemeye yönelik deneyim sağlanmasına karşın, öğrencilerin eleştirel değerlendirmeler yapmada zayıf olduğuna ancak deneyime sahip olamayanlardan daha

iyi olduklarına dair sonuçlara rastlanmaktadır (Ji, 2012; Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013). Bu sonuçlar bu çalışmada E2 alt-yeterliğine yönelik elde edilen sonuçlara paralel niteliktedir. Diğer taraftan *çözümü doğrulama* yeterliğinin alt-yeterlikleri ayrı ayrı ele alınmasa da literatürde öğrencilerin çözümlerinin doğruluğuna inanarak test etme gereği duymadıklarına, problem durumu için çözümlerin doğruluğunu ve hesaplama hatalarını kontrol etmediklerine yönelik sonuçlara ulaşan çalışmalar oldukça fazladır (Örn., Blum ve Ferri, 2009; Blum ve LeiB, 2009; Galbraith ve Stillman, 2006; MaaB, 2006; Şen-Zeytun, 2013). Şen-Zeytun (2013) ve Blum ve Ferri (2009) bu durumun öğrencilerin çözümleri doğrulama işinden eğitmenin sorumlu olduğunu düşünmelerinden kaynaklandığını belirtmektedir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, süreç içinde verilen MOEler üzerinde çalışırken ortaya çıkan çözümler durum ile tutarlı değilse modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme yeterlikleri incelendiğinde, başlangıçta bu yeterliğe sahip olmadıkları görülmektedir. BA etkinliğindeki sınıf tartışmasında karşılaşılan bazı durumlarda çözüm sürecine tekrar gidilmesi gerektiği ortaya çıkarılmıştır. VKİ etkinliğinde E3 yeterliği ortaya çıkmaktadır. VKİ etkinliğinde E3 yeterliğinin ortaya çıkmasının bir nedeni bu etkinliğin bu yeterliğe yönelik üzerinde çalışmayı gerektirecek yönergeler içermesidir. ÇF ve TÜFE etkinliklerinde ise E3 yeterliğinin ortaya çıkmamasının sebebinin öğretmen adaylarının genellikle çözümleri üzerine yeterli eleştirel kontroller yapmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak tüm etkinliklerde E3 yeterliğinin düşük ölçütte olmasının sebebi budur. Çünkü çözümlerin gerçek durum ile tutarlılık seviyesinin gerçek bağlam için önemli olup olmadığına dair eleştirel kontroller yapmayan öğretmen adayları, kişisel fikirlerine göre iki durum arasındaki farkın az olduğuna karar vermektedir. Bu doğrultuda da çözümlerin gerçek durum ile tutarlı olduğunu kabul etmekte bu yüzden de matematiksel modelleme sürecini gözden geçirme ihtiyacı hissetmemektedir. Yani ön yeterlikler E3 yeterliğini etkilemektedir.

E3 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe pek değişim göstermediği görülmektedir. Bu ise öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel modeller üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapmamalarından kaynaklanmaktadır. Modellerini doğrulamak için herhangi bir faaliyette bulunmayan öğretmen adayları modeldeki eksiklikleri görememekte dolayısıyla da matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme gereği duymamaktadırlar. Bunun en güzel göstergesi olarak VKİ etkinliğinde ortaya çıkan E3 alt-yeterliği gösterilebilir. Öğretmen adaylarının günlük yaşamdan oldukça aşikâr olmaları, VKİ etkinliğine yönelik geliştirdikleri modelden elde ettikleri sonuçların yorumlanacağı bağlamı da aşikâr

kılmakta, dolayısıyla da öğretmen adayları gerçeğe uymayan sonuçları kolayca görebilmektedir. Bu da matematiksel modelleme sürecinin gözden geçirilmesine olanak kılmaktadır. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının E3 alt-yeterlikleri incelendiğinde ise, tüm öğretmen adaylarının çalışmalarının ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Ortama dahil olmayan öğretmen adaylarının E3 alt-yeterliği ile ilgili durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, E3 alt-yeterlik ölçütlerinin farklı olmadığı söylenebilir. Bu da E3 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime doğrudan bağlı olmadığını, tasarlanan öğrenme ortamının E3 alt-yeterliğinin gelişimine doğrudan etki sağlamadığını göstermektedir. Literatür incelendiğinde ise matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip öğretmen adaylarının modeli sorgulayarak gerekirse matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçtiklerini belirten çalışma sonuçlarının olduğu görülmektedir (Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013). Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) bu sonuca, modelleme döngüsünün takip edildiği MOEler üzerindeki çalışmalar bağlamında matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirerek ulaşmıştır. Bu ise E3 yeterliğinin ortaya çıkmasında bir modelleme döngüsünün takip edilmesinin etkili olup olmadığı sorusunu getirmektedir. Çünkü modelleme döngüsü “modelin doğrulanması” basamağını da içermektedir. Bu durum öğretmen adaylarını E3 alt-yeterliğine yönelik çalışmalar yürütmeye yönlendirebilir.

Süreç içinde E4 yeterliklerine yönelik çalışmalar incelendiğinde, nerdeyse tüm etkinliklerde E4 yeterliği üzerinde çalışmaya yönelik yönergeler bulunsa da sadece ÇF ve TÜFE etkinliklerinde sadece bir öğretmen adayının bu yeterliğe yönelik çalışmalar yürüttüğü görülmektedir. Ancak bu çalışmalarının oldukça düşük ölçütte gerçekleştirdiği unutulmamalıdır. Hemen hemen her MOE farklı çözümlere olanak sağlamak ve her etkinlik için öğrenme ortamında farklı gruplar tarafından farklı modeller geliştirilmiş olsa da öğretmen adaylarının bu durumu hayretle karşılamalarına rağmen farklı çözüm yolları üzerine düşünme eğilimi göstermedikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının bazı etkinliklerde problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği sergilememesi, o etkinlik için bir çözüm getirecek matematiksel modele dahi ulaşamamaları iken, bazı etkinliklerde de o etkinlik için zaten bir matematiksel modeli oluşturmanın zor olduğu, ikinci bir model için istek duymamalarından kaynaklanmaktadır. Bazen ise etkinliğin farklı çözüm yollarına fırsat verecek yapıda olmamasıdır. Örneğin öğretmen adayları BA etkinliğindeki problem durumuna çözüm getirebilecek bir matematiksel model oluşturamadıklarından farklı çözüm yolları üzerinde düşünme fırsatı bulamamıştır. Bu ön yeterliklerin E4 yeterliğini etkilediğinin bir göstergesidir. VKİ etkinliğinde ise problem durumuna çözüm getirecek

matematiksel model etkinlik içerisinde verildiğinden öğretmen adayları yönergeler doğrultusunda bu matematiksel modeli kullanışlı hale getirmeye yoğunlaştığından problem durumuna çözüm getirecek farklı matematiksel modeller oluşturma üzerine çalışmalar yürütmemiştir. Bu etkinliğin yapısının E4 yeterliğinin ortaya çıkmasında etkili olduğunun göstergesidir. Bazı etkinliklerde ise öğretmen adaylarını farklı çözüm yollarını düşünmeye yönlendiren yönergelerle farklı çözüm yollarına yönlendirilmelerine rağmen bu yönergelere cevap vermemişlerdir. Bunun sebebinin ise öğretmen adaylarının model oluşturma sürecinin zor ve uzun süre gerektiren bir süreç olduğuna ve tek yolla çözüme ulaşmanın yeterli olduğuna yönelik düşüncelere sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Özdemir ve Üzel (2013), problem durumunun belirsizliğinin öğrencilere zor geldiğini belirtmekte ve bu durumun da model oluşturmada zorluklar ortaya çıkardığını belirtmektedir. Öğretmen adayları tek bir çözüm yolunu yeterli görmekte, farklı çözüm yollarıyla uğraşmaya ihtiyaç duymamaktadır. Bu ise matematiksel modelleme sürecine değer vermenin E4 yeterliğini etkilediğinin göstergesidir. Literatürde MOEler üzerinde çalışırken farklı çözüm yollarının düşünülmediğine yönelik benzer sonuçlara ulaşan çalışmalar mevcuttur. Örneğin Dowlath (2008) öğretmen adaylarının MOEleri çözmek için farklı stratejiler olduğunu bilmelerine rağmen, çözüm için en çok alışkın oldukları stratejiyi kullandıklarını belirtmektedir.

E4 alt-yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi genel ve bireysel olarak incelendiğinde, süreç ilerledikçe pek değişim göstermediği görülmektedir. Bu ise öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini uzun bulmalarından ve model oluşmayı zor bir süreç olarak görerek bir matematiksel model ile yetinmelerinden kaynaklanmaktadır. Öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının E4 alt-yeterlikleri incelendiğinde ise, tüm öğretmen adaylarının çalışmalarının ölçüt 0 bağlamında değerlendirildiği görülmektedir. Ortama dahil olmayan öğretmen adaylarının E4 alt-yeterliği ile ilgili durumunu ortama dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimleri ile karşılaştırdığımızda, E4 alt-yeterlik ölçütlerinin farklı olmadığı söylenebilir. Bu da E4 alt-yeterliğinin matematiksel modellemeye yönelik deneyime doğrudan bağlı olmadığını, tasarlanan öğrenme ortamının E4 alt-yeterliğinin gelişimine doğrudan etki sağlamadığını göstermektedir. Benzer şekilde literatürde öğrencilerin farklı çözüm yolları üzerinde düşünmediklerine yönelik vurgulamalar yapan çalışmalar mevcuttur (Örn., Dowlath, 2008; Şen-Zeytun, 2013).

Öğrenme ortamında tüm sınıf tartışmalarında bulunan çözümler üzerine doğrulamalar yapmanın önemi tartışılmakta ve etkinliklerin neredeyse tamamında E3 ve E4 alt-yeterliklerine yönelik yönergeler yer almasına rağmen öğretmen adaylarının bu yeterliklerinin gelişiminin dirençli olduğu görülmektedir. Çözümü doğrulama yeterliğine

ilişkin alt-yeterliklerin az gelişmelerinin veya gelişime dirençli olmalarının genel olarak, öğretmen adaylarının öğrenimleri boyunca problem çözme becerilerine yönelik deneyimler yaşamış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Problem çözme matematik öğretim programlarında sıkça vurgulanan bir beceridir (MEB, 2009a, 2009b, 2011, 2013). Bu beceri problemi anlama, çözüm için plan yapma, çözümü uygulama ve değerlendirme basamaklarını içermektedir (Baki, 2008). Bu süreçte bireyler bir probleme çözüm üretebilmek için kısıtlı olarak verilen bir duruma ait tüm verilere problem içinde net bir şekilde ulaşarak tek bir çözüme ulaşmaya odaklanırlar. Bu yaşantılara sahip öğretmen adayları verilen probleme çözüm getirmek için ise tek bir cevaba ulaşmanın yeterli olduğu inancına sahiptirler. Matematiksel modelleme süreci, problem çözme süreciden farklı olarak matematiksel sonuçlarla gerçek sonuçlara ulaşma ve sonuçları gerçek bağlamlarda yorumlama ve doğrulama basamaklarını içermektedir. Öğretmen adayları öğretim programları gereği problem çözmeye yönelik daha çok deneyime sahipken, öğretim programlarında yer alan oldukça yeni bir yeterlik olan matematiksel modelleme yeterliğine yönelik neredeyse hiçbir deneyime sahip değildirler. Öğretmen adaylarının tek ve kesin bir sonuç bulmaya yönelik problem çözme deneyimlerinden kaynaklı geliştirdikleri inançlar dikkate alındığında, bu direncin beklenen bir durum olduğu görülmektedir.

## 5. 6. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Doğasına İlişkin Tartışma

Önceki bölümlerdeki tartışmalar genel olarak incelendiğinde, matematiksel modelleme etkinliklerinin içerdiği bağlamların ve matematik dışı bilgilerin alt-yeterliklerin ortaya çıkmasında etkili olduğu görülmektedir. Birçok çalışma sonucunda matematiksel modelleme yeterlikleri alt-yeterlikler bağlamında ele alınmış olmasa da genel olarak matematiksel modelleme yeterliklerinin etkinliğin içerdiği bağlamdan ve matematik dışı bilgiden etkilendiği ifade edilmektedir (Borromeo-Ferri, 2006; Busse, 2011; Busse ve Kaiser, 2003; Galbraith ve Stillman, 2006; Stillman, 2012; Van den Heuvel-Panhuizen, 1999). Bu sonucun tersine Maaß (2006) ise yapmış olduğu çalışmaya katılan tüm düşük seviyedeki ortaokul öğrencilerinin bilinen ve bilinmeyen bağlamlarda matematiksel modellemede nitelikli hale geldiğini belirtmektedir. Maaß (2006), yürütmüş olduğu çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerini, yazılı testler ve yazılı ödevler ile değerlendirmektedir. Bu çalışmada ise matematiksel modelleme yeterlikleri MOEler üzerinde yapılan çalışmaların ayrıntılı analizi ile değerlendirilmiştir. Dolayısıyla değerlendirme yönteminin de matematiksel modelleme yeterliklerin ortaya çıkarılmasında etkili olduğu söylenebilir. Benzer şekilde çalışma sonucunda MOE'nin gerektirdiği matematiksel bilginin yeterliklerin gelişiminde etkili olduğu görülmektedir. Bu sonuca

paralel olarak birçok çalışma sonucunda da alt-yeterlikler bağlamında ele alınmış olmasa da genel olarak matematiksel modelleme yeterliklerinin etkinliğin içerdiği matematiksel bilgiye yönelik eksiklikten etkilendiği sıkça ulaşılan sonuçlardan biridir (Çıltaç, 2011; Eraslan, 2012; Grünewald, 2012; Maaß, 2006; Sağırılı-Özturan, 2010; Şen-Zeytun, 2013). Berry (2002) ise öğrencilerin MOEler üzerinde çalışırken yeterlik ve bilgilerinin üzerinde bir matematik ile model oluşturmaya çalıştıklarını belirtmektedir. Bu zıt sonuçların hangi sebeplerden kaynaklı olduğu belirlemek için zorluklara odaklı ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Alt-yeterliklerin süreç içindeki gelişimi incelendiğinde genel olarak gelişim gösterdikleri ancak gelişimin doğrusal olmadığı görülmektedir. Literatür incelendiğinde Kaiser (2007) tarafından da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Kaiser (2007) matematiksel modelleme yeterlikleri mikro-düzeyde bir yaklaşımla ve süreç başında, arasında ve sonunda yazılı testler sonucunda değerlendirmiştir. Benzer şekilde bütüncül bir yaklaşımla matematiksel modelleme yeterliklerini ana yeterlikler bağlamında değerlendiren Biccard (2010) ve Kösa ve Aydın-Güç (2014) de yeterlik gelişimin süreç içinde farklılaştığı sonucuna ulaşmıştır. Buradan, matematiksel modelleme yeterlikleri ister mikro-düzeyde isterse bu çalışmada olduğu gibi bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilsin, gelişimin doğrusal olmadığı görülmektedir. Çünkü matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin ortaya çıkmasında MOElerin içeriği, bağlamı, kapsamı, karmaşıklık düzeyi gibi değişkenler etkisi büyüktür. Tüm bunlar dikkate alındığında matematiksel modelleme yeterliğinin bir çok değişkenden etkilenen oldukça karmaşık bir yapı olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada öğretmen adaylarına her alt-yeterliğe yönelik deneyim kazandırmak amacıyla alt-yeterliklere yönelik çalışmalara imkan sağlayacak yönergeler içeren MOElerle uzun süreli yaşantılar düzenlense de B3, B4 alt-yeterliklerinin gelişimin doğrudan ortama bağlı olmadığı, E3 ve E4 alt-yeterliklerin gelişime oldukça dirençli olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Huang (2011), matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamında bazı alt-yeterliklere yönelik yeterliklerin düşük düzeyde geliştiği ve matematiksel modelleme yeterliğinin uzun zaman gerektiren ve çok pratik isteyen bir yeterlik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Özdemir ve Üzel (2013) de matematiksel modellemeye yönelik deneyim yaşatılmasına rağmen, matematiksel modelleme öğretimi ve öğrenimin oldukça zor olduğunu belirtmektedir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çok çalışmada bir üst yeterliğe yönelik alt-yeterlikler bu üst yeterliğin bileşenleri olarak ele alınmış ve modelleme yeterlikleri bileşenlerin ölçüt olarak kabul edildiği puanlama anahtarları ile değerlendirilmiştir (Örn., Bukova-Güzel, 2011; Biccard 2010; Huang, 2011; Korkmaz, 2010; Kösa ve Aydın-Güç, 2014). Yani matematiksel modelleme yeterlikleri

değerlendirilirken hep üst yeterliklere odaklanılmaktadır. Böyle bir yaklaşım matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin incelenmesini engellemektedir. Bu durum doğal olarak üst yeterliklerin varlığının alt-yeterliklerin varlığı olarak değerlendirildiği izlenimi yaratmaktadır. Bu ise üst yeterliklerin alt-yeterliklerin toplamı olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak bu çalışma gösteriyor ki üst yeterliklerin ortaya çıkması bu üst yeterliğe ilişkin alt-yeterliklerin her birinin varlığını gerektirmemektedir. Örnek vermek gerekirse tasarlanan öğrenme ortamında *gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma* yeterliğine ait A1, A2, A3, A4, A5, A6 ve A7 alt-yeterliklerin süreç içerisinde gelişimi incelendiğinde, bu alt-yeterliklerin etkiliklerin doğasına bağlı olarak aynı etkinliklerde farklı ölçütlerde ortaya çıktığı görülmektedir. Özel bir durum olan BA etkinliği üzerinde açıklamak gerekirse, öğrenme ortamına dahil olan K1'in bu etkinlikteki A1 alt-yeterliği ölçüt 0, A2 alt-yeterliği ölçüt 0, A3 alt-yeterliği ölçüt 2, A4 alt-yeterliği ölçüt 1, A5 alt-yeterliği ölçüt 1, A6 alt-yeterliği ölçüt 0 ve A7 alt-yeterliği ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Bu durum ise A yeterliğine ait alt-yeterliklere bakılarak, A yeterliğine yönelik genellemeler yapılmasının doğru olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) alt-yeterliklerin hangi ölçütte gerçekleştiğini ele almasa da, aynı yeterliğe dair bazı alt-yeterliklerin ortaya çıkarken bazılarının ortaya çıkmadığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Zöttl (2010) de matematiksel modelleme yeterliklerinin varlığının, otomatik olarak genel matematiksel modelleme yeterliğinin varlığını içermediğini vurgulamaktadır (aktaran Grünewald, 2012).

Öğretmen adaylarının tüm etkinlikler boyunca yürütmüş oldukları çalışmalar incelendiğinde, bazı anahtar alt-yeterliklerin iyi düzeyde sergilenmesinin diğer alt-yeterlikleri tolere edebildiği görülmektedir. Bu bağlamda A1 alt-yeterliğinin anahtar bir alt-yeterlik olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecindeki çalışmaları incelendiğinde MOE'lerde verilen geniş kapsamlı bağlamlara yönelik çeşitli varsayımlarda bulanamayan öğretmen adaylarının diğer yeterlikleri sergileyemedikleri görülmektedir. A2 alt-yeterliğinin ise anahtar bir alt-yeterlik olmadığı söylenebilir. Çünkü bu alt-yeterlik kapsamında yürütülen sadeleştirme çalışmaları basitleştirme çalışmalarına kayarsa bağlamı temsil edecek güçlü gerçek modeller yerine yine bağlamı temsil edecek basit gerçek modeller elde edilir. Dolayısıyla bu alt-yeterliğe yönelik yürütülen çalışmalar oluşturacak gerçek modelin bağlamı temsil etme derecesiyle ilgilidir. A3 alt-yeterliğinin de anahtar bir alt-yeterlik olmadığı söylenebilir. Bu alt-yeterlik de A2 alt-yeterliği gibi gerçeğe daha yakın gerçek modeller üretebilmek adına önemlidir. A4 alt-yeterliği ise A3 alt-yeterliğini tolere edebilecek bir alt-yeterlik olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğretmen adayları durumu etkileyecek değişkenlerin tamamını A3 alt-yeterliği kapsamında belirlemese de, A4 alt-yeterliği kapsamında anahtar değişkenleri belirledikleri takdirde

gerçek modeller oluşturabilirler. A5 alt-yeterliğinin anahtar alt-yeterliklerden olduğu söylenebilir. Çünkü bu alt-yeterlik kapsamında çalışan öğretmen adayları belirlemiş oldukları anahtar değişkenlere uygun olacak şekilde gerçek ilişkileri belirleyerek gerçek modeller kurarlar. Gerçek modeller ise matematiksel modellere rehber niteliktedir. A6 ve A7 alt-yeterliklerinin de anahtar alt-yeterlikler olduğu söylenebilir. Çünkü A6 alt-yeterliği kapsamında ulaşılabilir bilgilere yönelik araştırmalar yapılarak anahtar değişkenler belirlenmektedir. Bu araştırmalar sırasında anahtar değişkenler dışında bir çok değişkene ait bilgilere ulaşmak da mümkündür. Dolayısıyla A7 alt-yeterliği kapsamında hangi bilgilerin gerçek durumla ilgili hangilerinin ilgisiz olduğunun belirlenmesi gerçeği temsil etme açısından oldukça önemlidir.

Gerçek modellerden matematiksel modellere geçiş için gerekli olan B1 ve B2 alt-yeterlikleri anahtar alt-yeterliklerdendir. Çünkü A yeterliği kapsamında oluşturulan gerçek modelleri, gerçek dünyadan matematiksel dünya taşırken bu alt-yeterliklerin işe koşulması gerekmektedir. Bu alt-yeterlik kapsamında gerçek değişkenler matematiksel olarak ifade edilir ve gerçek ilişkiler matematikselleştirilir. B3 ve A4 alt-yeterliklerinin ise anahtar alt-yeterlikler olmadığı söylenebilir. Bu alt-yeterlikler kapsamında yürütülen çalışmalar oluşturulan matematiksel modellerin daha kullanışlı hale getirilmesiyle ilgilidir. Dolayısıyla bu alt-yeterlikler kapsamında herhangi bir çalışma yürütülme de diğer alt-yeterliklerin gerçekleştirilmesiyle matematiksel modelleme döngüsü tamamlanabilir. B5 alt-yeterliğinin anahtar bir alt-yeterlik olduğu söylenebilir. Bu alt-yeterlik kapsamında yürütülen çalışmalar belirlenen matematiksel ilişkileri uygun matematiksel gösterimlerle temsil etmeyi gerektirir. Doğru ilişkilerin uygun olmayan matematiksel gösterimlerle temsil edilmesi, matematiksel modelin kalitesine zarar verecektir. Dolayısıyla matematiksel modelin doğruluğunu zedeleyecektir.

Oluşturulan matematiksel model ile probleme çözüm getirirken probleme farklı açılardan bakmaya imkan sağlayan C1 alt-yeterliğinin, anahtar bir alt-yeterlik olmadığı söylenebilir. Çünkü B yeterliği kapsamında oluşturulan matematiksel modeller probleme uygun olarak geliştirildiğinden, problem çözümünde buluşsal stratejiler kullanmak çözümü kolaylaştıracak çalışmalar sağlamaktadır. C2 alt-yeterliğinin ise anahtar bir alt-yeterlik olduğu söylenebilir. Çünkü bu alt-yeterlik oluşturulan matematiksel modeli kullanarak probleme çözüm getirmek için matematiksel bilgilerin işe koşulmasına olanak sağlamaktadır. Bu süreç tamamlanmadığında probleme çözüm getirilmiş sayılamaz. D1 alt-yeterliğinin de anahtar bir alt-yeterlik olduğu söylenebilir. Bu alt-yeterlik kapsamında C yeterliği kapsamında elde edilen matematiksel sonuçların gerçek dünyada geçerli olup olmadığı incelenir. Bir sonuç matematiksel olarak doğru olabilir ancak gerçek dünyada doğru olmayabilir. Bu bağlamda matematiksel dünyadan gerçek dünyaya geçişte D1 alt-



yeterliği anahtar bir alt-yeterlidir. D2 alt-yeterliği kapsamında yürütülen çalışmalar ise oluşturulan matematiksel modelin benzer durumlarda kullanımına imkan sağlayan genellemeye yönelik çalışmalar içermektedir. bu alt-yeterlik kapsamında yürütülen çalışmalar karşılaşılacak ileri problemler için önemli olsa da, mevcut probleme çözüm getirilmesinde pek etkili değildir.

E1 alt-yeterliği kapsamında matematiksel sürece yönelik yansımalar yapmak, sürecin matematiksel olarak doğruluğuyla ilgilidir. Bu alt-yeterlik kapsamında matematiksel sürece yönelik doğrulamalar yapılmasa da, matematiksel bir yanlış yapılmadığı taktirde modelleme süreci tamamlanabilir. Dolayısıyla E1 alt-yeterliğinin anahtar bir alt-yeterlik olmadığı söylenebilir. E2 alt-yeterliği ise oluşturulan matematiksel modelin gerçek bağlamı ne kadar temsil ettiğiyle ilgilidir. Matematiksel modelin bağlamı temsil gücünü belirlemek, bağlamla ilgili yapılacak yorumları etkiler. Dolayısıyla E2 alt-yeterliğinin anahtar bir alt-yeterlik olduğu söylenebilir. E1 ve E2 alt-yeterlikleri kapsamında yürütülen çalışmalarla sonuçların tutarlı olmadığı gözlemlenirse, probleme çözüm getirebilmek adına modeli revize etmek önemlidir. Bu ise E3 alt-yeterliğinin işe koşulmasını gerektirir. Dolayısıyla E3 alt-yeterliğinin anahtar bir alt-yeterlik olduğu söylenebilir. Problemin çözümüne yönelik geliştirilen farklı çözüm yolları, farklı bakış açılarını beraberinde getirdiğinden, gelecekte karşılaşılan benzer problemlerin çözümü için imkan sağlayacaktır. Dolayısıyla bu alt-yeterliğin işe koşulması yürütülen mevcut matematiksel modelleme sürecinden ziyade gelecekte yürütülecek matematiksel modelleme süreçleri için önemlidir. Bu bağlamda E4 alt-yeterliğinin anahtar bir alt-yeterlik olmadığı söylenebilir.

## **6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER**

### **6. 1. Sonuçlar**

Bu çalışmanın amacı tasarlanan öğrenme ortamı sürecinde öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlik gelişimlerinin incelenmesidir. Bu bağlamda her alt-yeterliğin süreç içinde nasıl bir gelişim gösterdiğinin ayrıntılı olarak değerlendirilmesi, alt-yeterliklerin gelişim durumları ve gelişimi etkileyen faktörler hakkında detaylı bilgi vermiştir. Bu doğrultuda çalışmada elde edilen sonuçlar tasarlanan öğrenme ortamının matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin gelişimine nasıl etki ettiği, matematiksel modelleme alt-yeterliklerini dikkate alarak yapılan değerlendirmenin matematiksel modelleme yeterliklerinin yorumlanmasında nasıl rol oynadığı ve matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin öğretimin faaliyetleri dışında hangi faktörlerden etkilendiği bağlamlarında ele alınmıştır.

#### **6. 1. 1. Tasarlanan Öğrenme Ortamının Matematiksel Modelleme Alt-Yeterliklerinin Önemli Bir Bölümünün Gelişimine Katkı Sağladığı Görülmüştür**

Tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliğine yönelik alt-yeterliklerin gelişimleri genel, bireysel ve öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının yeterlikleriyle karşılaştırılarak incelendiğinde, A1 alt-yeterliğinin gelişiminde tasarlanan öğrenme ortamının oldukça etkili olduğu görülmüştür. Süreç sonunda A2, A4, A5, A6, A7, B1, B2, B5, C1, C2, D1, D2, E1 ve E2 alt-yeterlikleri bazı öğretmen adayları için arzulanan seviye olan ölçüt 3 seviyesine erişmese de, bu alt-yeterliklerin başlangıca göre gelişim gösterdiği ve bu eğitimi almadan önceki duruma göre daha yüksek ölçütte sergilendiği görülmüştür. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir deneyime sahip olamadan A3 alt-yeterliğine yönelik davranışlar sergiledikleri görülmüştür. Tasarlanan öğrenme ortamı süreci boyunca anahtar değişkenlere odaklanıldığından dolayı bu alt-yeterliğe yönelik davranışların süreç içinde azaldığı görülmüştür. Tasarlanan öğrenme ortamıyla yaşatılan matematiksel modelleme deneyiminin öğretmen adaylarında oluşturduğu inanışlardan dolayı A3 alt-yeterliği olumsuz yönde etkilenmektedir. B3 ve B4 alt-yeterliklerinin gelişiminin ise tasarlanan öğrenme ortamından doğrudan etkilenmediği ve bu alt-yeterliklerin matematiksel modelleme deneyimine bağlı olarak gelişim göstermediği görülmüştür. E3 ve E4 alt-yeterliklerinin gelişiminin ise tasarlanan öğrenme ortamından doğrudan etkilenmediği ve bu alt-yeterliklerin öğretmen adaylarının

geçmiş deneyimlerinden sahip oldukları inanışların etkisiyle gelişime oldukça dirençli olduğu görülmüştür.

### **6. 1. 2. Matematiksel Modelleme Alt-Yeterliklerini Dikkate Alarak Yapılan Değerlendirmenin Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Yorumlanmasında Önemli Olduğu Görülmüştür**

Bu çalışmada farklı bağlamlar içeren, farklı matematiksel ve matematik dışı bilgiler gerektiren, farklı zorluklardaki bir dizi MOE üzerindeki öğrenci çalışmaları süreç boyunca alınan video kayıtlar yardımıyla alt-yeterlikler bağlamında değerlendirilmiştir. Alt-yeterlikler bağlamında yapılan analizler sonucu, öğrenci çalışmalarının bir matematiksel modelleme yeterliğine ilişkin alt-yeterlikler için farklı ölçütlerde değerlendirilebileceği görülmüştür. Başka bir deyişle, alt-yeterliklere odaklı yapılan değerlendirme ile, üst yeterliğin ortaya çıkmasının bu yeterliğe ilişkin alt-yeterliklerin her birinin ortaya çıkmasını gerektirmediği görülmüştür. Üst yeterlikler bağlamında yapılan bir değerlendirmede, bir üst yeterlik için alt-yeterliklerinin her birinin gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir. Ancak bu çalışma sonucunda bazı alt-yeterliklerin iyi düzeyde sergilenmesinin diğer alt-yeterlikleri tolere edebildiği görülmüştür. Bu bağlamda A1, A4, A5, A6, A7, B1, B2, B5, C2, D1, E2 ve E3 alt-yeterliklerinin anahtar alt-yeterlikler olduğu ve diğer alt-yeterlikleri tolere edebildiği söylenebilir. A2, A3, B3, B4, C1, D2, E1 ve E4 alt-yeterliklerinin ise matematiksel modelleme sürecinin tamamlanmasında anahtar alt-yeterlikler olmadığı, bu alt-yeterliklerin modelin basitliği, bağlamı temsil gücü, kullanışlılığı, gelecek problemlere uygulanabilirliği ile ilgili olduğu görülmüştür.

### **6. 1. 3. Matematiksel Modelleme Alt-Yeterliklerinin Öğretimin Faaliyetleri Dışında Birçok Faktörden Etkilendiği Görülmüştür**

Bu kısma kadar verilen sonuçlar matematiksel modelleme yeterliklerine ait alt-yeterlikleri ortamdaki bağımsız olarak ele almaya çalışılsa da bu sonuçlara etki eden bir çok faktörün mevcut olduğu anlaşılmıştır. Her ne kadar bu çalışmanın amacı matematiksel modelleme sürecini etkileyen faktörlerin belirlenmesi olmasa da, süreç için bazı yeterliklerin öğrenme ortamındaki çeşitli değişkenlerden etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Matematiksel modelleme yeterlikleri araştırmacı tarafından bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilirken, tasarlanan öğrenme ortamında bazı faktörlerin yeterliklerinin ortaya çıkmasında yardımcı olduğu bazı faktörlerin yardımcı olmadığı görülmüştür.

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında, matematiksel modelleme yeterliklerinin işe koşulmasında öğretmen adaylarının çeşitli deneyimleri etkili olmaktadır. Başka bir deyişle matematiksel modelleme yeterlikleri deneyim faktöründen

etkilenmektedir. Öğretmen adaylarının geçmiş yaşantılarından sahip oldukları ve matematiksel modelleme yeterliklerini etkileyen deneyimler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- *Matematik-dışı deneyim*; MOElerin içerdiği bağlamla ilgili yaşantılarla elde edilen deneyimlerin oluşturduğu zihinsel temsiller, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasını etkilemektedir.
- *Matematik içi deneyim*; MOElerde model oluşturabilmek için gerekli olan matematiksel bilgiye yönelik deneyim, matematikselleştirme sürecinde önemli bir rol oynayarak, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasını etkilemektedir. Matematiksel modellemenin alt-yeterliklerinin ortaya çıkması, ön alt-yeterliklerin başarılı şekilde işe koşulmasından etkilenmektedir.

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında, matematiksel modelleme yeterliklerinin işe koşulmasında tasarlanan öğrenme ortamının çeşitli bileşenleri etkili olmaktadır. Başka bir deyişle matematiksel modelleme alt-yeterlikleri öğrenme ortamı faktöründen etkilenmektedir. Öğretmen adaylarının tasarlanan öğrenme ortamından kaynaklı matematiksel modelleme yeterliklerini etkileyen bileşenler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Etkinliklerin MOE prensiplerini sağlayıp sağlamaması matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasını etkilediğinden, etkinlik yapısı matematiksel modelleme yeterliklerinin gözlenmesini etkilemektedir.
- Öğrenme ortamında yürütülen grup çalışmaları, çalışmalar üzerinde beyin fırtınası yapılmasına olanak sağladığından, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimde etkilidir.
- Öğrenme ortamında yürütülen sınıf tartışmaları, bir grupta yürütülen çalışmada eksik ya da yanlış olan durumların ortaya çıkmasına ve genel olarak modeli yorumlama yeterliğiyle üst-bilişsel yeterlikleri desteklediğinden, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişiminde etkilidir.
- Tasarlanan öğrenme ortamında yapılandırılmıştan yapılandırılmamışa doğru bir yapının olmasından dolayı ön etkinliklerle bazı yeterliklerin kazanılmasına olanak sağladığından, bu ön etkinlikler öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişiminde etkilidir.
- Tasarlanan öğrenme ortamında bazı yeterliklerin yönergelerle işe koşulmasına olanak sağlandığından, etkinliklerin içerdiği yönergeler öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişiminde etkilidir.
- Öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterlikleri bütüncül bir yaklaşımla, tüm alt-yeterlikler dikkate alınarak değerlendirildiğinden, benimsenen değerlendirme yaklaşımı yeterliklerin değerlendirilmesini etkilemektedir.

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında, matematiksel modelleme yeterliklerinin işe koşulmasında öğretmen adaylarının çeşitli hisleri etkili olmaktadır. Başka bir deyişle matematiksel modelleme yeterlikleri duyuşsal faktöründen etkilenmektedir. Öğretmen adaylarının sahip oldukları ve matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasını etkileyen duyuşsal faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tasarlanan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının matematiksel model oluşturabilmek için anahtar değişkenlerin belirlenmesinin yeterli olduğuna inanışlar geliştirdiği görülmüştür. Öğrenme ortamında gelişen bu inanışın ise A3 alt-yeterliğinin sergilenmesine engel olduğu söylenebilir.
- Öğretmen adaylarının problem çözmeye yönelik deneyimleriyle sahip oldukları tek çözüm yolu yeterlidir ve tek bir doğru cevap vardır inanışlarının E3 ve E4 alt-yeterliklerinin geliştirilmesine engel oluşturduğu görülmüştür.
- Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini başarıyla tamamlayamayacağına dair inançları matematiksel modelleme sürecinden ayrılmalarına neden olduğundan dolayı, matematiksel modellemeye yönelik inançlar matematiksel modelleme yeterliklerini etkilemektedir.
- Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye işe yarayan veya bir matematikçinin yapması gereken bir olgu olarak vermiş olduğu değer matematiksel modelleme sürecinde yaşanan zorluklara rağmen devam etmeyi desteklediğinden, matematiksel modellemeye verilen değer matematiksel modelleme yeterliklerini etkilemektedir.

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında, matematiksel modelleme yeterliklerinin işe koşulmasında öğretmen adaylarının okuma becerileri de etkili olmaktadır. Başka bir deyişle matematiksel modelleme yeterlikleri okuduğunu anlama faktöründen etkilenmektedir.

Çalışma sonucunda alt-yeterliklerin süreç içindeki gelişiminin MOElerin içeriği, bağlamı, kapsamı, karmaşıklık düzeyi gibi yukarıda ayrıntılı olarak verilen bir çok değişkenden etkilendiği, dolayısıyla alt-yeterlik gelişimlerinin doğrusal olmadığı görülmüştür. Tüm bunlar dikkate alındığında matematiksel modelleme yeterliğinin bir çok değişkenden etkilenen oldukça karmaşık bir yapı olduğu söylenebilir.

## 6. 2. Öneriler

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamında incelenmeyi amaçlayan bu çalışmanın sonunda, bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında yaşanan matematiksel modelleme

deneyimine bağılı olarak matematiksel modelleme yeterliklerinin genel olarak gelişim gösterdiği, bu gelişimin doğrusal olmadığı ve matematiksel modelleme yeterliklerinin bazı faktörlerden etkilendiği tespit edilmiştir. Bu bölümde varılan sonuçlar ışığında öneriler sunulmuştur.

### 6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

Eğitimin olduğu gibi matematik eğitiminin amaçlarından biri de bireyleri gerçek yaşama hazırlamaktır. Ancak sadece kavram gelişimine odaklanan bir matematik eğitimiyle bu amaca ulaşmanın oldukça zor olduğu görülmektedir. Bu bağlamda matematik eğitiminde kazandırılması amaçlanan beceriler arasında matematiksel modelleme becerisi yer almaktadır. Yapılan çalışmalar matematik öğretim programlarının oldukça yoğun olması gibi sebeplerden dolayı, matematik derslerine matematiksel modellemeyi entegre etmeye yönelik çalışmalar kısıtlı kalmaktadır. Bu bağlamda literatürde hakim olan görüş, matematiksel modellemenin ayrı bir ders olarak alınarak öğrencilere matematiksel modelleme deneyimi yaşama imkanı sağlanmasıdır. Bu görüşten hareketle bu çalışmada geleceğin öğretmen adaylarına matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasına yönelik tüm alt-yeterliklerin ele alındığı bütüncül bir yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, öğrenme ortamında her ne kadar literatürce ortaya konan zorluklar yaşanmamasına yönelik tasarım gerçekleştirmeye çalışılsa da, matematiksel modelleme yeterliğinin matematiksel modelleme deneyimi, matematiksel deneyim, öğrenme ortamı bileşenleri ve duyuşsal faktörler gibi bir çok faktörden etkilendiği görülmüştür. Çalışmada bu faktörlerin hangi etkenlerden dolayı çıkmış olabileceği tartışılmıştır. Bu bağlamda matematiksel modelleme yeterliklerinin daha iyi nitelikte gelişimi adına, öğretim süreçlerinde bu faktörlere dikkat edilmesi önerilmektedir.

Matematiksel modelleme süreci bir çok alt süreç içeren karmaşık bir yapıdadır ve her alt sürecin başarıyla tamamlanabilmesi için çeşitli alt-yeterliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmanın sonuçları, bu alt-yeterliklerinin tamamının işe koşulmasına olanak sağlayacak bütüncül bir yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamının genel olarak her alt-yeterliğin gelişimine olanak sağladığını göstermiştir. Bununla birlikte, süreç içinde matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi, bu yeterliklerin gelişiminin doğrusal bir yapıda olmadığını göstermiştir. Süreç içinde doğrusal olmayan bir gelişimin görülmesinin sebebi, yeterliklerin öğrenme ortamından veya bireysel deneyimlerden kaynaklı bir çok faktörden etkilenmesidir. Dolayısıyla matematiksel

modelleme yeterliklerinin tek seferde yapılan yazılı testler yerine süreç içinde bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi önerilmektedir.

Matematikselleme döngüsünün başarıyla tamamlanması için her alt-yeterliğe yönelik beklenen ölçütte gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada da bütüncül bir yaklaşımla alt-yeterliklerinin tamamının geliştirilmesine olanak sağlayacak öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Ancak çalışma sonuçları, öğretmen adaylarına her ne kadar tüm alt-yeterliklere yönelik yaşantılar sağlansa da bazı alt-yeterliklerin az geliştiği bazı yeterliklerin ise gelişime dirençli olduğunu göstermektedir. Aslında bazı matematikselleme modelleme yeterliklerinin gelişime dirençli olduklarına dair literatür sonuçları mevcuttur. Ancak bu çalışmalarda alt-yeterlikler ayrı ayrı ele alınmadığından, hangi alt-yeterliklerin dirençli olduğu bilinmemektedir. Bundan dolayı bu çalışma hangi alt-yeterliklerin gelişiminde daha çok deneyime ihtiyaç duyulduğu bilinmeden yürütülmüştür. Matematikselleme yeterliklerinin gelişimine olanak sağlayacak öğrenme ortamının, çalışma sonucunda belirlenen az gelişen veya gelişime dirençli alt-yeterliklere yönelik daha çok deneyime imkan sağlayacak şekilde mikro-düzeyde ortamlar tasarlanmasının, bu yeterliklerin gelişiminde daha etkili olacağı düşünülmektedir.

Literatür incelendiğinde, matematikselleme yeterliklerinin çeşitli alt-yeterlikler içerdiği görülmektedir. Matematikselleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çok çalışmada bir üst yeterliğe yönelik alt-yeterlikler bu üst yeterliğin bileşenleri olarak ele alınmış ve modelleme yeterlikleri bileşenlerin ölçüt olarak kabul edildiği puanlama anahtarları ile değerlendirilmiştir. Böyle bir yaklaşım matematikselleme alt-yeterliklerinin incelenmesini engellemektedir. Bu durum doğal olarak üst yeterliklerin varlığının alt-yeterliklerin varlığı olarak değerlendirildiği izlenimi yaratmaktadır. Bu ise üst yeterliklerin alt-yeterliklerin toplamı olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak bu çalışma gösteriyor ki üst yeterliklerin ortaya çıkması bu üst yeterliğe ilişkin alt-yeterliklerin her birinin varlığını gerektirmemektedir. Bu bağlamda üst yeterliklerin odaklanarak değerlendirmeler yapılmasının bazı alt-yeterliklere yönelik eksik değerlendirmelere yol açacağı söylenebilir. Dolayısıyla matematikselleme yeterliklerine yönelik değerlendirmenin her üst yeterliğe ilişkin alt-yeterlikler dikkate alınarak yapılması önerilmektedir.

Gerçek dünyadaki bir probleme çözüm üretebilmek için, gerçek modellerden matematikselleme modellere geçme ve matematikselleme çözümleri gerçek dünyada yorumlama ve doğrulama süreçleri arasındaki ilişkilerin kurulması kritik öneme sahiptir. Çalışma sonucunda matematikselleme modellemeye yönelik deneyimler içermeyen öğrenme yaşantıları, bu süreçler arasında ilişkiler kurabilecek yeterlikler kazandırmada, matematikselleme deneyimi sağlayan öğrenme yaşantılarından oldukça geridedir.

Matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip olmayan öğretmen adaylarının, gerçek dünya ile ilgili gerçek ile matematiksel dünya arasındaki etkileşimi ele alarak gerçek yaşam problemlerine uygun çözümler üretebilmesi neredeyse imkansız görülmektedir. Buna karşın, tüm alt-yeterliklere yönelik deneyimler sağlamayı amaçlayan bütüncül yaklaşımla tasarlanmış öğrenme ortamında, öğretmen adayları gerçek modellerden matematiksel modellere geçiş sürecini bağımsız şekilde gerçekleştirebilmekte, elde ettikleri çözümleri gerçek dünyada yorumlama ve doğrulama yeterlikleri sergileyebilmektedir. Araştırmanın sonuçları, tasarlanan öğrenme ortamında matematiksel modellemeye yönelik kazanılan deneyimin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle matematiksel modellemeye yönelik deneyim kazanan öğretmen adaylarının bir çok alt-yeterliğe yönelik çalışmaları öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarına göre daha iyi durumdadır. Bu farkın ortaya çıkmasındaki en büyük etken ise matematiksel modelleme sürecinin başarıyla yürütülmesi için gerekli bilişsel süreci, tasarlanan öğrenme ortamında gerçekleştirdikleri eylemler sonucunda yaşamış olmalarıdır. Matematiksel modelleme ile ilgili deneyime sahip olmayan öğretmen adaylarının ise bu bilişsel süreci tamamlayamadıkları için verilen problemlere uygun çözümler getiremedikleri görülmüştür. Buradan hareketle matematiksel modelleme sürecinde yaşanan bilişsel sürecin gerektirdiği yeterlikleri kazandırma amacıyla, matematiksel modellemeye yönelik alt-yeterliklerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak öğretmeyi amaçlayan öğrenme ortamlarından faydalanılması önerilmektedir. Çalışma sonucunda bu deneyime sahip olmayan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu bağlamda bu çalışmada tasarlanan öğrenme ortamına benzer içerikli derslere matematik öğretmeni yetiştirme programlarında yer verilmesi önerilmektedir. Benzer şekilde, matematik eğitiminin amaçları doğrultusunda diğer eğitim seviyeleri içinde matematiksel modelleme derslerine yer verilmesi önerilmektedir.

Gerçek dünya ile ilgili bir problemin çözümü için durumu etkileyen değişkenlerin belirlenmesi, bu değişkenlerden hangilerinin önemli hangilerinin ihmal edilebilir olduğuna dair çıkarımlar yapmada oldukça önemlidir. Araştırma sonucunda, matematiksel modellemeye yönelik deneyimin “durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme” yeterliklerini olumsuz etkilediği görülmüştür. Bunun sebebi ise tasarlanan öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının, deneyimleri doğrultusunda tüm değişkenlere değil de sadece anahtar olduğunu düşündükleri değişkenlere odaklanmaları, diğer öğretmen adaylarının ise duruma genel bir bakış açısıyla bakarak durumu etkileyen tüm değişkenleri değerlendirme yaklaşımları sergilemeleridir. Bu bağlamda, matematiksel modelleme deneyimi kazandırmaya yönelik öğrenme ortamlarında anahtar değişkenlerin



değiştirildiğinde modellerin ve sonuçların da değişebileceğine yönelik deneyimler kazandırılmasına yönelik yapılacak uygulamalara yer verilmesi önerilmektedir.

Araştırma sonucunda bazı alt-yeterliklerin gelişime oldukça dirençli olduğu ve bu yeterliklerin kazanılmasında matematiksel modelleme deneyiminin de doğrudan etkili olmadığı görülmüştür. Bu alt-yeterliklerden B3 ve B4 alt-yeterlikleri modelin kullanışlı hale getirilmesini sağlayan alt-yeterlikler olup, matematiksel modelleme döngüsünün devamının başarıyla tamamlanmasında doğrudan ilişkili değildir. Ancak, matematiksel modelleme deneyimine doğrudan bağlı olmayan “çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme” yeterliği matematiksel modelleme sürecinin döngüsel yapısını sağlamakta ve model oluşturma sürecine yönelik öz değerlendirme sağlamaktadır. Ayrıca bu yeterlik matematiksel sonuçların sadece matematiksel dünyada doğrulamayla yetinmeyip, gerçek bağlamda da doğrulanmasını içermektedir. Bu bağlamda dirençli olan ve gelişimi bütüncül yaklaşımla kazanılan matematiksel modelleme deneyimine doğrudan bağlı olmayan bu yeterliğin geliştirilmesine yönelik mikro-düzeyde deneyimlerin yaşatılması veya daha uzun süreli deneyimlerin sağlanması önerilmektedir. Benzer şekilde “problemi çözmek için diğer durumları düşünme veya sonucunun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme” yeterliğinin de matematiksel modelleme deneyimine doğrudan bağlı olmadığı görülmüştür. Bu yeterlik farklı çözüm stratejileri üzerine düşünmeye olanak sağlayarak, gerçek yaşamda karşılaşılabilecek problemlere farklı bakış açısıyla bakabilme yeterliği sağlamaktadır. Bu bağlamda tasarlanan öğrenme ortamında farklı çözümlere yönelik vurgulamalar artırılması önerilmektedir. Ayrıca bu yeterliğin geliştirilmesine yönelik de mikro-düzeyde deneyimlerin yaşatılması ile farklı çözüm yollarına vurgulamalar yapılabilir.

### **6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler**

Bu çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik bütüncül bir yaklaşımla alt-yeterlikleri ele alan bir öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda bu deneyime sahip olmayan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Matematiksel modellemenin matematik öğretim programında yer verilen bir beceri olarak ele alınmasının ülkemiz için oldukça yeni olduğu düşünüldüğünde, sistem içindeki matematik öğretmenlerinin de matematiksel modelleme yeterliklerine yeterince sahip olmadığı düşünülmektedir. Bu bağlamda yapılan bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla mevcut sistemdeki matematik öğretmenlerinin de matematiksel modelleme yeterlikleri belirlenerek ihtiyaçlara yönelik olarak hizmet içi eğitimlerin düzenlenmesi önerilebilir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi için öncelikle öğretmenlerin bu yeterliklere sahip olması gerekmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ancak matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinin sadece bu yeterliklere sahip olmakla sağlanamayacağı aşikardır. Bu bağlamda öğretmen ve öğretmen adaylarını matematiksel modellemenin etkili öğretimine yönelik eğitimlerin verilmesi ve deneyimlerin yaşatılması önerilmektedir.

Yapılan çalışmada her ne kadar alt-yeterliklere odaklanılmış olsa da bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamında yaşatılan matematiksel modelleme deneyiminin bazı yeterliklerinin gelişimde yeterli olmadığı görülmüştür. Bu bağlamda bu çalışma sonucunda belirlenen gelişime dirençli alt-yeterliklerin gelişimi için mikro-düzeyde yaşantılar sağlanarak, bütüncül ve mikro-düzeyde yaklaşımın dengelenmesi sağlanabilir, böyle bir deneyimle bu yeterliklerinin gelişimindeki direncin ortadan kaldırılıp kaldırılamayacağı araştırılabilir.

Tasarlanan öğrenme ortamı geliştirilirken matematiksel modelleme yeterliklerini etkileyen literatürce tanımlanan faktörler dikkate alınmasına rağmen, yine de matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasında birçok faktörün etki ettiği görülmektedir. Bu bağlamda gelecek çalışmalarla bu etkenlerin en aza indirilmesi için neler yapılabileceği araştırılabilir. Ayrıca yapılan çalışmalar matematiksel modelleme yeterliklerinin düşünme stillerinden de etkilendiğini göstermektedir. Bu bağlamda bu çalışmada tasarlanan öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimin düşünme stillerine göre farklılık gösterip göstermediği araştırılabilir.

Bu çalışma da sadece bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerine odaklanılmıştır. Ancak literatür matematiksel modelleme için bilişsel yeterliklerin yanı sıra, üst-bilişsel ve duyuşsal matematiksel modelleme yeterliklerinden de etkilendiğini vurgulamaktadır. Gelecek çalışmalarda bilişsel yeterliklere odaklanmanın yanında diğer matematiksel modelleme yeterliklerini destekleyen öğrenme ortamları tasarlanıp değerlendirilebilir. Ayrıca, bu çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri öğrencilerin çalıştıkları matematiksel modelleme sürecini açıklama (kapsam derecesi) boyutunda değerlendirilmiştir. Ancak literatür matematiksel modelleme yeterliklerinin kapsam derecesi boyutunun yanı sıra, öğrencileri matematiksel modelleme sürecinde etkinleştiren matematiğin değerlendirilmesi için ele alınan (eylem yarıçapı) ve öğrencilerin kullandıkları ve benimsedikleri matematiği ifade etme (teknik düzey) boyutlarının da ele alınarak çok boyutlu değerlendirmeler yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının oluşturdukları modeller incelendiğinde sadece kapsam derecesi boyutuna odaklanmanın modelin kalitesinin değerlendirilmesin göz ardı edilmesine sebep

olduğu görülmüştür. Gelecek çalışmalarda da matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde çok boyutlu yaklaşımların benimsenmesi önerilebilir. Ayrıca bu çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerinin bütüncül yaklaşımla süreç içinde değerlendirilmesinin oldukça zor olduğu görülmekle birlikte, yazılı dokümanlardan yapılan değerlendirmelerin matematiksel modelleme yeterlikleri için uygun olmayacağı da görülmüştür. Bu bağlamda gelecek çalışmalarla matematiksel modelleme yeterliklerinin süreç içinde değerlendirmesini kolaylaştıracak değerlendirme yaklaşımlarının geliştirilmesi önerilmektedir.

Bu çalışmada katılımcıların tasarlanan öğrenme ortamına dahil olmadan önceki bireysel matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeye yönelik herhangi bir uygulama yürütülmemiştir. Bu sebepten ötürü çalışma grubuna benzer nitelikler taşıdığı düşünülen ve öğrenme ortamına dahil olmayan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri belirlenerek, öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının ilk durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Benzer şekilde yürütülecek gelecek çalışmalarda öğrencilerin matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip olmadan önceki yeterlik durumlarının belirlenerek çalışmaya başlanması önerilmektedir.

Tasarlanan öğrenme ortamında her etkinliğe yönelik grup çalışmaları sonucunda yürütülen matematiksel modelleme süreçleri ve oluşturulan matematiksel modeller sunulmuştur. Bu bağlamda süreç ve modeller üzerine sınıf tartışmaları yürütülmüştür. Ancak tartışmalar sonucu öğretmen adaylarının yaşanan süreçle ilgili düşüncelerine yönelik herhangi bir veri toplanmamıştır. Benzer şekilde yürütülecek gelecek çalışmalarda sınıf tartışmaları sonunda öğrencilerden süreçle ilgili yansıtıcı yazılar yazmaları istenebilir veya öğrencilerle etkinlikler üzerine klinik mülakatlar yapılabilir. Böylece süreç ve matematiksel modelleme yeterlikleri ile ilgili daha kapsamlı bilgiler elde edilebilir.

Tüm çalışma sonuçları dikkate alındığında, matematiksel modelleme yeterliklerinin ürün odaklı olmak yerine süreç odaklı olduğu dolayısıyla sadece ortaya koyulan modelleme ürününe bakılarak değerlendirmelerin yapılması yerine süreç odaklı değerlendirmelerin yapılması önerilmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., ve Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 1-33.
- Aksoy, N. (2003). Eylem araştırması: Eğitimsel uygulamaları iyileştirme ve değiştirmede kullanılacak bir yöntem. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 36, 474-489.
- Arcavi, A. (2002). The everyday and the academic in mathematics. In M.E. Brenner and J.N. Moschkovich (Eds.), *Everyday and academic mathematics in the classroom*, (pp. 12-29). Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Australia Ministry of Education. (2008). *Australian curriculum*. Retrieved April 10, 2010, from <http://www.australiancurriculum.edu.au/mathematics/rationale>
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Yayıncılık.
- Baki, A., ve Aydın-Güç, F. (2014, Eylül). Matematik öğretmeni adaylarının gerçek yaşam bağlamlarını ele alma yaklaşımları, 11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Baki, A., ve Aydın-Güç, F. (2014, February). Pre-service mathematics teachers misconceptions on the mathematical model validation process, International Teacher Education Conference, Sharjah, United Arab Emirates.
- Bal, A. P., ve Doğanay, A. (2014). Sınıf öğretmenliği adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14 (4), 1363-1384.
- Bender, A. E. (1978). *An introduction to mathematical modelling*. New York: Willey.
- Berry, J. (2002). Developing mathematical modelling skills: The role of CAS. *The International Journal on Mathematics Education*, 34(5), 212-220.
- Berry, J., and Haouston, K. (1995). *Mathematical modelling*. Bistol: J. W. Arrowsmith Ltd.
- Biccard, P. (2010). An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners. Unpublished Master Thesis, Stellenbosh University, Stellenbosh.
- Blomhøj, M. (2007). Developing mathematical modelling competency through problem based project work - experiences from roskilde university. *Philosophy and Science Teaching Conferance*. Retrieved 05.09.2011, from <http://www.ucalgary.ca/ihpst07/proceedings/ihpst07%20papers/125%20blomhoj.pdf>
- Blomhøj, M., and Jensen, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 22 (3), 123-139.

- Blomhøj, M., and Jensen, T. H. (2007). What's all the fuss about competencies? Experiences with using a competence perspective on mathematics education to develop the teaching of mathematical modelling. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 45-56). New York: Springer.
- Blomhøj, M., and Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *The International Journal on Mathematics Education*, 38 (2), 163-177.
- Blum, W. (1991). Applications and modelling in mathematics teaching - A review of arguments and instructional aspects. In M. Niss, W. Blum, and I. Huntley (Eds.), *Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (S. 10-29). England: Ellis Horwood.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 15-30). New York: Springer.
- Blum, W., and Borromeo-Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: can it be taught and learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application* , 1 (1), 45-58.
- Blum, W., and Leiß, D. (2007). How Do Students' And Teachers Deal With Modelling Problems? C. Haines, P. Galbraith, W. Blum and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering And Economics* (pp. 222-231). Chichester: Horwood Publishing.
- Blum, W., and Niss, M. (1989). Mathematical problem solving, modeling, applications, and links to othersubjects state, trends and issues in mathematics education. In W. Blum, M. Niss, and I. Huntley (Eds.), *Modelling Applications and Applied Problem Solving Teaching Mathematics in Real Context*. Chichester: Ellis Horwood.
- Blum, W., and Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, application, and links to other subjects-state, trends, and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics* , 22 (1), 37-68.
- Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *The International Journal on Mathematics Education*, 38 (2), 86-95.
- Borromeo-Ferri, R. (2010). On the influence of mathematical thinking styles on learners' modelling behavior. *Journal for Didactics of Mathematics* , 31 (1), 99-118.
- Borromeo-Ferri, R. (2014, Nisan 1-4). Okullarda ve öğretmen eğitiminde matematiksel modelleme-kavramlar ve örnekler. 3. *Meb-magıt matematik eğitimi uygulamaları konferansı ve çalıştay: "matematiksel modelleme ve simülasyonu öğrenme ve öğretme"* . İzmir, Türkiye.
- Borromeo-Ferri, R., and Blum, W. (2009). Mathematical modelling in teacher education— Experiences from a modelling seminar. In M. Blomhøj (Eds.), *Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Working Group 11, 2046-2065.

- Borromeo-Ferri, R., and Blum, W. (2011). Are integrated thinkers better able to intervene adaptively? – A case study in a mathematical modelling environment. In M. Pytlak, T. Rowland, and E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Rzesow, Poland: University of Rzeszow.
- Borromeo-Ferri, R., and Blum, W. (2012). Barriers and motivations of primary teachers for implementing modeling in mathematics lesson. In *Proceeding of 8th Congress of European Research in Mathematics Education*. Retrieved January 05, 2013, from [http://www.cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/wg\\_papers.html](http://www.cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/wg_papers.html).
- Braun, E. A. (2014). Designing a learning environment for elementary students based on a real life context. In S. Oesterle, C. Nicol, P. Liljedahl, and D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education*, 6 (pp. 26). Vancouver, Canada: PME.
- Bukova-Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modelling problems. *Teaching Modelling and Its Applications*, 39, 19-36.
- Bukova-Güzel, E., ve Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 69-90.
- Busse, A. (2005). Individual ways of dealing with the context of realistic tasks—first steps towards a typology. *The International Journal on Mathematics Education*, 37 (5), 354-360.
- Busse, A. (2011). Upper secondary students handling of real-world contexts. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, and G. Stillman, (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 37-46). New York: Springer.
- Busse, A., and Kaiser, G. (2003). Context in application and modelling: An empirical approach. In Q. Ye, W. Blum, I. D. Huntley, and N. T. Neil (Eds.), *Mathematical Modelling in Education and Culture* (pp. 95-107). Chichester, UK: Horwood.
- Carpenter, T. P., Lindquist, M. M., Matthews, W., and Silver, E. A. (1983). Results of the third naep mathematics assessment: Secondary school. *Mathematics Teacher* (76), 652-659.
- Chamberlin, S. A., and Moon, S. M. (2006). Model-eliciting activities: An introduction to gifted education. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17, 37-47.
- Cheng, K. A. (2001). Teaching mathematical modelling in singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6, 63-75.
- Chinnappan, M. (2010). Cognitive load and modelling of an algebra problem. *Mathematics Education Research Journal*, 22 (2), 8-23.
- Crouch, R., and Haines, C. (2004). Mathematical modelling: Transitions between the real world and mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35 (2), 197-206.

- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş (3. Baskı)*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çiltaş, A. ve Işık, A. (2013). Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1177-1194.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Dan, Q., and Xie, J. (2011). Mathematical modelling skills and creative thinking levels: An experimental study. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 457-466). New York: Springer.
- Department for Education and Employment. (1999). *Mathematics: The national curriculum for england*. London: HMSO.
- Dowlath, E. (2008). *Exploring pre-service mathematics teachers' knowledge and use of mathematical modelling as a strategy for solving real-world problems*. Unpublished Master Thesis, University Of Kwazulu-Natal, Durban.
- Durmuş, S. ve Kocakulah, S. (2006). Fen ve matematik öğretiminde modelleme. M. Bahar (Ed.), *Fen ve Teknoloji Öğretimi içinde* (s. 299-317). Ankara: Pegem-A.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *Elementary Education Online*, 10(1), 364-377. <http://ilkogretim-online.org.tr/vol10say1/v10s1m29.pdf> adresinden 03 Kasım 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Eraslan, A. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri üzerinde düşünme süreçleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2953-2970.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., ve Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14 (4), 1-21.
- Eric, C. C., Dawn, N. K., Wanty, W., and Seto, C. (2012). Assessment of primary 5 students' mathematical modelling competencies. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 35 (2), 146-178.
- Ferrance, E. (2000). *Action Research*. USA: LAB, Northeast and Island Regional Education Laboratory at Brown University.
- Fox, J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen, and M. Chinnappan (Eds.), *Proceedings 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia 1* (pp. 221-228). Canberra, Australia: MERGA.

- Frejd, P. (2012). Modelling assessment of mathematical modelling—a literature review. <http://www.mai.liu.se/S MDF/madif8/Frejd.pdf> adresinden 24 Şubat 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal Of Mathematical Modeling and Application* , 1 (5), 3-16.
- Galbraith, P., and Clatworthy, N. J. (1990). Beyond standard models – Meeting the challenge of modelling. *Educational Studies in Mathematics* , 21 (2), 137-163.
- Galbraith, P., and Stillman, G. (2001). Assumptions and context: Pursuing their role in modelling activity. In J. Matos, W. Blum, K. Houston, and S. Carreira (Eds.), *Modelling and Mathematics Education: Applications in Science and Technology* (pp. 300-310). Chichester: Horwood Publishing.
- Galbraith, P., and Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *The International Journal on Mathematics Education*, 38 (2), 143-162.
- Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., and Edwards, I. (2007). Facilitating middle secondary modelling competencies. In L. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering And Economics* (pp. 130-140). Chichester, UK: Horwood Publishing.
- García, F. J. G., Maaß, K., and Wake, G. (2010). Theory meets practice—Working pragmatically within different cultures and traditions. In Lesh, R., Galbraith, P., Haines, C., Hurford, A. (Eds.), *Modelling Students' Modelling Competencies* (pp. 445–457). New York: Springer.
- Ginsburg, H. P., and Pappas, S. (2004). SES, ethnic, and gender differences in young children's informal addition and subtraction: A clinical interview investigation. *Applied Developmental Psychology* , 25, 171-192.
- Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From models to modelling. In K. Gravemeijer, R. Lesrer, B. Oers, and L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education* (pp. 7-22). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Grünewald, S. (2012). Acquirement of modelling competencies – First results of an empirical comparison of the effectiveness of o holistic respectively an atomistic approach to the development of (metacognition) modelling competencies of students. *12th International Congress on Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea. <http://icme12.org/upload/UpFile2/TSG/0629.pdf> adresinden 02 Ağustos 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Güven, B. (2006). *Öğretmen adaylarının küresel geometri anlama düzeylerinin karakterize edilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Hagena, M., and Borromeo-Ferri, R. (2012). How do measurement sense and modelling competency influence each other? An intervention study about german middle class students dealing with length and weight. *12th International Congress On Mathematical Education Program*, Retrieved November 01, 2014, from <http://icme12.org/upload/UpFile2/TSG/1623.pdf>.



- Haines, C., and Crouch, R. (2001). Recognizing constructs within mathematical modelling. *Teaching Mathematics and Its Applications* , 20 (3), 129-138.
- Haines, C., and Crouch, R. (2007). Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 417-424). New York: NY: Springer.
- Harrison, G. A. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education* (31), 401-435.
- Henning, H., and Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 225-232). US: Springer.
- Hensen, K. T. (1996). Teachers as researcher. In J. Sikula (Eds.), *Handbook of Research on Teacher Education* (4th ed., pp. 53-66). New York: Macmillan.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin-Dede, A., Kula, S., ve Bukova-Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (31), 1-17.
- Hopkins, D. (2008). *A teacher's guide to classroom research*. Glasgow: Bell and Bain Ltd.
- Huang, C. H. (2011). Assessing the modelling competencies of engineering students. *World Transactions on Engineering and Technology Education* , 9 (3), 172-177.
- Ikeda, T. (1997). Instruction and assessment of mathematical modelling. In S. K. Houston, W. Blum, I. Huntley, and N. T. Neill (Eds.), *Teaching & learning mathematical modelling* (pp. 51-61). England: Albion.
- Izard, J., Haines, C., Crouch, R., Houston, K., and Neil, N. (2003). Assessing the impact of teachings mathematical modeling: Some implications. In S. J. Lamon, W. A. Parker, and K. Houston (Eds.), *Mathematical Modelling: A Way of Life* (pp. 165-177). Chichester: UK:Horwood Publishing.
- Jensen, T. H. (2007). Assessing mathematical modelling competency. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering And Economics* (pp. 141-148). Chichester: Horwood.
- Ji, X. (2012). A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence. *12th International Congress On Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea. <http://www.icme12.org/upload/upfile2/tsg/0266.pdf> adresinden 02 Ağustos 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Johnson, A. P. (2012). *A short guide to action research* (4th ed.). New Jersey: Pearson Education.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 65-94.

- Jorgensen, L., and Ryan, S. (2004). Relativism, values and morals in the New Zealand curriculum framework. *Science and Education*, 13, 223- 233.
- Julie, C., and Mudaly, V. (2007). Mathematical modelling of social issues in school mathematics in south africa. In W. Blum, P. Galbraith, M. Niss, and H.-W. Henn (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 503-510). New York, NY: Springer.
- Justi, S. R., and Gilbert, K. J. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling and implacations for the education of modellers. *International Journal of Science Education* , 24 (4), 369-387.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling Education, Engineering And Economics* (pp. 110-119). Chichester: Horwood.
- Kaiser, G., and Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education*, 38 (3), 302-310.
- Kaiser, G., Blomhøj, M., and Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *The International Journal on Mathematics Education* , 38 (2), 82-85.
- Kaiser, G., Schwarz, B., and Tiedemann, S. (2010). Future teachers' professional knowledge on modeling. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, and A. Hurford (Eds.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 433-444). New York: Springer.
- Kapur, J. N. (1982). The art of teaching the art of mathematical modeling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* , 13 (2), 185-192.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Koeppen, K., Hartig, J., Klieme, E., and Leutner, D. (2008). Current issues in competence modeling and assessment. *Journal of Psychology*, 216(2), 61-73.
- Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Kösa, T., ve Aydın-Güç, F. (2014). *Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Tasarlanan Öğrenme Ortamının Değerlendirilmesi*. (Araştırma Raporu, Proje Kod No: 9962), Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Trabzon.
- Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Blum, J., Neubrand, M., and Jordan, A. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology* , 100 (3), 716-725.

- Lesh, R. A., and Doerr, H. (2003). Foundations Of Model And Modelling Perspectives On Mathematic Teaching And Learning. In R. A. Lesh, and H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: Amodels and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrance Erlbaum.
- Lesh, R., and Harel, G. (2003). Problem solving, modeling, and local conceptual developing. *Mathematical Thinking and Learning* , 5 (2-3), 157-189.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., and Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In R. Lesh, and A. Kelly (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 591-645). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lingefjard, T. (2004). *Assessing engineering student's modeling skills*. Retrieved November 10, 2014, from [http://www.cdio.org/files/assess\\_model\\_skls.pdf](http://www.cdio.org/files/assess_model_skls.pdf)
- Ludwig, M., and Reit, X. (2013a). A cross-sectional study about modelling competency in secondary school. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, and J. P. Brown (Eds.), *Teaching Mathematical Modelling:Connecting to Research and Practice* (pp. 327-337). Dordrecht: Springer.
- Ludwig, M., and Reit, X. R. (2013b). Comparative study about gender differences in mathematical modelling. In *Proceedings of Fifth International Conference To Review Research On Science, Technology And Mathematics Education* (pp. 48-54). Mumbai, India.
- Ludwig, M., and Xu, B. (2010). A comparative study of modelling competencies among chinese and german students. *Journal for Didactics of Mathematics*, 31 (1), 77-97.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *The International Journal on Mathematics Education*, 38 (2), 113-142.
- Maaß, K. (2007). Modelling tasks for low achieving students – first results of an empirical study. In D. Pitta-Pantazi, and G. Philippou (Eds.), *Proceedings of The Fifth Congress of The European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2120-2129).
- Maaß, K.(2005). Barriers and opportunities for the integration of modelling in mathematic classes- results of an empirical study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 2-3, 1-16.
- Maaß, K., and Mischo, C. (2011). Implementing modelling into day-to-day teaching practice - the project stratum and its framework. *Journal for Didactics of Mathematics*, 32 (1).
- Mason, J. (1988). Modelling: What do we really want pupils to learn? In D. Pimm (Eds.), *Mathematics, Teachers and Children* (pp. 201-215). London: Hodder and Stoughton.
- Mctaggart, R. (1997). Reading the collection. In R. Mctaggart (Eds.), *Participatory Action Research* (pp. 1-12). Albany: SUNY Press.

- Mehraein, S., and Gatabi, A. R. (2014a). Gender and mathematical modelling competency: primary students' performance and their attitude. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 128, 198-203.
- Mehraein, S., and Gatabi, A. R. (2014b). Sixth grade Iranian students engage in mathematical modelling activities. In S. Oesterle, C. Nicol, P. Liljedahl, and D. Allan (Eds.), *Proceedings of The 38th Conference of the International Group for The Psychology of Mathematics Education and The 36th Conference of the North American Chapter of The Psychology of Mathematics Education*. Vancouver, Canada.
- Mertler, C. A. (2012). *Action research: Improving schools and empowering educators* (3rd ed.). CA: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2009a). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2009b). *İlköğretim matematik dersi (1-5.sınıflar) öğretimi programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2011). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2012a). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu matematik uygulamaları ı. Dönem öğretmenler için öğretim materyali*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2012b). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu matematik uygulamaları ıı. Dönem öğretmenler için öğretim materyali*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Mills, G. E. (2003). *Action research a guide for the teacher researcher* (2. bs). New Jersey: Pearson Education.
- Ministry of Education. (1992). *Mathematics in the nz curriculum*. Wellington: Author.
- Mischo, C., and Maaß, K. (2012). Which personal factors affect mathematical modelling? The effect of abilities, domain specific and cross domain-competences and beliefs on performance in mathematical modelling. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1 (7), 3-19.
- Mischo, C., and Maaß, K. (2013). The effect of teacher beliefs on student competence in mathematical modeling – an intervention study. *Journal of Education and Training Studies*, 1 (1), 19-38.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Niss, M. (1988). Theme Group 3: Problem Solving, Modeling, And Applications. In A. Hirst, and K. Hirst (Eds.), *Proceedings of The Sixth International Congress on Mathematical Education* (pp. 237-252). Budapest, Hungary: János Bolyai Mathematical Society.
- Niss, M., Blum, W., and Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In M. Niss, W. Blum, H. Henn, and P. L. Galbraith (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 3-32). New York: Springer.
- Noss, R. and Baki, A. (1996): liberating school mathematics from procedural view. *Journal of Hacettepe Education*, 12, 179-182.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework: mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: Author
- Özdemir, E., and Üzel, D. (2013). A case study on teacher instructional practices in mathematical modeling. *The Online Journal of New Horizons in Education* , 3 (1), 1-14.
- Özer-Keskin, Ö. (2008). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Plath, J., Leiss, D., and Schwippert, K. (2014). Characteristics of comprehension processes in mathematical modelling. In S. Oesterle, C. Nicol, P. Liljedahl, and D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education* (6, pp. 198). Vancouver, Canada: PME.
- Queensland Board of Senior Secondary School Studies [QBSSSS]. (2000). *Mathematics b senior syllabus 2001*. Brisbane, QLD: Author.
- Rafiepour, A. and Abdolapour, K. (2013). Investigating students' modeling competency through grade, gender and location. *Proceedings of 8th European Congress in Mathematics Education*. Turkey.
- Rensaa, R. J. (2011). A task based two-dimensional view of mathematical competency used to analyse a modelling task. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 19 (2), 37-50.
- Russell, M. K. and Airasian, P. W., (2001). *Classroom assessment: Concepts and applications*. Boston: McGraw-Hill.
- Sağırlı-Özturan, M. (2010). *Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. San Diego: Academic Press Inc.

- Schwarz, B., and Kaiser, G. (2007). Mathematical modelling in school-experiences from a project integrating school and university. In D. Pitta-Pantazi, and G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2180-2189).
- Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *The Teaching of Mathematics* , 13 (2), 105-112.
- Siriraman, B. (2005). Conceptualizing the notion of model eliciting. *Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Spain: Sant Feliu De Guixols.  
<http://fractus.uson.mx/Papers/CERME4/Papers%20definitius/13/sriraman.pdf>  
adresinden 02 Ağustos 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Stillman, G. (2012). Applications and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt? *12th International Congress On Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea. [http://www.icme12.org/upload/submission/1923\\_f.pdf](http://www.icme12.org/upload/submission/1923_f.pdf)  
adresinden 02 Ağustos 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Şen-Zeytun, A. (2013). *An investigation of prospective teachers' mathematical modeling processes and their views about factors affecting these processes*. Unpublished Doctoral Dissertation. Middle East Technical University, Ankara.
- Tekin-Dede, A., ve Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education* , 4 (3), 185-206.
- Thomas, K., and Hart, J. (2010). Pre-service teacher perceptions of model eliciting activities. R. In Lesh, P. L. Galbraith, and C. R. Haines (Eds.), *Modelling Students' Mathematical Modelling* (pp. 531-539). New York, NY: Springer Science and Business Media.
- Umay, A. (2003). Okul öncesi öğretmen adaylarının matematik öğretmeye ne kadar hazır olduklarına ilişkin bazı ipuçları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 176-181.
- URL-1. <http://www.indiana.edu/~hmathmod/projects.html> The Stepping Stones. 09 Mart 2014.
- URL-2. <http://vucut-kitle-endeksi.hesaplama.net/>. 15 Kasım 2012.
- URL-3. [http://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCketici\\_fiyatlar%C4%B1\\_endeksi](http://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCketici_fiyatlar%C4%B1_endeksi). 17 Kasım 2012.
- URL-4. <http://www.maksimumdanismanlik.net/files/kazaistatistikleri.pdf>. 21 Kasım 2012
- URL-5. <http://www.fibhaber.com/bir-is-adami-neden-ihracat-yapmalidir-makale,272.html>. 01 Aralık 2012.
- URL-6. [http://www.nuke.hacettepe.edu.tr/tr/webfiles/Announcements/ODTUlulerBulten240\\_Dosya1.pdf](http://www.nuke.hacettepe.edu.tr/tr/webfiles/Announcements/ODTUlulerBulten240_Dosya1.pdf). 01 Aralık 2012

- Van Den Heuvel-Panhuizen, M. (1999). Context problems and assessment: ideas from the netherlands. In I. Thompson (Eds.), *Issues in Teaching Numeracy in Primary Schools* (pp. 130-142). Buckingham, UK: Open University Press.
- Verschaffel, L., Greer, B., and De Corte, E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, H. J. Van Oers, and L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, Modeling And Tool Use In Mathematics Education* (pp. 171-195). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Victorian Curriculum and Assessment Authority [VCAA]. (2005). *Victorian Essential Learning Standards: Discipline-Based Learning Strand Mathematics*. Melbourne: Author.
- Vinner, S. (2007). Mathematics education-procedures, rituals and man's search for meaning. *The Journal of Mathematical Behavior*, 26(1), 1-10.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6.bs). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yoon, C., Dreyfus, T., and Thomes, M. (2010). How high is the tramping track? Mathematising and applying in a calculus model-eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal*, 22 (2), 141-157.
- Zbiek, R. M., and Conner, A. (2006). Beyond motivation exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics* (69), 89-112.
- Zöttl, L., Ufer, S., and Reiss, K. (2011). Assessing modelling competencies using a multidimensional IRT approach. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 427-437). New York: Springer.

## **8. EKLER**



## EK 1. İzin Formu

Sayın katılımcı,

Katılımınıza sunulan “Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi” başlıklı çalışmada amaç, bir öğrenme ortamı boyunca matematiksel modelleme yeterliklerinizin incelenmesidir. Bu bağlamda araştırmacı Arş. Gör. Funda AYDIN GÜÇ tarafından yapılan bilgilendirme toplantısında çalışmanın yapısı, amacı, kapsamı, ne yapmanız istendiği ve muhtemel süresi hakkında sözlü olarak bilgilendirildiniz ve aklınıza takılan soruları sorma fırsatı buldunuz. Bu çalışmada hiçbir şekilde kimliğinizi ortaya çıkararak bilgilere yer verilmeyecektir. Bu doğrultuda aşağıda belirtilen maddeleri kabul ediyorsanız çalışmaya gönüllü olarak katıldığınızı onaylamış olacaksınız.

Çalışmaya katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

Arş. Gör. Funda AYDIN GÜÇ

1. Çalışma boyunca tüm kurallara uyacağıma, araştırmacı ile tam bir uyum içinde çalışacağıma ve konuyla ilgili herhangi bir sorun çıktığında hemen onu arayacağıma kabul ediyorum.
2. Bu çalışma sonuçlarının kullanılmasını kısıtlamayacağıma ve yayın, rapor ve benzeri bilimsel dokümanlarda kullanabileceğini kabul ediyorum.
3. Bu çalışmadan istediğim zaman çıkabileceğimi anladım.

OKUDUM VE ONAYLADIM.

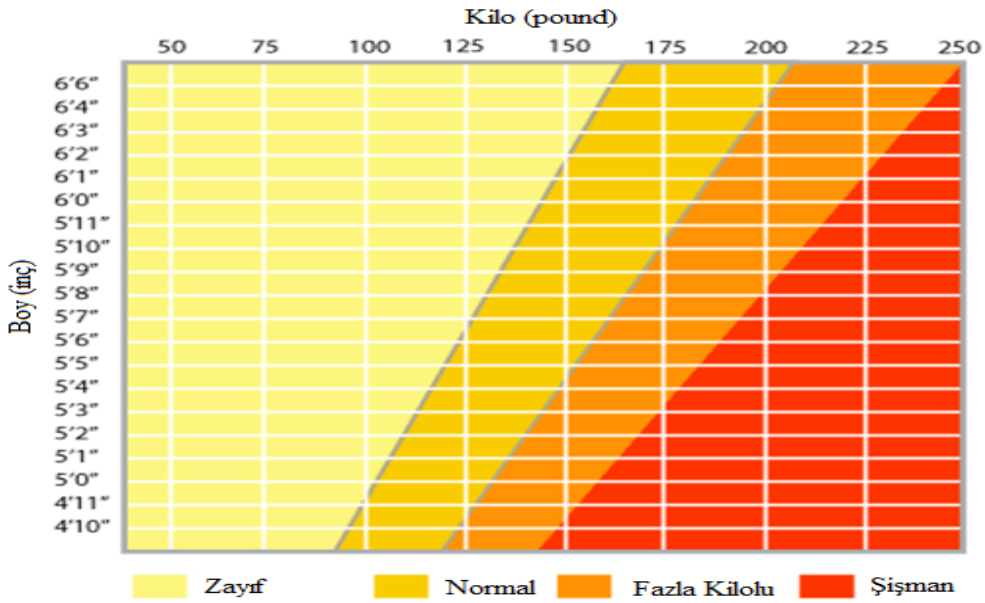
Katılımcının Adı ve Soyadı:

Tarih:

## EK 2. Öğrenme Ortamında Kullanılan Model Oluşturma Etkinlikleri

**Vücut Kitle Endeksi\***

Vücut kitle endeksi yetişkin bir insanın kilosunun boyuna göre normal olup olmadığını gösteren bir parametredir. Aşağıda görülen Vücut Kitle Endeksi (VKE veya VKİ) tablosunda pound cinsinden kilonuz ve inç cinsinden boyunuzun kesiştiği noktanın içinde bulunduğu alan kilonuzun ideal olup olmadığını öğrenebilirsiniz. Eğer mevcut kilonuz ideal kilonuzun altında ya da üstünde ise bu kiloya ulaşabilmek için izlenecek yol, kısa sürede fazla miktarda kilo kaybetmek ya da almak değil, sağlıklı kilo kaybını/kazancını sağlamak ve bu kiloyu uzun dönemde korumaktır.



Vücut Kitle Endeksi nasıl hesaplanır?

Kilonuzun normal olup olmadığını belirlemek için yukarıdaki grafiği bilmenize gerek yoktur. Bunun için Dünya Sağlık Örgütü bir endeks önermektedir. Belçikalı Matematikçi Adolphe Quetelet'in 1832 yılında geliştirdiği matematiksel model aşağıda verilmiştir: A pound cinsinden ağırlık, B inç cinsinden boy olmak üzere

$$E = \frac{0,455 \times A}{(0,0254 \times B)^2}$$

şeklinde dir. Sonuç olarak elde edilen değer yani beden kitle endeksi aşağıdaki aralıklarda değerlendirilir.

**0-18.4: Zayıf**

Boyunuza göre uygun ağırlıkta olmadığınızı, zayıf olduğunuzu gösterir. Zayıflık, bazı hastalıklar için risk oluşturan ve istenmeyen bir durumdur. Boyunuza uygun ağırlığa erişmeniz için yeterli ve dengeli beslenmeli, beslenme alışkanlıklarınızı geliştirmeye özen

göstermelisiniz.

**18.5-24.9:** Normal

Boyunuza göre uygun ağırlıkta olduğunuzu gösterir. Yeterli ve dengeli beslenerek ve düzenli fiziksel aktivite yaparak bu ağırlığınızı korumaya özen gösteriniz.

**25.0-29.9:** Fazla Kilolu

Boyunuza göre vücut ağırlığınızın fazla olduğunu gösterir. Fazla kilolu olma durumu gerekli önlemler alınmadığı takdirde pek çok hastalık için risk faktörü olan obeziteye (şişmanlık) yol açar.

**30.0-34.9:** Şişman (Obez) - I. Sınıf

Boyunuza göre vücut ağırlığınızın fazla olduğunu bir başka deyişle şişman olduğunuzun bir göstergesidir. Şişmanlık, kalp-damar hastalıkları, diyabet, hipertansiyon v.b. kronik hastalıklar için risk faktörüdür. Bir sağlık kuruluşuna başvurarak hekim / diyetisyen kontrolünde zayıflayarak normal ağırlığa inmeniz sağlığınız açısından çok önemlidir. Lütfen, sağlık kuruluşuna başvurunuz.

**35.0-44.9:** Şişman (Obez) - II. Sınıf

Boyunuza göre vücut ağırlığınızın fazla olduğunu bir başka deyişle şişman olduğunuzun bir göstergesidir. Şişmanlık, kalp-damar hastalıkları, diyabet, hipertansiyon v.b. kronik hastalıklar için risk faktörüdür. Bir sağlık kuruluşuna başvurarak hekim / diyetisyen kontrolünde zayıflayarak normal ağırlığa inmeniz sağlığınız açısından çok önemlidir. Lütfen, sağlık kuruluşuna başvurunuz.

**45.0 ve üstü:** Aşırı Şişman (Aşırı Obez) - III. Sınıf

Boyunuza göre vücut ağırlığınızın fazla olduğunu bir başka deyişle şişman olduğunuzun bir göstergesidir. Şişmanlık, kalp-damar hastalıkları, diyabet, hipertansiyon v.b. kronik hastalıklar için risk faktörüdür. Bir sağlık kuruluşuna başvurarak hekim / diyetisyen kontrolünde zayıflayarak normal ağırlığa inmeniz sağlığınız açısından çok önemlidir. Lütfen, sağlık kuruluşuna başvurunuz.

**Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda sağlıklı kiloya sahip misiniz? Araştırınız.**

Bu modeli göz önünde bulundurarak sorulan soruyu aşağıdaki yönergeleri izleyerek cevaplandırınız.

\*Bu etkinliğin bağlamı ile ilgili bazı bilgilere URL-2'den ulaşılmıştır.

1. Ne öğrenmek istiyorsunuz?
2. Bireyin sağlıklı kiloya sahip olmasında hangi değişkenler önemlidir?

3. Verilen modelde hangi değişkenler göz önünde bulundurulmuştur? (Hangi değişkenler en önemlidir?)
4. Hangi değişkenleri ihmal edilmiştir? Neden?
5. Hangileri değişmezdir?(Parametreler nelerdir?)
6. Sağlıklı kiloya sahip olup olmadığınızı belirlemek için oluşturulmuş olan matematiksel modelde yapılmış olan varsayımlar nelerdir?
7. Belirlemiş olduğunuz önemli değişkenler ve mevcut model arasındaki ilişkiyi açıklayınız.
8. Verilen modeli mümkün olduğunca basit ve kullanışlı olacak şekilde yeniden ifade edebilir misiniz?

9. Eğer uygunsa problem durumuyla ilgili diyagram çiziniz veya grafiksel olarak gösterimler yapınız. (Yeni modelinize de uygun olabilir.)
10. Oluşturduğunuz yeni model probleme hitap ediyor mu? Nedenleri ile açıklayınız.
11. Oluşturduğunuz model herkes tarafından aynı şekilde algılanıyor mu? Açıklayınız.
12. Oluşturduğunuz modelin bir genellemesi yapılabilir mi? Açıklayınız.
13. Sizin modeliniz niçin uygun? Grup arkadaşlarınızla bir savunma hazırlayınız.

### Çikolata Fabrikası



Bir çikolata fabrikasında bir kutu çikolata 8 liraya satılmakta ve yılda maksimum 200.000 kutu çikolata üretebilmektedir.  $x$  bin kutu çikolata için üretim masrafı  $3500x-8x^2$  ve fabrikanın yıllık sabit gideri 215.000 liradır. Bu fabrika 2011 yılında 150.000 kutu çikolata üretip tamamını satmışsa ne kadar kar elde etmiştir?

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda, probleme uygun matematiksel model oluşturmak için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Ne biliyorsunuz?
2. Bir fabrikanın karını belirleyen değişkenler nelerdir?
3. Hangi değişkenler en önemlileridir?
4. Hangi değişkenleri ihmal edebilirsiniz?
5. Hangileri değişmezdir?(parametreler nelerdir?)
6. Eğer uygunsa problem durumunu grafik veya diyagram yardımıyla gösteriniz.

7. Bir fabrikanın karını hesaplamak için yapmanız gereken varsayımlar var mıdır? Varsa bu varsayımlar nelerdir?
8. Daha sonra detaylandırmak üzere, bir fabrikanın karını belirleyecek başlangıç ölçütde bir matematiksel model oluşturunuz. (Bir fabrikanın karını veren en basit matematiksel modeli belirleyiniz)
9. Değişkenler ve başlangıç modeliniz arasındaki ilişkileri açıklayınız. (Hangi değişkenler arası hangi ilişkiler vardır? Bu ilişkiler modeli oluşturmanızı nasıl etkiledi?)
10. Oluşturduğunuz başlangıç modelini, varsayımlarınız ve belirlemiş olduğunuz değişkenleri göz önünde bulundurarak, probleme uygun şekilde detaylandırabilir misiniz?
11. Detaylandırduğunuz modeli mümkün olduğunca basit şekilde ifade edebilmek için gerekli sadeleştirmeleri yapınız?
12. Modeli oluştururken problemde verilen bilgilerden göz ardı ettiğiniz bilgiler var mı? Eğer var ise, göz ardı etme sebeplerinizi açıklayınız.

13. Oluşturmuş olduğunuz model herkes tarafından aynı şekilde anlaşılacak şekilde açık mıdır? Açıklayınız. Değil ise gerekli düzenlemeleri yapınız.
14. Oluşturmuş olduğunuz model sadece verilen durum için mi geçerlidir? Yoksa farklı durumlar için de geçerli midir? (Örneğin, modeliniz fabrika maksimum kapasite çalıştığında elde edilen karı gösterir mi?) Açıklayınız.
15. Verilen probleme benzer bir problem oluşturunuz.
16. Verilen probleme uygun olarak oluşturduğunuz matematiksel modeliniz, oluşturduğunuz yeni problem durumu için de geçerli mi? Düşünceleriniz nedenleri ile açıklayınız.
17. Modelin bir genellemesi yapılabilir mi? Veya hangi durumlar için oluşturmuş olduğunuz model genellenebilir? Açıklayınız.
18. Modelin doğruluğunu gerçek veriler kullanarak test ediniz. Bunun için hangi verileri toplamaya ihtiyacınız var?



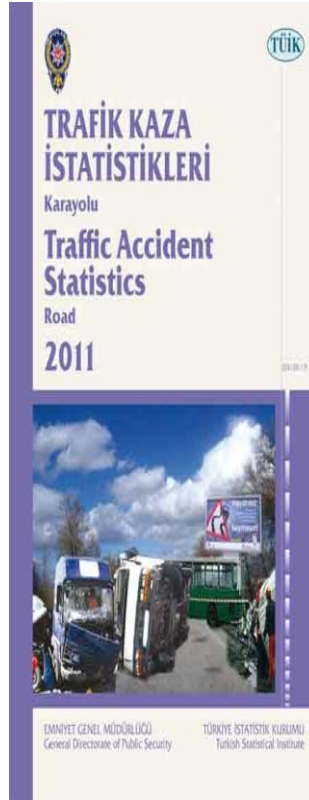
19. Oluşturduğunuz model en iyi model midir? Neden?
20. Farklı bir model oluşturulabilir mi? Açıklayınız.
21. Sizin modeliniz niçin uygun? Grup arkadaşlarınızla bir savunma hazırlayınız.
22. Arkadaşlarınızın modelleri yanında sizinkinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?



4. Modelin bir genellemesi yapılabilir mi? Veya hangi durumlarda genelleme yapılabilir? Açıklayınız.
5. Modelin doğruluğunu gerçek veriler kullanarak test ediniz. Bunun için hangi verileri toplamaya ihtiyacınız var?
6. Farklı bir model oluşturulabilir mi? Açıklayınız.
7. Sizin modeliniz niçin uygun? Grup arkadaşlarınızla bir savunma hazırlayınız.
8. Arkadaşlarınızın modelleri yanında sizinkinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?

### TRAFİK KAZA İSTATİSTİKLERİ\*

Trafik kazalarına ilişkin veriler 1955 yılından itibaren *Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)* tarafından derlenmeye başlanmıştır. *Trafik kazaları ile ilgili verilerin toplamasındaki amaçlar*; karayolu trafik kaza ve sonuçlarına ilişkin istatistikleri üretmek, uluslararası karşılaştırmalara olanak sağlamak, karar alıcıların alacağı tedbirlere ışık tutacak bilgileri elde etmek ve çeşitli araştırmalara veri hazırlamak, yurt içi ve yurt dışı bilgi taleplerine cevap vermek olarak açıklanmaktadır.



1.1 Nüfus, sürücü belgesi, kaza, ölü ve yaralı sayısı, 2002-2011

Number of driver licence, persons killed, persons injured, motor vehicles and population, 2002-2011

	Nüfus Population (Bin) (Thousand)	Sürücü belgesi olan kişi sayısı Number of persons with driver licence	Toplam - Total			
			Toplam kaza Total accidents	Ölümlü, yaralanmalı kaza Accidents involving death and personal injury	Ölü sayısı Number of persons killed	Yaralı sayısı Number of persons injured
2002	69 626	14 994 960	439 777	65 748	4 093	116 412
2003	70 231	15 488 493	455 637	67 031	3 946	118 214
2004	71 794	16 151 623	537 352	77 008	4 427	136 437
2005	72 065	16 958 895	620 789	87 273	4 505	154 086
2006	72 974	17 586 179	728 755	96 128	4 633	169 080
2007	70 586	18 422 958	825 561	106 994	5 007	189 057
2008	71 517	19 377 790	950 120	104 212	4 236	184 468
2009	72 561	20 460 739	1 053 346	111 121	4 324	201 380
2010	73 723	21 548 381	1 106 201	116 804	4 045	211 496
2011	74 724	22 798 282	1 228 928	131 845	3 835	238 074

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından 2011 yılında hazırlanan trafik kaza istatistikleri yukarıda verilmiştir. 2006 yılından itibaren elde edilen verilere göre 2013 yılında yaşanacak trafik kazalarındaki ölü sayısı tahmin edilerek, alınmış mevcut tedbirlerin yeterli olup olmadığının belirlenmesi ve gerekli ise yeni tedbirlerin alınması isteniyor. Mevcut tedbirlerin yeterli olup olmadığını araştırınız.

\*Bu etkinliğin bağlamı ile ilgili bazı bilgilere URL-4'den ulaşılmıştır.

1. Matematiksel model oluşturabilmek için yapmanız gereken varsayımlar nelerdir?

2. 2013 yılındaki trafik kazaları kaynaklı ölü sayısını tahmin etmek için matematiksel model oluşturunuz.
3. Oluşturmuş olduğunuz matematiksel modele göre 2013 yılındaki trafik kazaları kaynaklı ölü sayısının kaç olması beklenmektedir?
4. Oluşturmuş olduğunuz matematiksel modelin uygun olup olmadığını gerçek veriler ile test ediniz.
5. Modeliniz genellenebilir mi? Veya hangi durumlarda genelleme yapılabilir? Açıklayınız.
6. Arkadaşlarınızın modelleri yanında sizinkinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?

## Halka arz

**LEMAN HOLDING 2013'TE HALKA ARZ EDİLEBİLİR**

**Leman Holding, 2013'te halka açılma planları yapıyor!**



Toptan ticaret alanında faaliyet gösteren Leman Yatırım, eğer koşullar uygun olursa 2013'te halka arz edilebilir.

2010 yılında yeni kurulan bir holdingin yöneticileri bir basın toplantısı ile firmalarını tanıtmışlardır. Tanıtımda dikkat çeken önemli hususlar ise gazeteciler tarafından kaleme alınmıştır. Bir gazetede holding için şunlar yazmaktadır:

“ Holding güçlü bir alt yapıyla kurulmuş. Yöneticiler bu işe önemli sermayeler aktarıldıklarını, satışlardan elde edilen gelirin kendi sermayeleri ile satışlarının sonunda 20 milyon TL'ye kadar büyüyeceğini tahmin ettiklerini ve 2013 yılında hisselerin belli bir oranın halka arz edilebileceğini söylüyorlar.”

Bu haberden iki yıl sonra holdingle

ilgili gazetenin ekonomi sayfasında bir haber daha çıkıyor:

“Firma yetkilileri iki yıl önce kurulan holdingin satışlardan elde edilen gelirin 4 milyon TL ye ulaştığını ve firmanın kuruluşunda hedefleri olan 20 milyon TL'ye hızla ilerlediklerini belirttiler. Ayrıca firmanın daha büyük kazançlara imza atabilmesi için, firma kuruluşunda 2013 olarak belirlenen halka arzın ancak satışlardan elde edilen gelirin 15 milyon TL'ye ulaşmasıyla gerçekleşebileceğini dile getirdiler.”

Bu haberleri okuyup firmanın büyük kazançlar sağlayacağını düşünen ve firmaya yatırım yapmak isteyen bir kişinin firmanın halka arz edilmesini beklemesi gereken yılı tahmin etmek için matematiksel model oluşturunuz.

1. Oluşturmuş olduğunuz matematiksel modele göre firmaya yatırım yapmak isteyen bir kişi kaç yıl beklemelidir?
2. Arkadaşlarının modelleri yanında seninkinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?



### ***İlaç dozlarının belirlenmesi***

İlaçların verilmesinde dikkat edilecek en önemli nokta ilaç dozunu doğru olarak hesaplamaktır. İlacın az verilmesi hastalığa yol açan mikroorganizmaya etki etmez ve tedavide istenen sonuç elde edilemez. İlacın fazla dozda verilmesi ise metabolizmayı olumsuz yönde etkileyebilir veya zehirlenmelere yol açabilir. Bunun için hastaya verilecek ilaç, bazı durumlar göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır. Bu yüzden **ilaç doz hesaplaması** oldukça önemli bir konudur ve yanlışlıklara gelemez. Dolayısıyla bazı ilaçların prospektüsünde ilacın belirli bir dozdan ve belirli bir süreden fazla kullanılmaması gerektiği yazar.

Sizden istenen uzun süre ilaç kullanımından en çok zarar gören organlardan biri olan karaciğerin, belirlediğiniz bir ilaçtan en az ölçüde etkileneceği ve ilacın mikroorganizmalara yeterli seviyede etki edeceği doz miktarını ve ilacın kullanım süresini belirlemenizdir.

EK 3. Öğrenme Ortamının Etkililiğın Belirlenmesinde Kullanılan Model Oluşturma Etkinlikleri

**MEYVE SUYU KUTUSU\***



İçecek üreten firmalar teneke kutuların boyutlarını içeceğın ml sine göre belirlerler. Piyasaya sürülecek içecek 330 ml ise kısa ve tombul kutular tercih edilirken, içecek 200 ml olduğunda daha uzun ve dar kutular tercih edilir. Eğer 330 ml içecek alan ve elle tutularak içilebilecek bir teneke kutu yapmak isteniyorsa, en az miktarda malzeme

kullanarak yapılacak olan teneke kutunun ölçüleri ne olmalıdır?

\*Bu etkinliğin bağlamı ile ilgili bazı bilgilere URL-1'den ulaşılmıştır.



**İHRACAT GELİRİ\***

Ekonomik kalkınmanın sağlanması ve yüksek milli gelire sahip olmanın çözümü olarak görülen ihracat, ülkemiz ekonomisi açısından da çok önemli bir role sahiptir. 1980'li yıllardan itibaren kalkınmasını ihracata dayalı kalkınma modeli çerçevesinde belirleyen Türkiye, uygulanan politikalar sonucunda bu yolda çok önemli aşamalar kaydetmiş bulunmaktadır.

Türkiye'nin gelecek yıllardaki ihracat gelirinin ne kadar olacağını tahmin ediniz.

\*Bu etkinliğin bağlamı ile ilgili bazı bilgilere URL-5'den ulaşılmıştır.

## NÜKLEER ENERJİ: Dünyada Nükleer Enerjinin Üretim Durumu Nedir?\*



İlk nükleer santral olan Obninsk Nükleer Güç Santrali, 1954 yılında Sovyetler Birliği tarafından kurulmuştur. Ardından da 1970'li yılların başına kadar düşük kapasiteye sahip nükleer santraller kurulmaya devam etmiştir. 1970'li yılların başında petrol fiyatlarının iki katına çıkması yüksek

kapasiteli nükleer santrallerin kurulmasını hızlandırmış ve nükleer santral sayısında büyük artış olmuştur. 1980'lerin sonuna doğru nükleer enerjiye olan talep artışı azalma eğilimine geçmiş ve 1990'lı yıllardan itibaren durağanlaşmıştır. Bunun nedenin Three Mile Island (1979, ABD) ve Çernobil (1986, Sovyetler Birliği) nükleer kazalarının olduğu söylenebilir de asıl etkenler dünya ekonomisinde oluşan yavaşlama ve doğalgazın enerji piyasasına girmesidir.

Tüm bu olumsuzluklara rağmen Dünya nükleer enerji üretimi 2000 yılında 400.000 megawatt'a kadar ulaşmıştır. 2010 yılında elde edilen verilere göre ise, yeni santraller kurulmadığı takdirde, mevcut santrallerin üretebileceği nükleer enerji maksimum 441.00 megawatt'tır.

Bu bilgilere göre, istenilen herhangi bir yıldaki nükleer enerji üretimini tahmin etmeniz istense, nasıl bir yol izlersiniz?

\*Bu etkinliğin bağlamı ile ilgili bazı bilgilere URL-6'den ulaşılmıştır.

#### EK 4. Analitik Puanlama Anahtarı

MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİLİKLERİ DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ VE TKİ ETKİNLİĞİ İÇİN ÖLÇÜT 3 DÜZEYİNDEKİ ÖĞRENCİ ÇALIŞMALARINA ÖRNEKLER				
Ölçütler Yeterlikler ve Alt Yeterlikler	Hiçbir yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	Yetersiz performans (Ölçüt 1)	Hatalı ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	Eksiksiz performans (Ölçüt 3)
<b>A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği</b>				
A1. Problem için varsayımlarda bulunma	Varsayımda bulunmadı ya da bulunan varsayımlar probleme uygun değil	Varsayımda bulunmaya çalışıldı ancak problemi basitleştirmek için yeterli değil	Problemi basitleştirebilecek varsayımlarda bulunuldu, gerekçeler ile açıklanmadı veya varsayımlarda bazı küçük, önemsiz mantıksal hatalar bulunmakta	Problemi basitleştirebilecek varsayımlarda bulunuldu, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Trafik kazalarındaki ölümlerin sadece kazalardan kaynaklandığını varsayalım. Belki kazadan kaynaklı değil de korku ya da başka bir hastalığa dayalı olarak kazadan sonra gerçekleşen ölümler olabilir.
A2. Problem durumunu sadeleştirme	Problem durumunu sadeleştirilemedi	Problem durumu sadeleştirilmeye çalışıldı ancak model oluşturabilmek için yeterli değil	Model oluşturabilmek için sadeleştirmelerde bulunuldu ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut veya gerekçeler ile açıklanmadı.	Model oluşturabilmek için oldukça iyi sadeleştirmelerde bulunuldu. Örn: Trafik kazalarındaki ölü sayısı birçok değişkene bağlı olabilir. Mesela ehliyeti olmayıp araba kullananların yaptığı kazalarda da ölümler olabilir. Bunların sayısını bilmemiz gerekir. Bu kontrol altına alamayacağımız uç bir durum.
A3. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme ve bunları isimlendirme	Durumu etkileyen nicelikler belirlenemedi, yada belirlenen değişkenler hedef modele uygun değil.	Durumu etkileyen nicelikler belirlenmeye ve isimlendirilmeye çalışıldı ancak model oluşturabilmek için yeterli değil	Durumu etkileyen nicelikler belirlendi ve isimlendirildi ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut	Durumu etkileyen nicelikler oldukça iyi belirlendi ve isimlendirildi, gerekçeler ile açıklandı. Örn: trafik kazalarındaki ölü sayısı alınan önlemler, yolların durumu, trafik yoğunluğu, ehliyet alma koşulları, trafik yardım ve ilk yardım durumlarının gelişmişliği ve bu değişkenlerin yıllara göre durumu gibi birçok değişkene bağlıdır.

A4. Durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme	Durumu etkileyen anahtar değişkenler belirlenmedi	Durumu etkileyen anahtar değişkenler belirlenmeye çalışıldı ancak model oluşturabilmek için yeterli değil.	Durumu etkileyen anahtar değişkenler belirlendi ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut veya gerekçeler ile açıklanmadı.	Durumu etkileyen anahtar değişkenler oldukça iyi belirlendi, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Bizden gelecek bir yıldaki trafik kazalarından kaynaklı ölü sayısı isteniyor. Yıllarla göre değişimi inceleyerek gelecek yılı tahmin etmeliyiz.
A5. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma	Değişkenler arası ilişki oluşturulamadı yada oluşturulan ilişkiler geçerli değil	Değişkenler arası ilişkiler oluşturulmaya çalışıldı ancak model oluşturabilmek için yeterli değil ya da tek değişkene odaklanıldı.	Değişkenler arası ilişkiler oluşturuldu ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut ya da anahtar değişkenler göz ardı edildi.	Anahtar değişkenler de dahil olmak üzere değişkenler arası ilişkiler oldukça iyi şekilde belirlendi, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Eğer ehliyet alma koşulları güçleştirilmiş, eğitimler artırılmış ise trafik kazalarından kaynaklı ölü sayısı azalır. Dolayısıyla sürücü belgesi arttıkça kaza sayısı artsa da ölü sayısı azalır. Eğer yıldan yıla ilk yardım durumlarında iyileşme yapıldıysa kaza sayısı artsa da ölü sayısı azalır.
A6. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme	Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgiler bulunamadı	Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgiler bulunmaya çalışıldı ancak model oluşturmak için yeterli değil	Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgiler bulundu ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut	Problemi çözmek için oldukça iyi uygun ve ulaşılabilir bilgiler bulundu. Örn: Ehliyeti olmadan trafiğe çıkarılmanın sayısına ulaşamayız. Bu etkinlikte veriler verilmemiş olsaydı, belirlenen değişkenlere ait verilere ulaşma.
A7. Problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgileri ayırt etme	Problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgiler ayırt edilemedi	Problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgiler ayırt edilmeye çalışıldı ancak yeterli değil	Problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgiler ayırt edildi ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut	Problemi çözmek için ilgili / ilgisiz bilgiler oldukça iyi ayırt edildi. Örn: Ülke nüfusu, sürücü belgesi sayısı, toplam kaza sayısı, ölümlü yaralanmalı kaza, yaralı sayısı varsayımlarımıza bağlı olarak ilgisiz verilerdir. Bizi ilgilendiren yıllara göre değişen ölü sayısıdır.

**B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği**

<p>B1. İlgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme</p>	<p>İlgili nitelik/nicelikler matematiksel olarak ifade edilmedi yada ifadeler probleme uygun değil veya geçersiz</p>	<p>İlgili nitelik/nicelikler matematiksel olarak ifade edilmeye çalışıldı ancak model oluşturmak için yeterli değil</p>	<p>İlgili nitelik/nicelikler matematiksel olarak ifade edilmedi ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut veya gerekçeler ile açıklanmadı.</p>	<p>İlgili nitelik/nicelikler matematiksel olarak ifade edildi, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Yıllara göre trafik kazalarından kaynaklı ölü sayısı genel olarak azalmış. 2007'den 2008'e 771, 2009'dan 2010'a 279, 2010'dan 2011'e 210 azalma var. Ancak 2006'dan 2007'e 374, 2008'den 2009'a 88 artma var.</p>
<p>B2. İlgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematiksellemeye yada yapılan matematiksellemeler probleme uygun değil veya geçersiz</p>	<p>İlgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkiler matematiksellemeye çalışıldı ancak model oluşturmak için yeterli değil</p>	<p>İlgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkiler matematiksellemeye çalışıldı ancak model oluşturmak için yeterli değil</p>	<p>İlgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkiler matematiksellemeye çalışıldı ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut veya gerekçeler ile açıklanmadı.</p>	<p>İlgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkiler oldukça iyi matematiksellemeye çalışıldı. Örn: Genel olarak bir azalma var. Veriler doğrusal bir azalış gösteriyor. Verileri temsil edecek en uygun doğru denklemini yazma [(y-y<sub>0</sub>)=m(x-x<sub>0</sub>) gibi].</p>
<p>B3. Gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme</p>	<p>Gerekli olduğu halde ilgili niceliklerin sayısını azaltmadı ve nicelikleri sadeleştirme yapılmadı yada yapılan sadeleştirmeler geçersiz</p>	<p>İlgili niceliklerin sadeleştirilmesi hakkında yorum yapıldı ancak yorum davranışa dönüştürülmesi ya da sadeleştirmeler kullanışlılık açısından yeterli değil.</p>	<p>İlgili niceliklere yönelik sadeleştirmeler yapıldı ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut ya da yapılan sadeleştirmelerin model etkileyip etkilemediği incelenmedi.</p>	<p>İlgili niceliklere yönelik sadeleştirmeler oldukça iyi şekilde yapıldı, modeli etkileyip etkilemediği incelendi, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Yıllara göre ortalama değişim 159,6. Kişi sayısından bahsettiğimiz için 160'a yuvarlamak, tahmindeki yanılmayı çok az değiştirir. Çünkü tahminlerimiz dört haneli sonuçlar olacaktır. Bu sadeleştirmeyi yapabiliriz.</p>
<p>B4. Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme</p>	<p>Gerekli olduğu halde ilişkilerin sayısı ile karmaşıklığı azaltılmadı yada yapılan düzenlemeler geçersiz</p>	<p>İlişkilerin sayısı ile karmaşıklığı azaltılmaya çalışıldı ancak kullanışlılık açısından farklılık yok.</p>	<p>İlişkilerin sayısı ile karmaşıklığı geçerli şekilde azaltıldı ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut.</p>	<p>İlişkilerin sayısı ile karmaşıklığı oldukça iyi şekilde azaltıldı, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Oluşturulan matematiksel modeli kullanışlı hale getirmek için gerekli düzenlemeleri yapma (y=ax+b formuna dönüştürme gibi)</p>

B5. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme	Herhangi bir matematiksel gösterim seçilmedi yada verilen duruma uygun olmayan veya geçersiz bir matematiksel gösterim seçildi.	Uygun matematiksel gösterim seçilmeye çalışıldı ancak model oluşturmak için yeterli değil ya da bazı bölümlerde önemli hatalar mevcut.	Çözümüne ulaştırılacak uygun matematiksel gösterimler olduğunda iyi şekilde seçildi, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Verilerin grafiksel temsili oluşturuldu. Verileri temsil eden en uygun doğrusal modelleri belirleme ve modelleri test ederek en uygun matematiksel modele karar verme.
<b>C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği</b>			
C1. Buluşsal stratejiler kullanma (Problemi daha küçük parçalara bölme, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme, probleme farklı bir formda bakma, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi)	Buluşsal bir strateji kullanılmadı veya problem çözümüne uygun olmayan buluşsal stratejiler kullanıldı.	Problem çözümüne yardımcı olacak bazı buluşsal stratejiler kullanılmaya çalışıldı ancak problemi çözmek için yeterli değil	Problem çözümüne yardımcı olacak buluşsal stratejilerden oldukça iyi yararlandı, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Verilerin bir kısmını dikkate alarak probleme çözüm getirmek veya benzer formdaki TÜFE etkinliği ile ilişki kurarak modeli kullanma.
C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma	Problemi çözmek için matematiksel bilgi kullanılmadı veya kullanılan bilgi çözüme ulaşmak için uygun değil.	Problemi çözmek için matematiksel bilgi kullanıldı ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut	Problemi çözmek için matematiksel bilgi oldukça iyi kullanıldı. Örn: Geliştirilen doğrusal modelde, bilinen verileri doğru bir şekilde yerine yazarak istenen bilgiye matematiksel olarak doğru bir şekilde ulaşma.
<b>D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği</b>			
D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlanmadı veya yapılan yorumlar geçersiz	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlanmaya çalışıldı ancak gerçek durum için yeterli değil	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda oldukça iyi şekilde yorumlandı, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Elde edilen sonuç negatif ise bu durumun ölü sayısının negatif olduğu, yani doğumların olduğu anlamına gelmediğini, bu durumun doğrusal bir azalış varsayımından kaynaklandığını belirleme.

D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Özel bir durum için geliştirilen çözümler genellenmedi veya yapılan genellemeler geçersiz	Özel bir durum için geliştirilen çözümler genellenmeye çalışıldı ancak gerçek durum için yeterli değil ya da geçerli olduğu dile getirildi ancak geçerli olabileceği durumlar açıklanmadı.	Özel bir durum için geliştirilen çözümler genellendi ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut veya gerekçeler ile açıklanmadı.	Özel bir durum için geliştirilen çözümler oldukça iyi şekilde genellendi, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Oluşturulan matematiksel modelin sadece bu değişim oranında azalış olan doğrusal durumlarda genellenebilir olduğunun farkına varma ve bu doğrultuda genel bir matematiksel model oluşturma [( doğrusal bir değişim için; tahmini ölü sayısı= veriyi temsil eden değişim oranı x temel alınan yıldan istenen yıla geçen süre+temel alınan yıldaki ölü sayısı) gibi]
<b>E. Çözümü doğrulama yeterliği</b>				
E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma	Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapılmadı veya uygun olmayan yansımalar yapıldı	Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapılmaya çalışıldı ancak modeli doğrulamak için yeterli değil	Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapıldı ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut ya da neden doğru ve kullanışlı olduğundan biri gerekçeler ile açıklandı.	Bulunan çözümler üzerine gerekli yansımalar oldukça iyi şekilde yapıldı, neden doğru ve kullanışlı olduğu gerekçeler ile açıklandı. Örn: Matematiksel olarak yürütülen çalışmaların doğru olup olmadığını kontrol etme. Yapılan sadeleştirmelerin, oluşturulan doğrusal modelin ve model ile yapılan çözümlerin doğruluğunun matematiksel olarak kontrolünün yapılması.
E2. Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma	Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapılmadı yada uygun olmayan kontroller yapıldı	Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapılmaya çalışıldı ancak modeli doğrulamak için yeterli değil	Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapıldı ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut veya gerekçeler ile açıklanmadı.	Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller oldukça iyi şekilde yapıldı, gerekçeler ile açıklandı. Örn: Gerçek veriler ile oluşturulan matematiksel modelden elde edilen verileri karşılaştırma. Ortaya çıkan farkın, varsayımlar ve model oluşturmak için seçilen kısıtlı verilerden kaynaklandığını açıklama. Farkın bağlam için önemli olup olmadığını yorumlama, modelin uygun olup olmadığına karar verme.

<p>E3. Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme</p>	<p>Çözümlerin durum ile tutarlı olmadığı durumda, modelin uygun kısımları gözden geçirilmedi veya modelleme sürecinden tekrar geçilmedi, yada tutarsızlığın sebebi belirlenmedi</p>	<p>Çözümlerin durum ile tutarlı olmadığı durumda, modelin uygun kısımları gözden geçirilmeye veya modelleme sürecinden tekrar geçilmeye çalışıldı ancak gözden geçirmeler doğruluğu sağlamak için yeterli değil veya matematiksel işlemleri kontrol etmeden ibaret.</p>	<p>Çözümlerin durum ile tutarlı olmadığı durumda, modelin uygun kısımları gözden geçirildi veya modelleme sürecinden tekrar geçildi ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut veya gerekçeler ile açıklanmadı.</p>	<p>Çözümlerin durum ile tutarlı olmadığı durumda, modelin uygun kısımları gözden geçirildi veya modelleme sürecinden tekrar geçildi, bu süreç oldukça iyi şekilde gerçekleştirildi, gerekçeler ile açıklandı.</p> <p>Örn: Oluşturulan matematiksel modelden elde edilen sonuçlar ile gerçek veriler arası farkın bağlam için uygun olmayacağına karar verilirse, ve bu durumun varsayımlardan kaynaklandığı belirlenirse, matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçme.</p> <p>Eğer bu durumun niceliklerin veya modelin sadeleştirilme süreci gibi süreçlerden kaynaklandığına karar verilirse, ilgili bölüme giderek tekrar çalışma ve süreci ilgili bölümden tekrar devam ederek tamamlama.</p>
<p>E4. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme</p>	<p>Problemin diğer çözüm yolları üzerine düşünülmeyi yada geçersiz yollar üzerinde düşünüldü</p>	<p>Problemin diğer çözüm yolları üzerine düşünülmeye çalışıldı ancak yeni bir model oluşturmak veya modeli doğrulamak için yeterli değil</p>	<p>Problemin diğer çözüm yolları üzerine düşünüldü ancak bazı küçük önemsiz hatalar mevcut veya farklı çözüm yolları yüzeysel olarak ifade edildi veya gerekçeler ile açıklanmadı.</p>	<p>Problemin diğer çözüm yolları üzerine oldukça kapsamlı düşünüldü ve farklı çözüm yolları oldukça ayrıntılı ifade edildi, gerekçeler ile açıklandı.</p> <p>Örn: Verileri temsil eden en uygun doğrunun hangisi olduğuna, seçilen uygun doğrulara küçük kareler yöntemini uygulayarak karar vermek yerine regresyon analizi ile verileri en uygun temsil eden doğruyu belirleme.</p>



EK 5. Etkinlikler için analitik puanlama anahtarı ile değerlendirme sonucu belirlenen alt-yeterlik ölçütleri

Tablo 26. VKİ Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı

Öğretmen Adayı Sayısı					
ALT YETERLİKLER	Hiçbir				Toplam
	yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	Yetersiz performans (Ölçüt 1)	Hatalı ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	Eksiksiz performans (Ölçüt 3)	
A1	1	0	2	6	9
A2	3	0	5	1	9
A3	2	0	4	3	9
A4	2	0	2	5	9
A5	5	4	0	0	9
A6	5	1	1	2	9
A7	2	0	2	5	9
B1	6	0	3	0	9
B2	9	0	0	0	9
B3	7	2	0	0	9
B4	6	1	2	0	9
B5	9	0	0	0	9
C1	9	0	0	0	9
C2	3	0	3	3	9
D1	4	2	0	3	9
D2	9	0	0	0	9
E1	5	0	1	3	9
E2	5	1	3	0	9
E3	6	2	1	0	9
E4	9	0	0	0	9

Tablo 27. ÇF Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı

Öğretmen Adayı Sayısı					
ALT YETERLİKLER	Hiçbir	Yetersiz performans (Ölçüt 1)	Hatalı ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	Eksiksiz performans (Ölçüt 3)	Toplam
	yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)				
A1	3	0	6	0	9
A2	3	0	6	0	9
A3	3	0	2	4	9
A4	4	1	0	4	9
A5	5	1	3	0	9
A6	9	0	0	0	9
A7	2	3	0	4	9
B1	5	0	4	0	9
B2	5	0	3	1	9
B3	5	1	2	1	9
B4	5	2	0	2	9
B5	5	3	0	1	9
C1	8	0	0	1	9
C2	7	1	0	1	9
D1	7	1	1	0	9
D2	6	2	1	0	9
E1	4	2	3	0	9
E2	6	2	1	0	9
E3	9	0	0	0	9
E4	8	1	0	0	9

Tablo 28. TÜFE Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı

Öğretmen Adayı Sayısı					
ALT YETERLİKLER	Hiçbir yaklaşım				Toplam
	yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	Yetersiz performans (Ölçüt 1)	Hatalı ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	Eksiksiz performans (Ölçüt 3)	
A1	8	1	0	0	9
A2	5	0	4	0	9
A3	1	4	4	0	9
A4	3	4	2	0	9
A5	2	4	2	1	9
A6	1	5	3	0	9
A7	1	7	1	0	9
B1	4	0	3	2	9
B2	0	2	6	1	9
B3	6	3	0	0	9
B4	6	0	1	2	9
B5	5	3	1	0	9
C1	9	0	0	0	9
C2	6	1	1	1	9
D1	5	3	1	0	9
D2	6	3	0	0	9
E1	2	1	6	0	9
E2	3	6	0	0	9
E3	9	0	0	0	9
E4	8	1	0	0	9

Tablo 29. TKİ Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı

Öğretmen Adayı Sayısı					
ALT YETERLİKLER	Hiçbir	Yetersiz	Hatalı	Eksiksiz	Toplam
	yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	performans (Ölçüt 1)	ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	performans (Ölçüt 3)	
A1	6	1	2	0	9
A2	5	0	4	0	9
A3	5	2	2	0	9
A4	2	3	0	4	9
A5	2	3	4	0	9
A6	9	0	0	0	9
A7	9	0	0	0	9
B1	5	2	2	0	9
B2	5	3	0	1	9
B3	6	0	1	2	9
B4	7	0	1	1	9
B5	6	2	1	0	9
C1	9	0	0	0	9
C2	6	1	0	2	9
D1	8	1	0	0	9
D2	7	2	0	0	9
E1	4	2	2	1	9
E2	4	3	2	0	9
E3	7	2	0	0	9
E4	9	0	0	0	9

Tablo 30. HA Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı

Öğretmen Adayı Sayısı					
ALT YETERLİKLER	Hiçbir				Toplam
	yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	Yetersiz performans (Ölçüt 1)	Hatalı ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	Eksiksiz performans (Ölçüt 3)	
A1	7	2	0	0	9
A2	5	3	1	0	9
A3	5	4	0	0	9
A4	1	2	4	2	9
A5	2	5	1	1	9
A6	9	0	0	0	9
A7	7	2	0	0	9
B1	2	5	2	0	9
B2	3	5	1	0	9
B3	9	0	0	0	9
B4	6	3	0	0	9
B5	7	1	1	0	9
C1	7	2	0	0	9
C2	3	3	3	0	9
D1	5	4	0	0	9
D2	9	0	0	0	9
E1	4	4	1	0	9
E2	5	4	0	0	9
E3	6	3	0	0	9
E4	8	1	0	0	9

Tablo 31. İD Etkinliğinde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı

Öğretmen Adayı Sayısı					
ALT YETERLİKLER	Hiçbir	Yetersiz	Hatalı	Eksiksiz	Toplam
	yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	performans (Ölçüt 1)	ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	performans (Ölçüt 3)	
A1	5	0	1	3	9
A2	6	0	1	2	9
A3	5	1	3	0	9
A4	5	0	0	4	9
A5	3	0	0	6	9
A6	7	0	0	2	9
A7	5	0	0	4	9
B1	6	0	0	3	9
B2	4	0	0	5	9
B3	6	0	0	3	9
B4	6	0	0	3	9
B5	4	1	0	4	9
C1	5	0	0	4	9
C2	4	1	1	3	9
D1	7	0	0	2	9
D2	6	3	0	0	9
E1	6	0	0	3	9
E2	6	0	0	3	9
E3	6	0	0	3	9
E4	9	0	0	0	9

Tablo 32. BP'lerde Yürütülen Çalışmaların Analitik Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilmesi Sonucu Belirlenen Yeterlik Ölçütlerindeki Öğretmen Adayı Sayısı

Öğretmen Adayı Sayısı					
ALT YETERLİKLER	Hiçbir	Yetersiz	Hatalı	Eksiksiz	Toplam
	yaklaşım yok ya da uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	performans (Ölçüt 1)	ancak geçerli performans (Ölçüt 2)	performans (Ölçüt 3)	
A1	1	0	2	6	9
A2	1	0	0	8	9
A3	3	1	1	4	9
A4	1	0	0	8	9
A5	1	0	0	8	9
A6	1	0	0	8	9
A7	1	0	0	8	9
B1	1	0	1	7	9
B2	1	0	2	6	9
B3	1	0	1	7	9
B4	3	0	0	6	9
B5	1	0	6	2	9
C1	1	2	3	3	9
C2	1	2	3	3	9
D1	4	3	0	2	9
D2	2	2	4	1	9
E1	1	2	3	3	9
E2	5	1	1	2	9
E3	7	2	0	0	9
E4	9	0	0	0	9

## 9. ÖZ GEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ

Funda AYDIN GÜÇ, 1986 yılında Giresun'da doğdu. İlkokulu Dereli Atatürk İlköğretim Okulu'nda, ortaokulu Giresun Mehmet Akif Ersoy Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini Giresun Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında Atatürk Üniversitesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Matematik Öğretmenliğini kazandı. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Matematik Öğretmenliği programına yatay geçiş yaptı ve 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim dalında doktora eğitimine başladı. 2009-2011 yılları arasında özel eğitim kurumlarında matematik öğretmenliği yaptı. 2011 yılında Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Matematik Eğitimi A.B.D.'da araştırma görevlisi unvanı ile göreve başladı. Halen bu göreve devam etmekte olup yabancı dili İngilizcedir.

### İLETİŞİM BİLGİLERİ

**Adres** : Giresun Üniversitesi, Güre Yerleşkesi, Hüseyin Hüsnü Tekişik Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Matematik Eğitimi A.B.D., Giresun.

**E-posta** : fundaydin05@gmail.com & funda.guc@giresun.edu.tr