MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Sibel BİLGİLİ

Doktora Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2022

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

(Developing the Mathematical Modeling Competencies of Mathematics Teachers)

DOKTORA TEZİ

Sibel BİLGİLİ

Danışman: Prof. Dr. Alper ÇİLTAŞ

Erzurum

Eylül, 2022

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Sibel Bilgili tarafından hazırlanan "Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi" başlıklı çalışması .. / .. / 202.. tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Esra BUKOVA GÜZEL *Dokuz Eylül Üniversitesi*	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Alper ÇİLTAŞ *Atatürk Üniversitesi*	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Muzaffer OKUR *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi*	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Yasin SOYLU *Atatürk Üniversitesi*	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. M. Hanifi ERCOŞKUN *Atatürk Üniversitesi*	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

…. / …. / 202..

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum "Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi" başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

27 / 09 / 2022.

Aslı ıslak imzalıdır

Sibel BİLGİLİ

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun …./…/…. tarih ve ……. sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun …./…/…. tarih ve ……. sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim boyunca fikirleriyle bana yol gösteren, benden desteğini esirgemeyen, anlayış sahibi değerli danışman hocam Prof. Dr. Alper ÇİLTAŞ'a en içten duygularımla teşekkür ederim.

Tez savunma jürimde bulunarak çalışmama destek sağlayan Prof. Dr. Yasin SOYLU, Doç. Dr. M.Hanifi ERCOŞKUN, Prof. Dr. Esra BUKOVA GÜZEL ve Prof. Dr. Muzaffer OKUR hocalarıma teşekkür ederim. Tez çalışmamın her aşamasında bana zaman ayırarak görüş ve katkılarını esirgemeyen, deneyimlerini ve bilgilerini benimle paylaşan kıymetli hocam Doç. Dr. Levent AKGÜN'e ayrıca çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda görev yapan değerli hocalarıma ve tez sürecime fikirleri ve emekleriyle destek olan çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Derya KARAKUŞ, Arş. Gör. Meltem KOÇAK, Arş. Gör. Dr. Aysun YEŞİLYURT ÇETİN, Arş.Gör. Dr. Tuba ÖZ ve Arş. Gör. Dr. Zeynep ÇİFTÇİ'ye teşekkür ederim.

Çalışmama katılmayı kabul eden ve sürecin sağlıklı ilerlemesine katkı sağlayan sayın öğretmenlerimize teşekkürü borç bilirim.

Her zaman yanımda olan, varlıklarından güç aldığım canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca lisansüstü eğitimim boyunca bana destek veren Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na [TÜBİTAK] teşekkürü borç bilirim.

Sibel BİLGİLİ

ÖZ

DOKTORA TEZİ

MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Sibel BİLGİLİ

Eylül 2022, 293 Sayfa

Amaç: Bu araştırmada matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen matematiksel modelleme eğitimi ile matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Katılımcılar her biri devlet okullarında görev yapan 5 matematik öğretmenidir. Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amacıyla, ilk olarak görüşmeler yapılarak matematiksel modellemeye yönelik ön bilgileri alınmış, ardından matematiksel modellemeye uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında 11 haftalık bir matematiksel modelleme öğretim süreci gerçekleştirilmiştir. Öğretim süreci bittikten sonra her bir öğretmenin kendi oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliklerini uyguladıkları birer dersleri gözlemlenmiş ve sürece yönelik görüşleri alınmıştır.

Bulgular: Hazırlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen matematiksel modelleme eğitimi ile öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerinden "Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği (A), Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği (B) ve Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği (C)" yeterliklerinin tamamen olumlu etkilendiği; Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliğinin (D) kısmen olumlu etkilendiği; Çözümü doğrulama yeterliğinin (E) ise etkilenmediği belirlenmiştir. Öğretmenlerin oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliklerine ait tasarlama süreci "Plan, etkinlikle ilgili kriterler, yazım aşamaları ve kontrol" basamaklarına göre hem uzmanlar hem de çalışma grubunda yer alan diğer öğretmenler tarafından değerlendirilmiştir ve "öğrenci seviyesine uygunluk, değişkenlere karar verme ve dil-yazım kurallarına dikkat etme" öğretmenler tarafından en fazla tercih edilen kriterler olmuştur. Oluşturulan etkinliklerin, öğretmenlerin kendi öğrencileri ile uygulama aşamasında elde edilen bulgularda, genel olarak tüm yeterlikler ve alt yeterlik için daha olumlu bir süreç olduğu görülmüştür. Gerçekleştirilen sınıf içi etkinlik uygulamalarına yönelik öğretmen görüşmelerinde de sürecin olumlu ilerlediği tespit edilmiştir.

Sonuçlar: Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen matematiksel modelleme eğitiminin, matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerini büyük ölçüde geliştirdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca öğretmenlerin kendi oluşturduğu etkinlikleri, sınıf ortamında kendi öğrencilerine uygularken matematiksel modelleme yeterliklerini öğrenme ortamındakinden daha büyük oranda davranışlarına yansıttıkları da çalışmanın sonuçları arasındadır.

Anahtar Kelimeler: matematiksel modelleme**,** matematiksel modelleme süreci, matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiksel modelleme etkinliği tasarlama süreci.

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

DEVELOPING THE MATHEMATICAL MODELING COMPETENCIES OF MATHEMATICS TEACHERS

Sibel BİLGİLİ

September 2022, 293 Pages

Purpose: In this research, aimed to improve the mathematical modeling competencies of mathematics teachers with the mathematical modeling training carried out in the learning environment prepared in accordance with the mathematical modeling approach.

Method: The case study design, one of the qualitative research methods, was used in the research. The participants consist of 5 mathematics teachers, each of whom works in public schools. In order to improve the mathematical modeling competencies of mathematics teachers, firstly, preliminary information about mathematical modeling was obtained through interviews, and then an 11-week mathematical modeling teaching process was carried out in a learning environment prepared in accordance with mathematical modeling. After the teaching process was over, a lesson in which each teacher applied the mathematical modeling activities they created was observed and their views on the process were taken.

Findings: With the mathematical modeling training carried out in the prepared learning environment, the A, B, and C competencies of the teachers were completely positively affected by the mathematical modeling competencies; D proficiency was partially affected positively; It was determined that E proficiency was not affected. The design process of the mathematical modeling activities created by the teachers was evaluated by both experts and other teachers in the study group according to the steps of "Plan, criteria related to the activity, writing stages, and control" and "suitability for student level, deciding on variables and paying attention to language-spelling rules". ” were the most preferred criteria by teachers. It has been seen that the activities created are generally a positive process for all competencies and sub-competences in the findings obtained during the implementation phase of the teachers with their own students. It was determined that the process progressed positively in the teacher interviews regarding the classroom activity practices.

Conclusions: It has been revealed that the mathematical modeling training carried out in the learning environment prepared in accordance with the mathematical modeling approach greatly supports the mathematical modeling competencies of mathematics teachers. In addition, it is also among the results of the study that teachers reflect their mathematical modeling competencies to a greater extent when they apply their own activities to their students in the classroom environment than in the learning environment.

Keywords: mathematical modeling, mathematical modeling process, mathematical modeling competencies, the process of designing a mathematical modeling activity.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZ iv
ABSTRACT v
İÇİNDEKİLER vi
TABLOLAR DİZİNİ ix
ŞEKİLLER DİZİNİ x
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ xiii
BİRİNCİ BÖLÜM 1
Giriş 1
Araştırmanın Amacı 2
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi 5
Araştırmanın Sınırlılıkları 5
Varsayımlar 8
Terim ve Tanımlar 8
İKİNCİ BÖLÜM 10
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar 10
Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme Süreci 10
Matematiksel Modelleme Döngüleri 10
Matematiksel Modelleme Yeterlikleri 17
Matematiksel Modelleme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar 30
Matematiksel Modelleme Etkinlikleri 34
Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi 40
Öğrenme Ortamında Bulunması Gereken Özellikler 45
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 50
Yöntem 50
Araştırma Yöntemi 50
Katılımcılar 51
Öğrenme Ortamının Tasarımı 54

Etkinlik Tasarımı 57
Veri Toplama Araçları ve Veri Toplama Süreci 60
Pilot Uygulama 60
Pilot uygulama sonrası yapılan değişiklikler 63
Asıl Uygulama 67
Uygulama Öncesi 69
Uygulama Süreci 70
Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Öğrenme Ortamında Uygulanması 70
İzmir Saat Kulesi *70*
Öğretmenlerin Oluşturduğu Matematiksel Modelleme Etkinliklerine ait Öğrenme Ortamında Verilen Dönütler 72
Öğretmenlerin Oluşturduğu Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sınıf içi Uygulaması 73
Verilerin Analizi 73
Geçerlik ve Güvenirlik 80
Araştırmacı Rolü 82
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 84
Bulgular 84
Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Öğretim Sürecindeki Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Gelişimi 84
Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Tespit Bulguları 84
A. Gerçek Problemi Anlama ve Gerçeğe Dayalı Bir Model Oluşturma Yeterliği ile İlgili Bulgular *84*
B. Gerçek Modelden Bir Matematiksel Model Oluşturma Yeterliği ile İlgili Bulgular *94*
C. Oluşturulan Matematiksel Model ile Matematiksel Problemleri Çözme Yeterliği ile İlgili Bulgular *105*
D. Matematiksel Sonuçları Gerçek Durumlarda Yorumlama Yeterliği ile İlgili Bulgular *118*
E. Çözümü Doğrulama Yeterliği ile İlgili Bulgular *128*
Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliği Oluşturma Sürecindeki Deneyimlerine Yönelik Bulgular 141
Matematiksel Modelleme Etkinliği Oluşturma Sürecine Yönelik Bulgular *141*
Matematiksel Modelleme Etkinliği Oluşturma Sürecine Yönelik Görüşme Bulguları *156*
Gerçekleştirilen Öğretim Süreci Sonrası Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliklerini Uygulama Yeterliklerine Yönelik Bulgular 165

Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliği Uygulama Yeterliğine Ait Ders İçi Gözlem Bulguları *165*
Öğretmenlerin Etkinlik Uygulama Sürecini Değerlendirmelerine Ait Bulgular *217*
BEŞİNCİ BÖLÜM 224
Tartışma ve Sonuç 224
"Öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim sürecindeki matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi nasıldır?" araştırma sorusuna yönelik sonuç ve tartışma..... 224
"Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecindeki deneyimleri nasıldır?" araştırma sorusuna yönelik sonuç ve tartışma 232
"Gerçekleştirilen öğretim süreci sonrası öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama yeterlikleri nasıldır?" araştırma sorusuna yönelik sonuç ve tartışma 239
Öneriler 247
KAYNAKÇA 251
EKLER 268
EK-1. Öğrenme Ortamında Uygulanan Etkinliklere Ait Ölçütler 268
EK-2. Öğretmen Etkinliklerinin İlk ve Son Halleri 272
EK-3. Gönüllük Formu Örneği 284
EK-4. Uygulama İzni 285
EK-5. Genel Değerlendirme Formu 287
EK-6. Öğretmenleri Tanıma Formu 289
EK-7. Etkinlik Oluşturma Sürecine Ait Görüşme Formu 290
EK-8. Gözlem Formu 291
ÖZ GEÇMİŞ 293

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. *Matematiksel Modelleme Süreci ve Yeterlikleri* 1
Tablo 2. *Stillman vd. (2007) Tarafından Oluşturulan Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ve Alt Yeterlikleri* 20
Tablo 3. *Blum Ve Kaiser (1997) Tarafından Oluşturulan Ve Maaß (2006) Tarafından Aktarılan Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ve Alt Yeterlikleri* 21
Tablo 4. *Matematiksel Modelleme Etkinliğinde Bütüncül ve Mikro-Düzey Yaklaşım Arasındaki Fark* 28
Tablo 5. *Matematiksel Modelleme Basamakları ile Mischo ve Maaß (2012)'ın Oluşturduğu Kişisel Faktörlere Bağlı Olarak Tespit Edilen Zorluklar Arası İlişki* 33
Tablo 6. *Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Sınıflandırılması* 44
Tablo 7. *Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve İlgili Yönergeler* 56
Tablo 8. *Matematiksel Modelleme Yaklaşıma Uygun Olarak Hazırlanmış Öğrenme Ortamında Kullanılan Matematiksel Modelleme Etkinlikleri Ve Amaçları* 57
Tablo 9. *Matematiksel Modelleme Etkinlikleri İle Öğretmen Yeterlikleri Arasındaki İlişki* ... 58
Tablo 10. *Obezite Probleminde Döngüye Ait Yanıtlar* 64
Tablo 11. *Büyük At Yarışı Probleminde Döngüye Ait Yanıtlar* 65
Tablo 12. *Çalışma Takvimi* 68
Tablo 13. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları* 79
Tablo 14. *Öğretmenlerin Etkinlik Tasarlama Sürecinde Göz Önünde Bulundurduğu Kriterler* 155
Tablo 15. *1.Sorunun Cevaplarına Ait Kodlar* 158
Tablo 16. *3.Sorunun Cevaplarına Ait Kodlar* 161
Tablo 17. *Etkinliği Hazırlama Sürecinde Yaşanan Öğretmen Zorlukları* 164
Tablo 18. *Öğretmenlerin Yaşanan Zorlukları Aşma Durumları* 164
Tablo 19. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları* 176
Tablo 20. *Ö2 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları* 187
Tablo 21. *Ö3 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları* 197
Tablo 22. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları* 206
Tablo 23. *Ö5 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları* 217

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. *Müller ve Wittmann'e (1984) Göre (aktaran Peter-Koop, 2004) Matematiksel Modelleme Döngüsü* 13
Şekil 2. *Mason'a (1988) Göre Matematiksel Modelleme Basamakları* 13
Şekil 3. King'e (1992) Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü 14
Şekil 4. *Berry Ve Houston'a (1995) Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü* ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
Şekil 5. *Lesh Ve Doerr'e (2003) Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü* 14
Şekil 6. *Blum ve Leiß'e (2005) Göre (aktaran Blum ve Leiß (2007) Matematiksel Modelleme Döngüsü* 15
Şekil 7. *Borromeo-Ferri'e (2006) Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü* 15
Şekil 8. *Matematiksel Modelleme Döngüsü* 17
Şekil 9. *Blum Ve Borromeo-Ferri (2009, S.54) Tarafından Oluşturulan Çözüm Planı* 27
Şekil 10. *Model Oluşturma Etkinlikleri Süreci İçin Ele Alınan Standart Şema (lesh vd.,2000; s.45)* 39
Şekil 11. *İzmir Saat Kulesi Etkinliğinin Çözüm Süreci* 72
Şekil 12. *Etkinlik Tasarlama Sürecinde Uzman Dönütleri* 72
Şekil 13. *Araştırma Süreci (Creswell, 2017)* 82
Şekil 14. *Öğretmenlerin A Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı* 85
Şekil 15. *Öğretmenlerin Büyük Ayak Problemi İçin Veri Grubu Oluşturması* 86
Şekil 16. *Roller Coaster Deneyimi Yaşayan Öğretmen* 87
Şekil 17. Grup 2'nin Roller Coaster Etkinliği İçin Oluşturduğu İlk Görsel 87
Şekil 18. *İzmir Saat Kulesi Etkinliğinde Öğretmenlerin Cardboard Deneyimleri* 88
Şekil 19. *Su Deposu Etkinliğinin Çözümüne Ait Bir Görsel* 90
Şekil 20. *1.Grubun Obezite Problemi Etkinliği İçin Oluşturduğu İlk Model* 91
Şekil 21. *2.Grubun Obezite Problemi Etkinliği İçin Ortaya Koyduğu Çözüm* 92
Şekil 22. *Öğretmenlerin Artırılmış Gerçeklik İle Mayon Yanardağı Etkinliğini İncelemeleri* 93
Şekil 23. *Öğretmenlerin A Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı* ..94
Şekil 24. *Öğretmenlerin B Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı* 95
Şekil 25. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Oluşturduğu Veri Seti* 96
Şekil 26. *Grup 1'in Roller Coaster Etkinliği İçin Oluşturduğu Çözüm* 98
Şekil 27. *Grup 2'in Roller Coaster Etkinliği İçin Oluşturduğu Çözüm* 99

Şekil 28. *Ö2 Nin İzmir Saat Kulesi Etkinliğini Çözüm Süreci* 100
Şekil 29. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Cardboard İle Etkinlik Çözümü* 100
Şekil 30. *Ö3 Ve Ö5 Kodlu Öğretmenlerin İzmir Saat Kulesi Etkinliğinin Çözüm Sürecinde Cardboard Kullanımı* 100
Şekil 31. *Grup 2 Nin Su Deposu Etkinliğini Çözme Süreci* 102
Şekil 32. *Grup 1'in Obezite Problemi Etkinliğine Ait Model Çözümü* 103
Şekil 33. *Öğretmenlerin B Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı* 105
Şekil 34. *Öğretmenlerin C Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı* 106
Şekil 35. *Ö2'nin Oluşturduğu Matematiksel Modeli Anlatma Süreci* 107
Şekil 36. *Ö3'ün Oluşturduğu Model İle Problemi Çözme Süreci* 107
Şekil 37. *Grup 1'in Su Şişesi* 113
Şekil 38. *Grup 2'nin Su Şişesi* 113
Şekil 39. *Mayon Yanardağı Etkinliğine Ait Regresyon Grafiği* 115
Şekil 40. *Öğretmenlerin C Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı* 117
Şekil 41. *Öğretmenlerin D Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı* 118
Şekil 42. *Ö4'ün Büyük Ayak Problemi Etkinliğine Yönelik Oluşturduğu Modeli Yorumlaması* 120
Şekil 43. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Üretim Hatası Etkinliğindeki İfadeleri* 121
Şekil 44. *Grup 2'nin Roller Coaster Etkinliğinde Oluşturduğu Görsel* 122
Şekil 45. *1.Grubun Obezite Problemi Ait Çözümü* 125
Şekil 46. *Öğretmenlerin D Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı* 127
Şekil 47. *Öğretmenlerin E Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı* 128
Şekil 48. *Öğretmenlerin E Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı* 132
Şekil 49. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci* 133
Şekil 50. *Ö1'in Etkinlik Sonrası Değerlendirme Formunda 5.Soruya Ait Cevabı* 134
Şekil 51. *Ö1'in Genel Değerlendirme Sorularından 2.Sine Ait Cevabı* 134
Şekil 52. *Ö2 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci* 135
Şekil 53. *Ö2'nin Genel Değerlendirme Sorularından 2.Ve 3.'Ye Ait Cevapları* 136
Şekil 54. *Ö2'nin Obezite Problemi Etkinliği Sonrası Değerlendirme Formundaki 2.Soruya Ait Cevabı* 136
Şekil 55. *Ö3 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci* 137
Şekil 56. *Ö3'ün Genel Değerlendirme Sorularından 2.Ve 3.'Ye Ait Cevapları* 137
Şekil 57. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci* 138
Şekil 58. *Ö4'ün Genel Değerlendirme Sorularından 2.Ve 3.'Ye Ait Cevapları* 139
Şekil 59. *Ö5 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci* 140

Şekil 60. *Ö5'in Genel Değerlendirme Sorularından 2.Ve 3.'Ye Ait Cevapları* 140
Şekil 61. *Ö1 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci* 142
Şekil 62. *Ö2'nin Etkinlik İle Birlikte İzletmeyi Düşündüğü Videoya Ait Bir Kesit* 144
Şekil 63. *Ö2 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci* 145
Şekil 64. *Artırılmış Gerçeklik İle Bakteri Çoğalmasına Ait Bir Görsel* 146
Şekil 65. *Ö3 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci* 148
Şekil 66. *Ö4 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci* 151
Şekil 67. *Ö5 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci* 153
Şekil 68. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Etkinlik Uygulama Sürecinde B4 Alt Yeterliği İçin Bir Görsel* 170
Şekil 69. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Etkinlik Uygulama Sürecinde B5 Alt Yeterliği İçin Bir Görsel* 170
Şekil 70. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Öğrenci Cevaplarını Not Etmesine Yönelik Bir Görsel* 174
Şekil 71. *Ö2 Kodlu Öğretmenin Sınıfında E.Coli İle İlgili Video İzlenmesine Yönelik Bir Görsel* 177
Şekil 72. *E.coli Bakterisinin Çoğalması Durumunda Penicilin Etkisi Videosuna Ait Bir Kesit* 178
Şekil 73. *Artırılmış Gerçeklik İle Bakteri Çoğalmasının Gözlemlenmesine Ait Bir Görsel* 179
Şekil 74. *Ö2 Kodlu Öğretmenin Etkinlik Çözüm Sürecinde Kullandığı Bir Görsel* 183
Şekil 75. *Ö3 Kodlu Öğretmenin Etkinlik Uygulama Sürecinin Bilgisayar Laboratuarında Yapıldığına Ait Bir Görsel* 188
Şekil 76. *Grup 3'ün, Arabaların Yakıt Bilgilerini Sorgulamalarına Ait Bir Görsel* 190
Şekil 77. *Grup 2.Nin Etkinlik Çözümü İçin Yaptıkları Araştırmalara Ait Bir Görsel* 192
Şekil 78. *Ö3 Kodlu Öğretmenin Öğrencisine Rehberlik Ettiği Bir An* 194
Şekil 79. *Ö4'ün Etkinlik Çözüm Sürecinde Uyguladığı Grup Çalışmasına Ait Bir Görsel* 198
Şekil 80. *Ö5'in Okul Bahçesine Ait Video Kaydına Ait Bir Görsel* 207
Şekil 81. *"Okulumuzu İzliyoruz" Etkinliğinde Yer Alan Okula Ve Bahçesine Ait Görseller* 209
Şekil 82. *"Okulumuzu İzliyoruz" Etkinliğinde Çözüm İçin Oluşturulan Okul Bahçesine Ait Taslak* 212
Şekil 83. *Öğretmenin Öğrenci Yanıtlarını Tahtaya Not Etmesine Ait Bir Görsel* 213
Şekil 84. *Matematiksel Modelleme Etkinliği Tasarlama Süreci* 237

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

BAP: Büyük Ayak Problemi

ÜH: Üretim Hatası

RC: Roller Coaster

İSK: İzmir Saat Kulesi

SD: Su Deposu

ST: Satranç Tahtası

OP: Obezite Problemi

MY: Mayon Yanardağı

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Bu araştırmada matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen matematiksel modelleme eğitimi ile matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi üzerine odaklanılmıştır. Araştırmanın odağını oluşturan matematiksel modelleme yeterlilikleri son yıllarda bilgi toplumlarının önem verdiği bir konu alanını oluşturmaktadır. Bu sebeple araştırmanın bu bölümünde öncelikle matematiksel modelleme sürecine ve matematiksel modelleme yeterliliklerine yer verilmiştir.

Günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin çözümünde matematiksel modelleme süreci önemli bir role sahiptir. Matematiksel modelleme sürecinin oluşturulmasında ise, matematiksel modelleme döngülerinin (Blum & Leiß; 2007; Kaiser & Sriraman, 2006) ve matematiksel modelleme yeterliklerinin (Blum, 2002; Maaß, 2006; Niss, Blum & Galbraith, 2007) önemli olduğu ortaya konulmuştur (Çakmak-Gürel, 2018). Çünkü matematiksel modelleme döngüleri ve yeterlikleri matematiksel modelleme sürecinde gerçekleşmesi beklenen davranışların ortaya konmasını sağlayan bileşenlerdir (Haines & Crouch, 2010). Bu nedenle bahsi geçen bileşenlerin incelenip tanımlanması önemlidir.

Matematiksel modelleme ile ilgili alanyazın incelendiğinde genel olarak modelleme sürecinin, gerçek yaşamla bağlantılı bir problem durumunun matematiksel terimlere ve matematiksel bir çözüme çevrilip yine gerçek yaşamda yorumlandığı bir döngü olduğu görülmektedir (Blum & LeiB, 2007; Kaiser & Schwartz, 2006; Lesh & Doerr, 2003). Bu süreci temel alarak matematik eğitiminde matematiksel modelleme kullanımına yönelik farklı yaklaşımlar oluşmuştur. Öğrencilerin gerçek yaşam ile alakalı problem durumlarını çözmek için ihtiyacı olan modelleme becerileri kazanmasını ve bu becerilerden yararlanmayı esas alan (Blum, 2002; Crouch & Haines, 2004; Izard, Haines, Crouch, Houston & Neill, 2003) çalışmalar, matematiksel modellemeyi matematik öğretiminin amacı olarak benimsemişlerdir. Matematiksel modelleme sürecini, gerek öğrencilerin gerekse de öğretmenlerin kendi matematiksel bilgi ve modellerini oluşturmak için kullanılabilecek bir öğretim aracı olarak gören yaklaşımlar da mevcuttur (Chinnappan, 2010; Erbaş vd., 2014; Lesh & Doerr, 2003a). Her iki bakış açısı da matematiksel modellemenin formülleştirme, matematikselleştirme, çözüm oluşturma, yorumlama ve değerlendirme gibi döngüsel durumları ele alan bir süreç

olarak ele alır (Stillman, 2012). Bu anlamda her iki yaklaşım için de matematiksel modelleme süreci önemlidir. Bu sebeple ilk olarak matematiksel modelleme sürecinde bireylere yaşatılması gereken süreçler ve bu süreçlerin gerçekleşmesi için gerekli yeterlikler belirlenmelidir. Tablo 1'de matematiksel modelleme yeterlikleri ile matematiksel modelleme sürecinin birlikte ele alınması verilmiştir.

Tablo 1. *Matematiksel Modelleme Süreci ve Yeterlikleri*

Matematiksel Modelleme Süreci	**Matematiksel Modelleme Yeterlikleri** (Blum & Kaiser,1997, akt. Maaß, 2006)
1.Problemi analiz etme basamağı	A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği
2.Kavramsal model oluşturma basamağı	
3.Matematikselleştirme basamağı; matematiksel model oluşturma basamağı	B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği
4.Modelin geçerliliği basamağı; matematiksel çözüm geliştirme basamağı	C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği
5.Modeli doğrulama basamağı; yorumlama ve iletişim basamağı	D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği
6.Yansıma	E. Çözümü doğrulama yeterliği

Maaß (2006) çalışmasında matematiksel modelleme sürecinin olumlu gerçekleşmesi ve bireylerin süreçlerdeki geçişleri sağlayabilmeleri için, bazı yeterlik ve alt yeterliklerin olması gerektiğini belirtmiştir. Blum ve Kaiser (1997) ise matematiksel modelleme süreçleri arasındaki geçişler için matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymuşlardır (akt. Maaß, 2006). Bunlar;

- 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,
- Çözümü doğrulama yeterliği

şeklindedir. Bu yeterliklerin yaşatılması durumunda matematiksel modelleme sürecinin de iyi şekilde tamamlanacağını ifade eden Aydın-Güç (2015), bu yeterliklerin geliştirilmesi için öğrenme ortamlarının uygun hale getirilmesini de dile getirmiştir.

Henning ve Keune (2007), matematiksel modelleme sürecinin uygulanıp, yeterliklerin nasıl geliştirileceğine yönelik farklı görüşler olduğunu belirtmiştir. Bu konuyu bütüncül yaklaşımla ele alan çalışmalar olduğu gibi (Blomhøj & Jensen, 2006), bu konuya mikro-düzeyde bakan araştırmacılar da mevcuttur (Crouch & Haines, 2004; Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Çakıroğlu, Alacacı & Baş, 2014). Böyle bakan araştırmacılar mikro-düzey yaklaşıma göre tasarlanan matematiksel modellemeyi öğrenme ortamlarında, matematiksel modelleme yeterliklerini tek tek ele alarak değerlendirmelidirler (Aydın-Güç, 2015). Yani mikro-

düzeydeki yaklaşımla matematiksel modelleme yeterlikleri kazandırılırken seçilen etkinliklerin tek bir yeterliği içerecek şekilde olmasına dikkat edilmelidir. Dolayısıyla matematiksel modelleme sürecinin tamamı değil bahsi geçen yeterliği kazandıracak kadar gerçekleştirileceği bir durum söz konusudur. Aksine bütüncül yaklaşımla tasarlanan matematiksel modellemeyi öğrenme ortamında kullanmada, modelleme sürecinin tüm basamakları ve modelleme yeterlikleri eş zamanlı olarak ele alınmaktadır (Aydın-Güç & Baki, 2016; Grünewald, 2012). Yani matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasında bir etkinlikte tüm modelleme sürecinin ve yeterliklerinin işe koşulması durumu vardır. Bu iki yaklaşımın karşılaştırıldığı çalışmalara bakıldığında (Blomhøj & Jensen, 2003; Çakmak-Gürel, 2018; Grünewald, 2012; İncikabı, 2021) bütüncül yaklaşımın, mikro-düzeydeki yaklaşıma göre daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Çünkü günlük hayatta karşılaşılan bir problem ele alındığında çözüm aşamasında kişinin tüm süreçlerden geçmesi ve tüm yeterlikleri göz önünde bulundurması, dolayısıyla da problemi bütüncül olarak ele alması gerekmektedir.

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme süreci hakkında teorik bilgi verme ve matematiksel modelleme etkinliği üzerinde süreci yaşama şeklinde gerçekleştirilen çalışmaların (Bilgili & Çiltaş, 2015; Blum & Borromeo-Ferri, 2009; Bokova-Güzel, 2011; Ji, 2012; Kaiser, 2007) sonuçlarının olumlu olduğu rapor edilmiştir. Ancak matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi göz önünde bulundurulduğunda sadece matematiksel modelleme sürecinde yer alan basamakların dikkate alınmasının yeterli olmayacağı düşünülmektedir. Çünkü bireyler, basamakları takip etmeye odaklandıklarında, kendi süreçleri hakkında yorumlamalar yapmaları ve kendilerine sormaları gereken anahtar soruları göz ardı etmeleri sonucu ortaya çıkabilir (Aydın-Güç, 2015). Bu sebeple bütüncül yaklaşımla matematiksel modellemeye uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl geliştirileceği incelenmesi gereken önemli bir araştırma konusudur.

Matematiksel modelleme etkinlikleri, matematik eğitiminin amacı olan günlük yaşam problemlerini çözümlendirebilen bireyler yetiştirmek için önemli bir araçtır. Bu sebeple de matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretim sürecine bütünleştirilebilmesini sağlayabilmek için, öğretim programının uygulayıcısı olan öğretmenlerin etkinliği kullanacakları dersi planlarken uygun etkinlikleri nasıl seçeceklerini veya uygun bir etkinliğin nasıl oluşturulacağını bilmeleri önem taşımaktadır (Bilgili & Çiltaş, 2018). Ancak yapılan çalışmalar matematik öğretmenlerinin ders içeriğine uygun etkinlik olmadığı durumlarda uygun bir matematiksel modelleme etkinliğini nasıl oluşturacaklarını bilmedikleri için

derslerinde bunu uygulayamadıklarını belirtmektedir (Bilgili & Çiltaş, 2017; Lingefjärd, 2007; NCTM, 2000; Niss, Blum & Galbraith, 2007; Superfine & Wagreich, 2010; Tekin & Bukova-Güzel, 2010). Ayrıca birçok araştırmada öğretmenlerin, öğrencilerine etkili şekilde matematiksel modellemeyi öğretip matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik öğrenme ortamları oluşturmaları için öncelikle kendilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır (Aydın-Güç, 2015; Borromeo-Ferri, 2014; Kertil, 2008; Krauss vd.,2008; Şen-Zeytun, 2013). Bu gerekçeler göz önüne alındığında öğretmelerin matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olup; matematiksel modelleme etkinliği tasarlamalarının derslerinde uygulayabilmeleri için önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple öğretmenlerle gerçekleştirilecek olan matematiksel modelleme öğretim süreci içerisinde öğretmenler birer matematiksel modelleme etkinliği ortaya koyacaklardır. Bu etkinliği oluştururken de kendileri birer etkinlik tasarlama sürecine ait plan oluşturacaklardır. Ayrıca matematiksel modelleme öğretim sürecinde matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerini belirleyip, geliştirmek için öğrenme ortamının zenginleştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede öğrenme ortamı hem matematiksel modelleme yaklaşımına uygun hale getirilecek hem de öğretim sürecini tek düzelikten kurtaracak ve dikkat çekici bir hal almasını sağlayacaktır. Şöyle ki, matematiksel modelleme gerçek yaşam ile iç içe olan bir yaklaşım olduğundan, öğrenme ortamında da öğretmenlerin gerçek yaşamla bağlantılarını devam ettirmeleri önem arz etmektedir. Bu çalışmada bütüncül yaklaşıma uygun matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik bir öğrenme ortamı oluşturulmuş ve sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, somut materyal, verilerle alakalı gerçek bilgilere ulaşmak için internet kullanımı gibi araçlarla da zenginleştirilmiştir. Bu araştırmayla bütüncül yaklaşıma göre matematiksel modellemeye uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamının matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine olan etkisine bakılmıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamının öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimlerine olan etkisini incelemektir.

Bu amaç doğrultusunda araştırma soruları;

- Öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim sürecindeki matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi nasıldır?
- Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecindeki deneyimleri nasıldır?

- Gerçekleştirilen öğretim süreci sonrası öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama yeterlikleri nasıldır?

şeklindedir.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Türkiye'de yürülükte olan mevcut ilkokul, ortaokul ve lise matematik dersi öğretim programı kapsamında matematik adına, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması önem arz etmekte ve bu kapsamda öğrenme sürecindeki öğrenci ve öğretmen rolleri de değişiklik göstermektedir. OECD (2013) bu becerileri yıllara göre kıyasladığında ise karmaşık günlük yaşam sorunlarını çözmenin ilk sırada olduğunu belirtmektedir. Bu sebeple öğretmenlerin öğrencilere günlük yaşam sorunlarını içeren problemleri sunması ve birlikte çözmeleri önem taşımaktadır.

Baykul'a (2003) göre matematik, bilimde olduğu kadar günlük hayattaki sorun ve problemlerin çözülmesinde kullanılan önemli araçlardan biridir. Bu öneminden dolayı matematik, okul öncesinden yükseköğretime kadar her aşamada yer almaktadır ancak öğrenciler tarafından sadece okulda öğretilen bir ders olarak düşünülmektedir. Bu sebeple matematik eğitiminin en önemli amacının "öğrencilerin günlük yaşamdaki problemlere matematiksel bir tutum geliştirmeleri" olmalıdır (Doruk, 2010). Çünkü matematiği birileri tarafından yapılandırılmış, önceden hesaplanmış bir ders olarak vermektense, matematiği bir günlük yaşam etkinliği olarak göstermek onu daha başarılabilir kılacaktır (Van Amerom, 2002). Yani günlük hayatta karşılaşılan durumları matematikselleştirmek, matematiği okuldaki ders olmaktan çıkarıp matamatiğin daha işlevsel bir hal almasını sağlayacaktır. Gravemeijer ve Doorman'a (1999) göre matematikselleştirme, kişilerin günlük yaşam deneyimleri ile matematik arasında kopukluk olmadığını anlamalarını sağlayacak; Arcavi'ye (2002) göre de günlük ve akademik matematik arasında bir köprü olarak kullanabilmektir. Günlük hayat durumlarını matematikselleştirme ifadesi ise matematiksel modelleme kavramını akla getirmektedir.

Matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematik dünyası arasında çift yönlü bir dönüşüm sürecidir (Blum & Borromeo Ferri, 2009). Bu dönüşüm sürecinde gerçek yaşamdaki karmaşık bir durum incelenir ve modelleme etkinlikleriyle de gerçek yaşam ile matematik arasında bir köprü oluşturulur (Berry & Houston, 1995; Bukova-Güzel, 2015; Hıdıroğlu, 2012; Lingefjärd, 2006). Bu sebeple matematik öğretmenlerinin, gerçek dünya içinde yerleştirilmiş matematiği görüp öğrencilerinin çevrelerine ait unsurları matematiksel modelleme etkinlikleri için birer problem durumuna dönüştürebilmeleri önemlidir (Bonotto,

2001; Ramos-Rodriguez, Fernandez-Ahumada & Morales-Sato, 2022). O halde matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme süreci hakkında bilgi sahibi olup, modelleme etkinliği oluşturarak, çözebilmeleri gerekmektedir.

Öğrencilere matematiksel modellemeyi tanıtma, uygulama ve matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik öğrenme ortamları oluşturma görevi çoğunlukla öğretmenlere düşmektedir (Blum, 1991; Ji, 2012). Bu bağlamda alan yazın öğretmenlerde bulunan yeterlikleri tespit etmeye yönelik birçok kaynak sunmaktadır (Aydın-Güç, 2015; Blum & Kaiser, 1997; Çakmak-Gürel, 2018; Hıdıroğlu, 2015; Kaiser & Schwarz, 2006; Korkmaz, 2010). Ancak, alan yazın incelendiğinde belirlenen yeterlilikleri kazandırmaya yönelik yeterince çalışma olmadığı görülmüştür. Oysaki bu yeterlilikleri öğrencilere kazandırmayı hedefleyen Türkiye'deki mevcut ulusal öğretim programı, bunu öğretmenler aracılığı ile uygulamaktadır. Ancak yapılan çalışmalar ve taranan alan yazın öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik çalışmalar olduğunu (Aydın-Güç, 2015; Çakmak- Gürel, 2018; Ramos-Rodriguez, Fernandez-Ahumada & Morales-Sato, 2022); öğretmenler açısından ise sadece soruna odaklanıp (Ahmet & Mercan, 2015; Akgün, Çiltaş, Deniz & Çiftçi, 2013; Bilen & Çiltaş, 2015; Blum & Leiss, 2007; Lingefjard, 2007; Özdemir & Işık, 2015; Şen-Zeytun, 2013; Urhan & Dost, 2016; Yu & Chang, 2011) öğretmenlerin modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik çözüm sunmadıklarını göstermektedir. Bahsi geçen eksiklik konusunda farkındalık oluşturulacağı ve öğretmen yeterliklerinin geliştirilmesi bu çalışmayı önemli kılan hususlardan biridir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi konusunda son zamanlarda alan yazında bütüncül ve mikro-düzeyde olmak üzere iki yaklaşım ele alınmaktadır (Aydın-Güç 2015; Blomhøj & Jensen, 2003; Brand, 2014; Çakmak-Gürel, 2018). Her iki yaklaşımla oluşturulan öğrenme ortamlarının modelleme sürecindeki ve yeterliklerdeki gelişiminin önemli olduğu alan yazında belirtilmektedir (Brand, 2014; Kaiser & Brand, 2015; Çakmak-Gürel, 2018). Bu çalışmada ise etkinliklere karar verilirken tüm yeterliklere hitap eden matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılarak, bütüncül yaklaşım odaklı öğrenme ortamı tasarlanmış ve uygulanmıştır. Öğrenme ortamının somut materyal, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi günümüz teknolojisi de dahil edilerek oluşturulması, matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi açısından çalışmanın önemli görülen noktalarından birisidir. Son yıllarda teknolojik gelişmelerin eğitim ortamlarına aktarılması ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmış ve matematiksel modelleme süreci, gerçek dünyadan matematiksel dünyaya, oradan da teknolojik dünyaya geçişi sağlayan bir döngü olarak ele alınmıştır (Cheng, 2010). Bu sayede öğretim teknolojilerinin öğrenme ortamlarında kullanımı da önemli hale gelmiştir

(Akkuş & Özhan, 2017; Alkan, 2005). Akpınar'a (2009) göre öğrenme ortamında kullanılacak resim, animasyon ve videolar, öğrencilerin bilgiyi keşfetme konusunda uygun stratejiler geliştirmesini, birbirleriyle etkileşim kurmasını (tartışma ortamı şeklinde), değişkenler arasındaki ilişkilerin daha net görülmesini sağlayarak süreci kolaylaştırabilecek ve somut-soyut ifadelerin anlamlandırılmasına katkıda bulunabilecektir (Hıdıroğlu & Hıdıroğlu, 2016). Etkileşim düzeyi yüksek olan dijital araç ve gereçler ise, öğrencilere problem oluşturma, çözme, durumları yeniden tanımlama, model oluşturma, ilişkileri yeniden keşfetme gibi fırsatlar sunmaktadır (Baki, 2002). Bu çalışmada da hem video kesitleri hem de etkileşim düzeyi yüksek olan günümüzde giyilebilir teknoloji olarak adlandırılan artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik desteği olan etkinlikler yer almaktadır. Zaten Türkiye'deki mevcut matematik öğretim programı (2018) da "Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler" ve "Dijital yetkinlik" ile öğrencilerin, bilgi iletişim teknolojilerini güvenli ve eleştirel şekilde kullanma bilgi, beceri ve davranışlara sahip yetkin bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma ile de öğretmenlere günümüz teknolojisinin dahil olduğu etkinlikler tanıtılarak, kendilerinin de okullarında bunu uygulamaları adına farkındalık oluşturulacağına inanılmaktadır.

İlkokul, ortaokul ve lise matematik dersi öğretim programlarında matematiksel modelleme her güncellemede kendine yer bulabilmektedir. Ancak matematik öğretmenlerinin, bu alanda deneyim eksikliklerinin olmasının matematiksel modelleme için, karmaşık ve zor olarak düşünmelerine ve öğretim programlarında önemli olmasına rağmen uygulamamalarına neden olmaktadır (Borromeo Ferri, 2010; İncikabı, 2020). Şöyle ki matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretim sürecinde olmasını sağlayabilmek için, öğretim programının uygulayıcısı olan öğretmenlerin etkinliği kullanacakları dersi planlarken uygun etkinlikleri nasıl seçeceklerini veya uygun bir etkinliğin nasıl oluşturulacağını bilmeleri gerekmektedir. Fakat yapılan araştırmalar öğretmenlerin matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olmadıklarını (Akgün vd., 2013; Anhalt & Cortez, 2016; Deniz, 2014; Işık & Mercan, 2015; İncikabı, 2020; Özgür-Şen, 2020; Şahin, 2019; Urhan & Dost, 2016) göstermektedir. Aslında bu alanda deneyim sahibi olan öğretmenlerin başarılı uygulamalar gerçekleştirecekleri ön görülmektedir. Yani matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olup, uygulamalar yapan öğretmenlerin, gerektiğinde kendi öğrenci profilini göz önünde bulundurarak matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturmada daha başarılı olacakları öngörülmektedir. Bu sebeple matematiksel modelleme öğretim süreci içerisinde öğretmenlere matematiksel modelleme hakkında teorik bilgi verilip; matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili deneyimler yaşamalarının ardından birer matematiksel modelleme etkinliği oluşturmaları istenmiştir. Böylece uygun etkinlikler hazırlayabildiklerinden alan yazında uygun etkinlik olmadığından,

öğretmenler tarafından derslerinde matematiksel modellemeyi uygulayamayacağının önüne geçileceği düşünülmektedir. Çünkü özellikle Türkiye'de yapılan araştırmaların bir çoğunda öğretmenlerin derse uygun matematiksel modelleme etkinlikleri elde etme konusunda sıkıntılar yaşadığı; dolayısıyla da uygulama yapamadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Örneğin, Bilgili & Çiltaş, 2020; Deniz & Akgün, 2016; Özgür-Şen, 2020 gibi.). Öğretmenlerin bu alanda bilgi sahibi olup etkinlik oluşturmalarını sağlamak ve bu alandaki yeterliklerini geliştirmek, araştırmayı önemli kılan hususlardan biridir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma,

1. Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan üç farklı ilde görev yapan beş öğretmenin matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin verilerle,
2. Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen toplam 22 saatlik video kaydı, öğretmenlerin yazılı ifadeleri, görüşme kayıtları ve araştırmacının gözlem notlarıyla,
3. Uygulamalara katılan öğretmenlerin bilgileri, deneyimleri, yaklaşımları, görüşleri ve araştırmacının deneyim ve gözlemleriyle sınırlıdır.

Varsayımlar

1. Öğretmenler sahip oldukları tüm bilgilerini, yeterliklerini, yaklaşımlarını ve düşünme süreçlerini öğrenme ortamında rahatlıkla sergilemişlerdir.
2. Uygulama sürecinde yaşanan her durumdan (olumlu veya olumsuz) öğretmenler eşit düzeyde etkilenmişlerdir.
3. Yapılan görüşmelerde öğretmenler tüm sorulara samimiyetle cevap vermişlerdir.

Terim ve Tanımlar

Matematiksel Model: Gerçek bir durumun yorumlanmasına, çözümlenmesine olanak sağlayan zihindeki yapıların matematiksel bir forma dönüştürülmüş dış temsillerdir (Lesh & Doerr, 2003).

Matematiksel Modelleme: Gerçek yaşamdaki bir problem durumunun matematiksel olarak ifade edilmesi ve matematiksel modeller yardımıyla açıklanması sürecidir (Berry & Houston, 1995; Blum & Niss, 1989).

Matematiksel Modelleme Döngüsü: Matematiksel modelleme döngüsel bir süreç olarak tanımlamaktadır (Blum & Leiß, 2007). Bu çalışmada ise pilot uygulama sürecinde ortaya konan ve çalışmaya ait yeni bir matematiksel modelleme döngüsü temel alınmıştır.

Matematiksel Modelleme Yeterliği: Bireyin bir soruna ait modelleme sürecinin tamamında yaşadığı zorlukların üstesinden gelmesi aşamasında bilinçli ve derinlemesine hazırlıklı oluşudur (Jensen, 2007).

Matematiksel Modelleme Öğrenme Ortamı: Matematiksel modelleme döngüsünün ve matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amacıyla oluşturulan öğrenme ortamına, matematiksel modelleme öğrenme ortamı denilebilir (Çakmak-Gürel, 2018). Bu çalışmada matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamına somut materyal, teknolojik destek eklenerek bütüncül yaklaşım temel alınmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde öncelikle çalışmanın alt yapısını oluşturmak için matematiksel model ve matematiksel modelleme süreci, bu süreçte yer alan matematiksel modelleme döngüleri, matematiksel modelleme yeterlik ve alt yeterlikleri, matematiksel modelleme sürecinde karşılaşılan zorluklar; ayrıca matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik hazırlanan öğrenme ortamları hakkında yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme Süreci

Matematiksel model ve matematiksel modelleme yapısal olarak farklı olmasına rağmen birbirleriyle bağlantılı iki kavramdır. Matematiksel model verilen bir durumu temsil için kullanılan formül, tablo, grafik, eşitlik gibi matematiksel bir durum iken; matematiksel modelleme, matematiksel model oluşturmak için gerçekleştirilen süreçtir (The Consortium for Foundation Mathematics, 2008). Yani matematiksel modelleme, bir modelin oluşturulma sürecini ifade ederken; matematiksel model bu sürecin sonunda ortaya çıkan ürün olarak tanımlanabilir.

Matematiksel modeller bir durumu matematiksel olarak açıklamak, tanımlamak ve yapılandırmak için kullanılan kavramsal sistemlerdir (Lesh & Doerr, 2003). Berry ve Houston (1995) matematiksel modeli, verilen bir durum ile ilgili iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin matematiksel bir temsili şeklinde tanımlamaktadır. Matematiksel model, gerçek yaşamda var olan bir durumun fiziksel özelliklerini tanımlamaktan ziyade durumun yapısal ve işlevsel özelliklerini açıklamaya odaklanır (Lehrer & Schauble, 2003). Yani evrende var olan karmaşık yapıları daha basit ve anlaşılır kılmak için yapıya dair özellikleri farklı gösterimler ile sunar. Bu farklı gösterimler formül, tablo, grafik veya eşitlik olabileceği gibi daha fazla matematiksel formun kullanıldığı ve ilişkilendirildiği bir yapıdan da oluşabilir. Burada amaçlanan durum gerçek yaşamdaki karmaşık problemi, matematik yardımıyla basitleştirmek ve çözülebilir bir hale dönüştürmektir. Lingefjard'e (2000) göre matematiksel modeller gerçek yaşam doğruluğunun daha az ya da çok ideal olabilen ve matematiksel yöntemlerle sınırlı basitleştirilmiş hallerini sunarlar. Yani gerçek durumun bir kısmı matematiksel modellerle matematik dünyasına transfer edilebilir (Çakmak-Gürel, 2018).

Matematiksel model, bir süreç sonundaki ürünü ifade ederken; matematiksel modelleme gerçek yaşam durumunun matematiksel yöntemlerle modelini oluşturma süreci olarak ele alınmaktadır. Niss'e (1988) göre matematiksel modelleme gerçek dünya durumunun bir kısmını temsil etmek amacıyla kullanılan matematiksel formlar ve bu formlar arasındaki ilişkilerin birleşimi olarak tanımlanmaktadır. Matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematik dünyası arasında çift yönlü bir dönüşüm süreci olan (Blum & Borromeo-Ferri, 2009), yani gerçek yaşamdaki bir problemin matematik dünyasına taşınarak matematiksel yöntemlerle analiz edilip tekrar gerçek yaşama aktarılmasını içeren bir süreçtir.

Matematiksel modelleme, matematik eğitimi alanında pek çok bakış açısı ile ele alınmıştır (Blomhøj, 2009; Greer, 1997; Gravemeijer, 1999; Lesh, Doerr, Carmona & Hjalmarson, 2003; Kaiser & Sriraman, 2006). Bu bakış açılarından matematiksel modellemeye araç olarak yaklaşıma (Örneğin; Cinislioğlu, 2017; Çiltaş, 2011; Işık, 2016; Lesh & Doerr, 2003; Sağırlı, 2010) ve amaç olarak yaklaşıma (Örneğin; Aydın-Güç, 2015; Biccard & Wessels, 2011; Blum & Borromeo Ferri, 2009; Blum & Leiß, 2007; Borromeo-Ferri, 2006; Çakmak-Gürel, 2018; Galbraith & Stillman, 2006; Maaß, 2006; Şen-Zeytun, 2013) uygun çalışmalar çok sayıdadır. Matematiksel modellemeyi matematiği öğretmek için bir araç olarak ele alan bakış açısına göre; matematiksel modelleme süreci, öğrencilerin kendi matematiksel bilgi ve modellerini oluşturup geliştirmek için kullanılabilecek bir öğretim aracıdır (Erbaş vd., 2014). Bunun için önemli matematiksel kavramlar ve fikirler, sezgiselden formele doğru, tarihsel gelişimine de uygun bir şekilde oluşturulan problemler ve gerçek yaşam durumları aracılığıyla öğretilmelidir (Lesh&Doerr, 2003). Matematiksel modelleye amaç olarak yaklaşan yani, matematik öğretiminin amacının öğrencilerin gerçek yaşam durumları ile ilgili problemleri çözmek için ihtiyacı olan modelleme becerilerini elde etmesini ve bu becerileri kullanabilmesini sağlamak olarak ele alan çalışmalar da mevcuttur (Örneğin; Aydın- Güç, 2015; Blomhøj & Jensen, 2006; Blum, 2002; Crouch & Haines, 2004; Çakmak-Gürel, 2018; Galbraith & Stillman, 2006, Haines & Crouch, 2001; Izard, Haines, Crouch, Houston & Neill, 2003; Lingefjard, 2002; Lingefjard & Holmquist, 2005; Şen-Zeytun, 2013). Bu çalışmada ise matematiksel modelleme döngülerini öğretmeye ve matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye odaklanıldığından, amaç olarak ele alınmıştır. Bunun sebebi ise bilginin doğasında meydana gelen değişimlerin bireylerin gerçek yaşam problem çözme becerilerinin de geliştirilmesi gerekliliğini doğurmasıdır. Şöyle ki, günümüz dünyasında matematik bilmek; matematik çözmek değil, matematiği günlük hayatta işlevsel kılmak anlamına gelmektedir. Matematiğin günlük yaşamla olan ilişkisinin matematik öğretimi alanına taşınması ise matematiksel modellemeyi bilmeyi gerektirmektedir. Bu

nedenle öğretmenlerin modelleme sürecindeki yeterliklerini incelemeyi ve geliştirmeyi amaçlayan matematiksel modellemeyi öğrenme yaklaşımının ele alınması önemlidir.

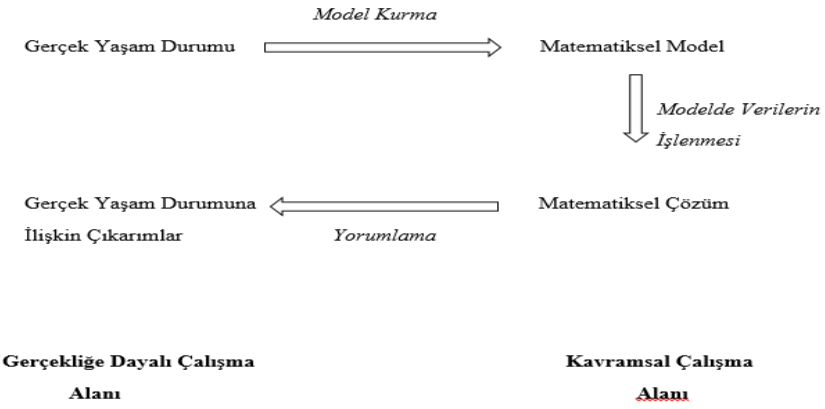
Matematiksel modellemeyi öğrenmeyi amaçlayan yaklaşıma göre, matematiksel modelleme döngülerine (Blum & Leiß; 2007; Kaiser & Sriraman, 2006) ve matematiksel modelleme yeterliklerine (Blum, 2002; Maaß, 2006; Niss vd., 2007) odaklanılmaktadır (Çakmak-Gürel, 2018). Bu sebeple aşağıda matematiksel modelleme döngüleri ve matematiksel modelleme yeterliklerine ait kuramsal çerçeve ve ilgili araştırmalar verilmiştir.

Matematiksel Modelleme Döngüleri

Matematiksel modelleme sürecinin en önemli noktası matematiksel modelleme döngüleridir. Birçok araştırmada matematiksel modelleme süreci, bir modelleme döngüsü ile tanımlanmaktadır (Abrams, 2001; Berry & Davies,1996; Blomhoj & Jensen, 2007; Blum ve Leiß, 2007; Borromeo Ferri, 2006; Doerr,1997; Galbraith & Stillman, 2006; Greefrath & Vorhölter, 2016; Maaß, 2006; Schaap, Vos & Goedhart, 2011). Bu bölümde farklı araştırmacılar tarafından oluşturulan matematiksel modelleme döngüleri ve bu döngülerle ilgili çalışmalar verilmiştir.

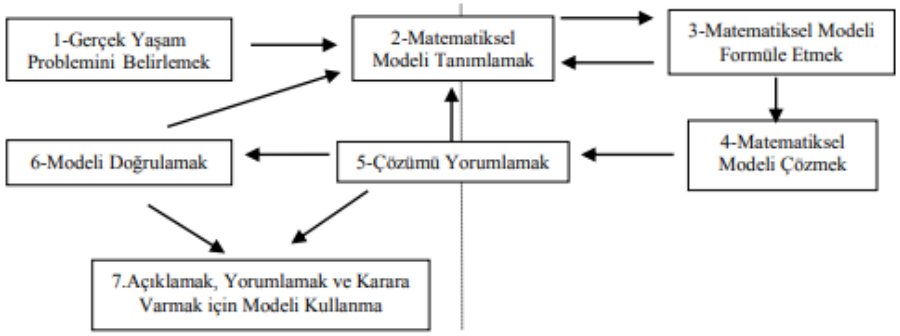
1978 yılında Penrose matematiksel modelleme sürecini, "gerçek problemi tespit etme ve gerçekliği belirleme, matematiksel model oluşturma, matematiksel problemi belirleme ve çözüm stratejisi geliştirme, çözüm stratejisini uygulama ve matematiksel problemi çözme, matematiksel çözümü yorumlama, modeli doğrulama ve sonuçlar oluşturma, düzenleme ve raporlaştırma" şeklinde yedi basamaklı döngüsel bir süreç olarak tanımlamıştır (Bukova-Güzel, 2016). Penrose'un oluşturduğu matematiksel modelleme sürecinde, problemi belirlemeden önce matematiksel modeli ortaya koymak şuan ki matematiksel modelleme sürecini anlatan çalışmalarla çelişmektedir. Buna rağmen, Penrose'un çalışması, matematiksel modelleme sürecini döngü şeklinde ifade eden ilk çalışmalardan biri olduğu için önemlidir. Matematiksel modelleme süreci ile ilgili olarak Müller ve Witmann (1984), ilkokul öğrencileri ile çalışmalar yapıp, bunun sonucunda da matematiksel modelleme sürecini gerçek yaşam durumu ile başlatmış, matematiksel model oluşumu, matematiksel çözüm ve gerçek yaşama ilişkin çıkarımlar ile tamamlamışlardır. Matematiksel modelleme sürecinde yer alan bilişsel geçişleri ise model kurma, modeldeki bilgileri işleme ve yorumlama şeklinde basamaklandırmışlardır (Şekil 1). Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerin gerçekliğe dayalı çalışma alanı ile kavramsal çalışma alanından geçtiklerini belirtmişlerdir.

Şekil 1. *Müller ve Wittmann'e (1984) Göre (aktaran Peter-Koop, 2004) Matematiksel Modelleme Döngüsü*



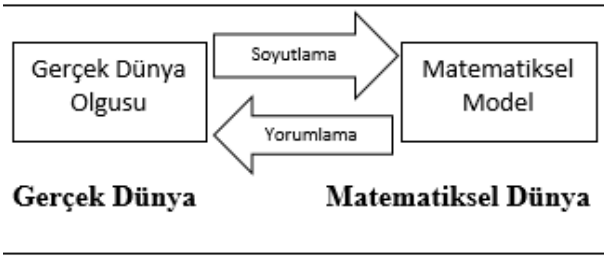
Mason (1988), matematiksel modelleme sürecini gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında ve basamaklarda doğrusal olmayan geçişler bulunan bir süreç olarak açıklamaktadır (Şekil 2). Bu basamaklar arasında oklar kullanarak da basamaklar arası geçişlerin sürekli olabileceğini göstermiş ve böylece süreç modelinde döngüselliği vurgulamıştır (Bukova-Güzel, 2016).

Şekil 2. *Mason'a (1988) Göre Matematiksel Modelleme Basamakları*

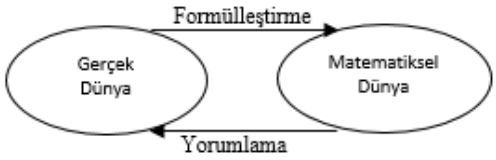


King (1992), matematiksel modelleme döngüsünde ilk olarak gerçek dünya olgusunu ele almaktadır. Ardından bu gerçek dünya olgusundan matematiksel bir model oluşturulmasını, bunun için de gerçek dünya olgularının soyutlanmasını, böylelikle matematiksel dünyaya geçişlerin olabileceğini ifade etmektedir. Matematiksel dünyada yer alan matematiksel model ele alınıp, matematiksel hesaplamalarla bu modelin çözümü oluşturulur. Daha sonra uygulama adımıyla yeniden gerçek dünyaya geçiş yapılır (Şekil 3). Şekil 3'te Berry ve Houston (1995) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme döngüsü ile King (1992) döngüsü (Şekil 4) birlikte ele alınmıştır.

Şekil 3. *King'e (1992) Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü*



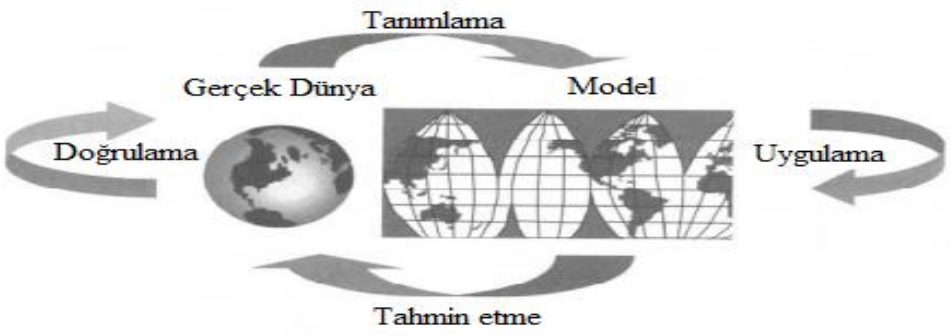
Şekil 4. *Berry ve Houston'a (1995) Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü*



Berry ve Houston (1995) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme döngüsünde gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında geçişleri sağlayabilmek için ilk olarak formülleştirme yapılması gerektiği görülmektedir (Şekil 4). Bu aşamada grafik, tablo, eşitlik gibi matematiksel yapılarla bir matematiksel model oluşturulması; King'in (1992) soyutlama aşaması ile aynı yapıları ele almaktadır. Her iki döngüde de bu şekilde matematiksel dünyaya geçiş yapılacağı ifade edilmektedir. Matematiksel dünyaya geçişin ardından matematiksel hesaplamalarla oluşturulan modelin çözümü yapılır ve ardından bu modelin çözümü tartışılıp sonuçlar gerçek dünyaya yorumlanır.

Gerçek dünyadan matematiksel dünyaya doğrudan geçişin tanımlandığı bir diğer matematiksel modelleme döngüsü ise Lesh ve Doerr (2003) tarafından oluşturulmuştur (Şekil 5).

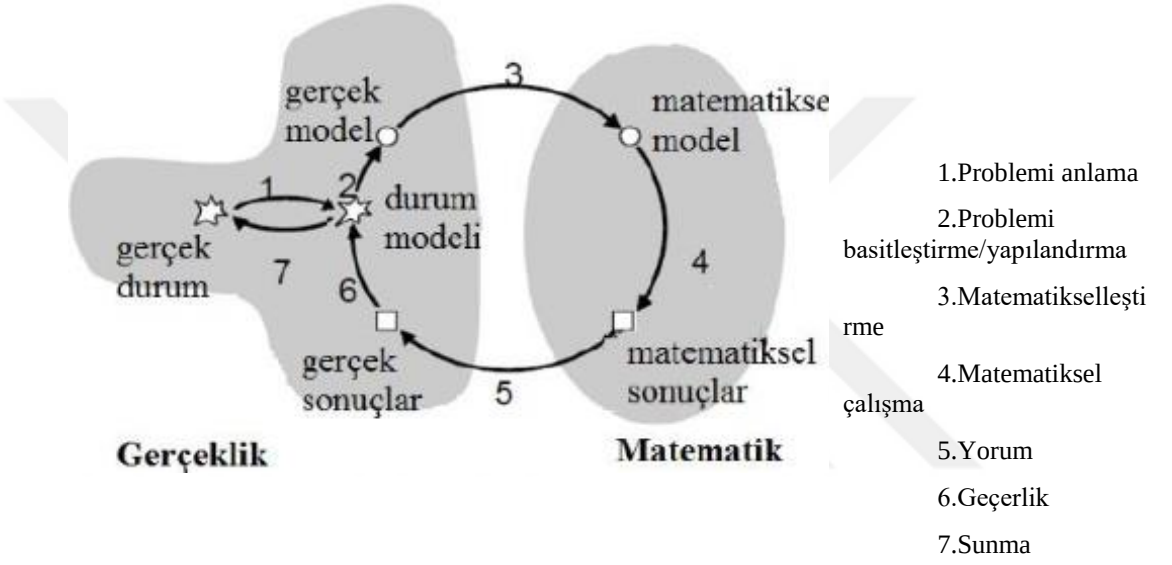
Şekil 3. *Lesh Ve Doerr'e (2003) Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü*



Lesh ve Doerr'e (2003) göre matematiksel modelleme döngüsü dört aşamadan oluşur. Bunlar; gerçek dünya ile model dünyası arasında bir eşleme sağlayan *tanımlama* aşaması, model dünyasında oluşturulan modelin hesaplanmasını veya uygulanmasını sağlayan *uygulama* aşaması, ilgili sonuçları gerçek dünyaya taşımayı sağlayan *tahmin etme* aşaması ve uygulamaların ve tahminlerin kullanışlılığını sağlayan *doğrulama* aşaması şeklindedir. Daha önce oluşturulan matematiksel modelleme döngülerinden farklı olarak Lesh ve Doerr (2003)

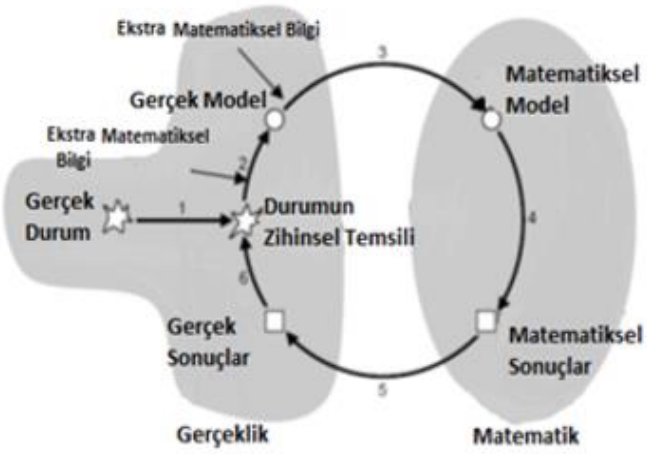
modelin gerçek dünyadaki doğruluğunu ve modelin işlevselliğini sınamayı sağlayan doğrulama aşamasını ele almıştır. Şu ana kadar ele alınan döngülerde gerçek model ile matematiksel model arasında herhangi bir fark bulunmamaktadır. Yani model kavramı için gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında fark olmaksızın tek model ele alınmaktadır. Daha sonra oluşturulan döngülerde ise gerçek durum ile matematiksel model arasında doğrudan geçişin olmadığı, hem gerçek durumun hem de matematiksel modelin tanımlandığı aşamaların ele alındığı görülmektedir (Örneğin, Blum & Leiß, 2007, s.225; Borromeo-Ferri, 2006).

Şekil 4. *Blum ve Leiß'e (2005) Göre (aktaran Blum ve Leiß (2007) Matematiksel Modelleme Döngüsü*



Blum ve Leiß'e (2005) göre matematiksel modelleme döngüsü (Şekil 6) fiziksel dünyadan kaynaklanır ve gerçek bir dünya sorunuyla ilgilidir. Matematiksel olmayan bir durum, bir durum modeli olarak soyutlanmalıdır. Bu ise, gerçekliğe dayalı sorunun çözülmesine yardımcı olur. Ardından bu durum modeli gerçek modele çevrilir ve Freudenthal (1991) bu süreci matematikselleştirme olarak adlandırmaktadır. Bu matematikselleştirme sürecinin ardından matematiksel bir model oluşturulur. Oluşturulan matematiksel model üzerinde matematiksel çalışmalar, hesaplamalar yapılır. Ardından matematiksel sonuçlar durum modeline göre yorumlanır ve doğrulanır. Matematiksel sonuçlar gerçek dünya ile çelişiyorsa modelleme döngüsünü tekrarlamak gerekebilir. Blum ve Leiß (2005) tarafından oluşturulan matematiksel modelleme döngüsü Borromeo Ferri (2006) tarafından bilişsel bakış açısı ile revize edilmiş ve bazı değişiklikler yapılmıştır (Şekil 7).

Şekil 5. *Borromeo-Ferri'e (2006) Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü*



1. Anlama
2. Basitleştirme/Yapılandırma (İlave matematiksel bilgi)
3. Matematikselleştirme (İlave matematiksel bilgi/Fazlasıyla ihtiyaç oluşur)
4. Matematiksel çalışma (bireysel yeterlikleri kullanma)
5. Yorumlama
6. Doğrulama

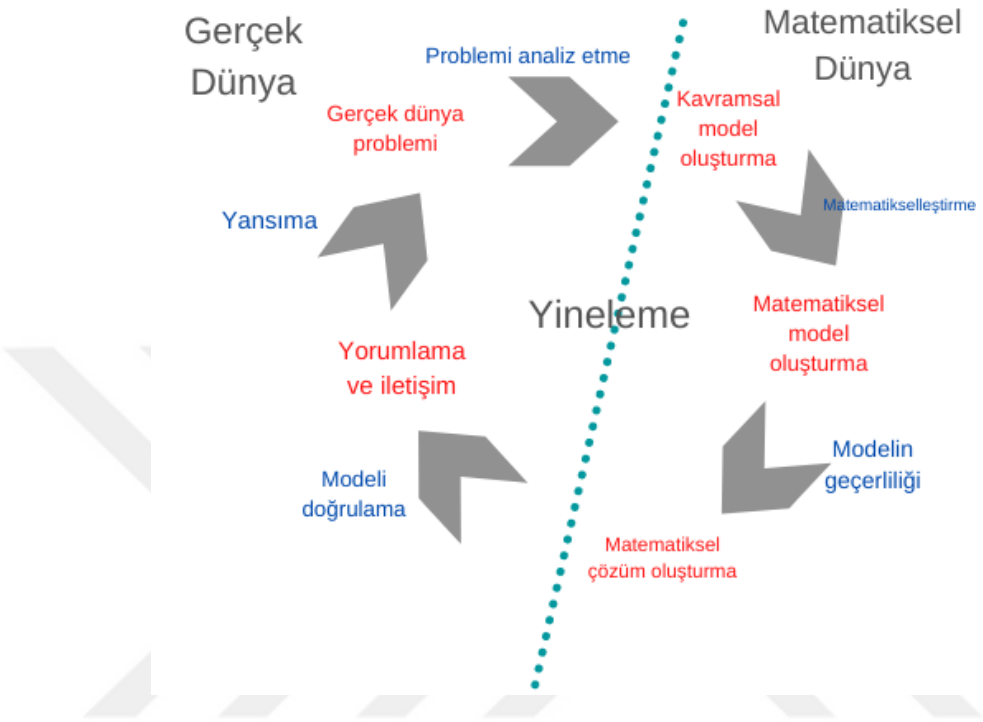
Borromeo-Ferri (2006), Blum ve ve Leiß'den (2005) farklı olarak durum modelini, durumun zihinsel temsili olarak ele almaktadır. Çünkü ona göre durumun zihinsel temsili, verilen modelleme durumunu okuduktan sonra bireyde oluşan zihinsel resmi çok daha iyi tanımlamaktadır (Çakmak-Gürel, 2018). Gerçek model ile matematiksel modelin oluşturulmasında ilave matematiksel bilgiye ihtiyaç duyulup kullanılması Borromeo-Ferri (2006) döngüsünde ilk defa ortaya atılmıştır. Bunların dışında Borromeo-Ferri (2006), Blum ve Leiß'den (2005) farklı olarak *sunma* basamağını matematiksel modelleme sürecine dahil etmemiştir. Çünkü sunma basamağında yapılan çalışmaların paylaşımı ve yorumlanması söz konusudur. Şayet döngüdeki yorumlama ve doğrulama basamakları tartışma ortamı içerisinde (özellikle grup çalışmalarında) gerçekleştirilirse sunma basamağının yüzeysel olacağını ifade eden Borromeo-Ferri (2006), bu sebeple döngüde sunma basamağına yer vermemiştir.

Matematiksel modelleme döngüleri incelendiğinde ilk oluşturulan döngülerde durum modelinin ve gerçek modelin göz ardı edildiği ve gerçek durumdan matematiksel modele geçişte herhangi bir aşamanın olmadığı görülmektedir (Müller & Wittmann (1984'den Akt., Peter-Koop, 2004); King, 1992; Lesh & Doerr, 2003; Voskoglou, 2006). Ardından oluşturulan döngülerde durum modelinin dikkate alınmadığı ve gerçek durum (modelleme durumu) ile matematiksel model arasında sadece gerçek model aşamasının tanımlandığı göze çarpmaktadır (Kaiser (Akt., Borromeo Ferri, 2006). Daha sonradan oluşturulan döngülerde ise gerçek durumun, durum modelinin ve gerçek modelin tek tek ele alındığı ve gerçek durum ile matematiksel model arasında hem gerçek model aşamasının hem de durum modeli aşamasının tanımlandığı görülmektedir (Blum & Leiß (2005'den Akt., Blum & Leiß, 2007); Borromeo-Ferri, 2006).

Bu çalışmada matematiksel modelleme döngülerinin birçoğu incelenmiş ve matematiksel dünya ile matematiksel olmayan dünya (gerçek dünya) arasında etkileşimin

olduğu bir süreç ele alınmıştır. Bu süreçte gerçek dünya problem durumu, matematikselleştirme, matematiksel model oluşturma, matematiksel çözüm ve yorumlama basamakları dışında aşağıdaki durumlar özellikle göz önünde bulundurulmuş ve bütün basamaklar bu araştırmanın "*Yöntem"* başlığı altında çıklanmıştır (Şekil 8).

Şekil 6. *Matematiksel Modelleme Döngüsü*



Şekil 8 de ifade edilen matematiksel modelleme döngüsü bu çalışmada ele alınmıştır. Matematiksel modelleme sürecinde bahsi geçen döngüde ilerlemenin olabilmesi ise için bireylerin bir takım yeterliklere sahip olması gerekmektedir. Bu yeterlikler "matematiksel modelleme yeterlikleri" olarak adlandırılmaktadır.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Matematik eğitimi "bilgiyi problem çözme sürecinde kullanabilen, farklı disiplinlere uygulayabilen, varsayımda bulunabilen, genelleme yapabilen, analitik düşünebilen, karşılaşılan problemleri matematiksel akıl yürütme ile modelleyebilen, modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilen" bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bunu sağlayacak araçların başında ise matematiksel modelleme yer almaktadır. Matematiksel modelleme yaklaşımına göre, bireyler günlük hayatta karşılaştıkları probleme matematiksel olarak çözüm geliştirir ve bu çözümü günlük hayata yorumlarlar. Bu döngü gerçekleştirilirken ise bir takım bilişsel süreçlerden geçilir. Bu süreçlerden başarı ile geçebilmek için bireylerin bazı yeterliklere sahip olması gerekmektedir. Sahip olunması gereken bu yeterlikler "matematiksel modelleme yeterlikleri" olarak adlandırılmaktadır.

Alan yazında matematiksel modelleme bazen beceri, bazen de yeterlik olarak ele alınmaktadır (Henning & Keune, 2007). Maaß (2006) modelleme yeterliklerini, modelleme süreci için önemli olan beceri, tutum ve öğrencilerine bunu yansıtma isteği olarak; Henning & Keune (2007) ise modelleme becerilerini, öğrenme sürecinde doğrudan gözlenemeyen ancak teorik incelemeler ve deneysel çalışmalarla öğrenciye aktarılması hedeflenen kabiliyet olarak tanımlamaktadır. Matematiksel modelleme yeterliği, matematiksel modelleme etkinliklerinde karşılaşılan zorluklarda matematiksel modelleme becerisini kullanmak olarak tanımlandığında ve gözlem yapılabilir olması da dikkate alındığında tespit edilen durumun matematiksel modelleme yeterliği olduğu söylenebilir. Bu sebeple yapılan çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri ele alınmıştır.

Alan yazın incelendiğinde birçok ülkenin öğretim programlarında modelleme yeterliği ele alınmaktadır (Örneğin; İrlanda, 2016; Türkiye, 2009; Kaliforniya, 2015; Kanada/Manitoba, 2014; Singapur, 2020; Finlandiya, 2011). Yeterlik, problem durumunu ele alıp bununla ilgili kararlar alabilmek ve bu kararlara bağlı olarak sonuca ulaşabilmek için gerekli olan bireysel kapasitedir (Stillman, Galbraith, Brown & Edwards, 2007). Matematiksel yeterlik ise, kişinin belli bir durumda, bir matematiksel zorluğu çözüme ulaştırmak için onu harekete geçirecek motivasyon olarak tanımlanmaktadır (Blomhoj & Jensen, 2007). Matematik eğitiminin gelişimi amacıyla matematiksel zorlukların neler olduğu hakkında çalışmalar yapılmış ve konuya özgü matematiksel yeterlikler belirlenmiştir (Aydın-Güç, 2015). ABD Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM, 2000) matematiksel yeterlikleri iki gruba ayırmıştır. Bunlar *içerik* (sayı ve işlemler, cebir, geometri, ölçüm, veri analizi ve olasılık) ve *süreçler* (problem çözme, akıl yürütme ve ispat, matematiksel iletişim, matematiksel modelleme, bağıntı, matematiksel temsil ve gösterimler) şeklindedir. Bunun dışında Niss (1999), ABD Ulusal Araştırma Derneği (NRC, 2001), Tomlinson (2004) ve Smith (2004) gibi bir çok çalışmada da matematiksel yeterlikler gruplandırılmıştır. Bu gruplandırmaların hepsi, öğrencilerin matematiği anlama ve sınıfta öğrendiği matematiği gerekli durumlarda kullanma becerisiyle sonuçlanacak şekilde öğrenmelerine yardımcı olacak aynı matematiksel uygulamaları öngörmektedir. Bu çalışmada, bahsi geçen çalışmalarda ortak olarak vurgulanan ve kişinin matematiği günlük hayatta da kullanmasını sağlayacak matematiksel modelleme yeterliği ele alınmıştır.

Matematiksel modelleme yeterliği, gerçek dünya ile ilgili soruları, değişkenleri, ilişkileri veya tahminleri tanımlama, bunları matematiğe dönüştürme (matematikselleştirme) ve ortaya çıkan matematiksel sonuçlara göre çözümü yorumlama ve doğrulama yeteneği anlamına gelmektedir (Niss, Blum & Galbraith, 2007). Bunlara ek olarak matematiksel

modelleme yeterliği, yapılan tahminleri araştırarak verilen modelleri analiz edebilme veya karşılaştırabilme, belirli bir modelin özelliklerini ve kapsamını kontrol edebilme yeteneklerini de içerir (Niss, Blum & Galbraith, 2007). Benzer şekilde Blum (2002); modelleme yeterliğini problemi anlama, matematikselleştirme, yorumlama ve problem çözme yeteneğinin yanı sıra matematiksel model ile matematiksel işlem yapma, modeli doğrulama, sonuçlarını değerlendirme, analiz etme ve modelleme sürecini yorumlama olarak tanımlamaktadır. Yani matematiksel modelleme yeterliği, kişinin gerçek yaşam sorunu karşısında matematiksel modelleme sürecine bağlı olarak tüm basamakları gerçekleştirebilme yeteneğidir. Maaß (2006) ise tanımına motivasyonu da ekleyerek matematiksel modelleme yeterliğini, "kişiyi harekete geçirmek için gerekli istekle beraber uygun ve amaca yönelik olarak matematiksel modelleme sürecini tamamlayabilecek yetenek ve becerilerin tümüdür." şeklinde ifade etmektedir. Bu tanımdan hareketle, bireyin sahip olduğu yeterlikleri uygulayıp açığa çıkarabilmesi için gerekli motivasyona sahip ve bireysel olarak da hazır hissetmesi gerektiği fark edilmiştir. Bu sebeple, bu çalışmada da matematiksel modelleme yeterliği kişinin matematiksel modelleme sürecinin tüm basamaklarını gerçekleştirebilmek adına gerekli motivasyon ve yetenek olarak ele alınmıştır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiksel modelleme sürecini gerçekleştirmek için olması gereken yetenek ve becerilerdir. Bu sebeple farklı araştırmacılar tarafından bu yetenek ve becerilere bağlı olarak, matematiksel modelleme yeterlikleri belirlenmiştir. Penrose (Akt., Houston, 2007) matematiksel modelleme yeterliklerini;

1. Gerçek problemi belirlemek
2. Matematiksel model oluşturmak
3. Matematiksel problemi belirlemek
4. Matematiksel problemi çözmek
5. Matematiksel sonuçları yorumlamak
6. Modelin geçerliliğini tespit etmek
7. a) Modeli revize etmek
   b) Modeli sunmak

şeklinde tanımlamaktadır. Penrose'un ortaya koyduğu bu yeterlikler, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemede temel yeterlikler olarak kabul edilmiş ve uzun yıllar kullanılmıştır (Houston, 2007). Ardından Berry ve Houston (1995) matematiksel modelleme yeterliklerini aşağıdaki gibi üç aşamada ele almış ve buna bağlı olarak alt yeterlikleri de tanımlamıştır.

1. Formüle Etme

1a) Verilenler listesini oluşturma ve değişkenleri belirleme,

1b) Tahminlerde bulunma

1c) Matematiksel model oluşturma

2. Matematiksel modelin çözülmesi
3. Geçerlilik

3a) Sonuçların gerçek dünyada yorumlanması

3b) Sonuçların rapor edilmesi

Stillman, Galbraith, Brown ve Edwars (2007), Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards'ın (2007) matematiksel modelleme ve teknolojinin kullanıldığı bir okulda iki öğretmenden elde ettikleri teorik çerçeveyi, 9.sınıfta öğrenim gören 21 öğrenci ile tek bir etkinlik üzerinde uygulamış, elde ettikleri verileri derinlemesine analiz etmiş ve matematiksel modelleme yeterliklerini ve alt yeterliklerini şu şekilde tanımlamışlardır:

Tablo 2. *Stillman vd. (2007) Tarafından Oluşturulan Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ve Alt Yeterlikleri*

Matematiksel Modelleme Alt Yeterlikleri	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri
1a. Problemin içeriğini sınıflandırma 1b. Tahminler geliştirme	1. Gerçek yaşam durumunu anlayıp, gerçek problem oluşturma
2a. Değişkenleri belirleme 2b. Matematikselleştirme 2c. Matematiksel tablo veya teknoloji desteği ile çözüme hazırlanma 2d. Modelin grafiksel temsilini oluşturmak için gerekli teknolojik materyali belirleme	2. Gerçek probleme bağlı bir matematiksel model oluşturma
3a. Uygun matematiksel işlemlerin yapılması 3b. Teknoloji desteği ile çözümün yapılması 3c. Grafiksel temsiller için teknoloji kullanımı 3d. Teknoloji desteği ile cebirsel modelin doğrulanması	3. Matematiksel modelin çözülmesi
4a. Gerçek dünyadaki karşılığı ile matematiksel sonuçları karşılaştırma 4b. Matematiksel sonuçları kavramsallaştırma ve yorumları doğrulama	4. Matematiksel sonuçları gerçek sonuçlara bağlı yorumlama
5a. Matematiksel sonuçları, gerçek sonuçlarla karşılaştırma 5b. Modelin gerçek yaşamdaki yeterliliğini yorumlama	5. Gerçek sonuçları doğrulama

Maaß'a (2006) göre matematiksel modelleme yeterliklerinin tam anlamıyla açıklanması ve alt yeterliklerin belirlenerek detaylandırılması; yeterliklerin matematiksel modelleme süreci ile ilişkilendirilmesine bağlıdır. Şöyle ki, kişilerin matematiksel modelleme döngüsünü esas alarak çalışmaları matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde olumlu etki

bırakmıştır (Blomhøj & Jensen, 2003; Tekin-Dede & Yılmaz, 2013). Bu bağlamda Blum ve Kaiser (1997) matematiksel modelleme yeterliklerini, matematiksel modelleme sürecini esas alarak tanımlamış ve her yeterlik için de kapsadığı alt-yeterlikleri belirlemiştir (Tablo 2).

Tablo 3. *Blum ve Kaiser (1997) Tarafından Oluşturulan ve Maaß (2006) Tarafından Aktarılan Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ve Alt Yeterlikleri*

Matematiksel Modelleme Alt Yeterlikleri	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri
A1. Problem durumu 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	A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği
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 B3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak temsil etme yeterliği	B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma 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 yeterliği C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği	C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği
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	D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği
E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapma yeterliği E2. E2. Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme sürecini tekrar etme (tekrarlama) yeterliği E3. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun faklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği E4. Genel olarak modeli sorgulama yeterliği	E. Çözümü doğrulama yeterliği

Blum ve Kaiser (1997) tarafından oluşturulan matematiksel modelleme yeterliklerini "kısmi yeterlikler" olarak adlandıran Maaß (2006), modelleme sürecinin tamamlanması için başka yeterliklerin de olması gerektiğini ifade etmiştir. Bunlar; *bilişsel yeterlikler, üst-bilişsel yeterlikler, gerçek dünya problemini yapılandırma yeterliği, tartışma ve raporlaştırma*

yeterliği, duyuşsal yeterlik şeklindedir (Maaß, 2006). Blum ve Leiß (2007), Maaß (2006) tarafından belirlenen diğer matematiksel modelleme yeterliklerini dikkate almamış ve yeterlikleri matematiksel modelleme döngüsünün basamakları ile açıklamıştır. Şöyle ki, yeterlikleri matematiksel modelleme sürecinin alt süreç basamaklarındaki zorlukların üstesinden gelme olarak ele almışlardır (Aydın-Güç, 2015). Bunların dışında Kaiser (2007) modelleme yeterlikleri için, bilişsel yeterliklerin yanı sıra, matematiksel modelleme için gerekli üst-bilgi, üst-biliş ve iletişim yeterliklerinden de bahsetmektedir.

Matematiksel modelleme sürecinin başarıyla gerçekleştirilebilmesi için gerekli yeterliklere sahip olunması fikri birçok çalışmada vurgulanmıştır. Bu çalışmada ise 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* yeterlikleri ve bunlara bağlı olarak ortaya konan alt yeterlikler modelleme sürecini başarıyla tamamlamak için dikkate alınan yeterlikler olarak belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından oluşturulan ve Şekil 8 de ifade edilen modelleme döngüsüne bağlı olarak da bu yeterlikler, öğretmenlerde açığa çıkarılmaya çalışılmıştır.

Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmek adına, son yıllarda farklı yaklaşım ve uygulamalar yapılmıştır. Alan yazın incelendiğinde matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmek adına iki yaklaşımın ele alındığı görülmektedir. Bunlar bütüncül ve mikro-düzeyde yaklaşımlardır. Mikro-düzeydeki yaklaşımda öğrenme ortamı bazı alt yeterliklere göre oluşturulurken; bütüncül yaklaşımda öğrenme ortamı tüm yeterliklere göre düzenlenir. Ayrıca alan yazında, her iki yaklaşımın aynı anda bir öğrenme ortamında kullanıldığı karma yaklaşımdan da söz edilmektedir (Aydın-Güç, 2015; Aydın-Güç & Baki, 2016; Blomhøj & Jensen, 2003; Blomhøj, 2007; Çakmak-Gürel, 2018).

Bütüncül yaklaşımda bütünün, parçaların toplamına eşit olmadığı kabul edilmekte ve bireyin, bilgileri parça parça edinmesinin ötesinde resmi bütün olarak görmeleri gerektiğine odaklanılmaktadır (Babacan, 2014). Bu sebeple bütüncül ortamlarda matematiksel modelleme durumları verilip bireylerin tüm yeterliklere yönelik deneyim kazanmaları ve tüm yeterliklerini geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Yani bütüncül yaklaşıma göre bir matematiksel modelleme etkinliği boyunca modelleme sürecinin tamamının yaşanması ve modelleme yeterliklerinin tamamının işe koşulması gerekmektedir (Aydın-Güç, 2015).

Mikro-düzeyde yaklaşım sergileyen çalışmalarda, oluşturulan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterlikleri tek tek ele alınmaktadır. Yani, verilen matematiksel modelleme durumu ile belli yeterlik ve alt yeterliklerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Şöyle

ki, verilen etkinlik ile modelleme durumuna dair tüm yeterliklerin değil, örneğin değişkenlerin belirlenmesi alt yeterliğin geliştirilmesi isteniyorsa sadece değişkenleri belirlemeleri beklenmektedir. Dolayısıyla, her bir yeterlik ayrı ayrı etkinliklerle ele alınarak geliştirilmektedir. Bu yaklaşımda tüm yeterlikleri ayrı ayrı deneyimleyerek kazanmış bireylerin, bu yeterlikleri bütün haline getirerek matematiksel modelleme sürecini tamamlamada kullanması beklenmektedir (Aydın-Güç, 2015; Aydın-Güç & Baki, 2016). Crouch ve Haines (2004), matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi için mikro-düzey yaklaşımın gerekli olduğuna; örneğin gerçek modelden matematiksel modele geçiş yeterliğini ele alan bir öğrenme ortamında kişilerin bu yeterliklerini geliştirebileceklerini ifade etmektedir. Uluslararası alan yazında mikro-düzey yaklaşımı benimseyen çalışmalar genellikle aynı araştırmacılar tarafından yapılmaktadır (Crouch & Haines, 2004; Haines & Crouch, 2001; Izard vd, 2003). Bu araştırmacıların dışında Tong, Loc, Uyen ve Giang (2019), bir lisenin 10.sınıfında öğrenim gören 46 öğrenci ile mikro-düzeyde hazırlanmış bir öğrenme ortamında sinüs ve kosinüs teoremlerini 6 adet matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretmiş ve öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinde ilerleme yaşandığını kaydetmiştir. Etkinlik uygulama sürecinin grup çalışması şeklinde ilerlediği ve üç aşamada gerçekleştirildiği bu çalışmada, ilk olarak,

- Gerçek yaşam sorunundaki farklı değişkenler belirlenir ve arasında sözel ilişkiler kurulur.
- Gerçek yaşam problemleri matematiksel problemlere çevrilir.
- Sorunları gidermek için matematiksel problemler çözülür.

İkinci olarak,

- Grup içerisinde çözüm değerlendirilir ve tartışılır.

Son olarak ise,

- Gruplar çözümlerini birer temsilci ile ifade eder.
- Öğretmen (rehber) gerekli dönütleri verir.
- Bu son aşama ile bilgi genelleştirilir ve modelleme yeterlikleri kademeli olarak geliştirilir.

Etkinlik uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından öğrencilerin sinüs ve kosinüs teoremlerini mikro-düzeyde hazırlanan öğrenme ortamında kademeli olarak öğrendikleri ve buna bağlı olarak da matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştiği görülmüştür.

Türkiye'deki alan yazında ise mikro-düzey yaklaşımı benimseyerek öğrenme ortamı oluşturup, öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik bir çalışma Bal ve

Doğanay (2014) tarafından yapılmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemiş; değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözülmesi durumlarında yetersiz olduklarını tespit etmişlerdir. Ardından üç aşamalı eylem planı oluşturarak matematiksel modelleme basamaklarını ayrı ayrı ele almışlardır. Mikro-düzey yaklaşımı benimseyerek oluşturdukları öğrenme ortamında eylem planlarının tamamlanmasının ardından, öğretmen adaylarının değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözülmesindeki başarılarının arttığı görülmüştür.

Bütüncül yaklaşımla oluşturulan öğrenme ortamlarında amaç, bireylerin matematiksel modelleme sürecinin tüm basamaklarından geçmesine imkan sağlamaktır. Buna rağmen oluşturulan öğrenme ortamları birbirlerinden farklılık göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde bütüncül yaklaşıma uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamının,

- Teorik bilgi odaklı,
- Matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı,
- Serbest matematiksel modelleme etkinlikleri odaklı

olarak üç farklı şekilde tasarlandığı görülmektedir (Aydın-Güç & Baki, 2016). Öncelikle teorik bilgi odaklı oluşturulan öğrenme ortamları birçok araştırmacı tarafından oluşturulmuş ve genel olarak bu öğrenme ortamları serbest matematiksel modelleme etkinlikleri şeklinde desteklenmiştir. Bazen de teorik bilgi odaklı oluşturulan öğrenme ortamları, matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı şeklinde desteklenmiş veya herhangi bir teorik bilgi verilmeden sadece ya matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı ya da serbest matematiksel modelleme etkinlikleri odaklı ortamlar oluşturulmuştur. Oluşturulan bu öğrenme ortamlarının tamamında matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlandığı ve matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine olumlu katkısı olduğu sonucuna varılmıştır (Ata-Baran, 2019; Aydoğan-Yenmez, 2017; Blum & Borromeo-Ferri, 2009; Bukova-Güzel, 2011; Çiltaş, 2015; Deniz, 2014; Deniz & Akgün, 2018; Galbraith & Clatworthy, 1990; Huang, 2011; İncikabı, 2020; Kaiser & Maaß, 2007; Korkmaz, 2014; Maaß, 2006; Özdemir & Üzel, 2013; Perk, 2019; Stillman, Galbraith, Brown & Edwars, 2007; Tekin-Dede & Yılmaz, 2013). Bu çalışmada öğrenme ortamı her üç şekilde göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. Önce teorik bilgi odaklı yaklaşım ile bilgi verilmiş ardından matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı etkinlikler çözülmüştür. Son olarak ise her hangi bir yönerge içermeyen serbest matematiksel modelleme etkinlikler uygulanmıştır.

Kaiser ve Maaß (2007), matematiksel modelleme sürecinde öğretim programında yer alan kısmıyla matematik derslerine matematiksel modelleme problemlerini dahil etmiş ve

matematiksel modelleme yeterliklerinin ve inançlarının ne düzeyde değişeceğini araştırmışlardır. 35 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilen ve 15 ay süren veri toplamı sürecinde eylem araştırması deseni kullanılmış ve süreçte grup çalışmaları, sınıf tartışmaları ve ödevlendirmeler yer almıştır. Bu süreçte de öğrencilere matematiksel modelleme etkinlikleri verilmiş ancak herhangi bir yönergeye bağlı kalmaları istenmemiştir. Yani serbest matematiksel modelleme etkinlikleri odaklı bir öğrenme ortamı oluşturulmuş ve öğrenme ortamının etkililiği ön test ve son testler ile belirlenmiştir. Sonuç olarak ise matematik seviyesi düşük olan öğrencilerin dahi modelleme yeterliklerinin geliştirilebileceği görülmüştür.

Deniz ve Akgün (2018), matematiksel modellemeye yönelik bütüncül yaklaşımla bir öğrenme ortamı tasarlamış ve öğretmen adaylarına bir dönem boyunca haftada üç saat olmak üzere matematiksel modelleme eğitimi vermişlerdir. Teorik bilginin ardından, grup çalışması şeklinde yürütülen etkinlik çözümlerine geçilmiş ve etkinlik çözümlerinde gruplara herhangi bir yönerge verilmeyip, serbest modelleme etkinlikleri odaklı olarak süreç tamamlanmıştır. Üç etkinlik üzerinden toplanan çalışma bulguları ise matematiksel modelleme basamaklarına bağlı olarak analiz edilmiş ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin beklenilen düzeyin altında olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda ise bu eksikliklerin giderilebilmesi için matematiksel modellemenin her kademede olması gerektiği önerilmiştir.

Benzer bir yaklaşımla matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamı oluşturan Bukova-Güzel (2011), öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliği oluşturma ve çözme yaklaşımlarını belirlemiştir. Bu süreçte, 35 öğretmen adayına matematiksel modelleme lisans dersi kapsamında; model ve matematiksel model örnekleri, matematiksel model ile matematiksel modelleme arasındaki farklılıklar, öğretim programlarında matematiksel modellemeye verilen önem, matematiksel modelleme sürecine yönelik farklı yaklaşımlara ait teorik bilgiler verilmiştir. Daha sonra alan yazında yer alan matematiksel modelleme örnekleri verilmiş, ardından öğretmen adayların matematiksel modelleme etkinliği geliştirmeleri ve çözmeleri istenmiştir. Sonuç olarak oluşturulan bu öğrenme ortamında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinde yer alan tüm basamakları dikkate aldıkları, yani bütüncül olarak yaklaştıkları görülmüştür. Ancak doğrulama ve yorumlama basamaklarında, öğretmen adaylarının zorluk yaşadıkları da ortaya konulmuştur.

Huang (2011) ise, mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik bütüncül yaklaşıma dayalı serbest matematiksel modelleme etkinlikleri odaklı bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Tasarlanan öğrenme ortamında yer alan matematiksel modelleme etkinlikleri Lesh vd. (2000) tarafından belirlen model oluşturma prensipleri

dikkate alınarak hazırlanmıştır. Mühendislik öğrencilerinden, herhangi bir yönerge verilmeksizin etkinlikleri öğrenme ortamında çözmeleri istenmiştir. Öğretim sürecinin başında problem durumunu anlama ve yorumlama, değişkenleri belirleme alt yeterliklerinin beklenilen düzeyin altında olduğu; öğretim sürecinin sonunda ise matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştiği ancak yine de matematiksel modellemede beklenen düzeyde olmadıkları tespit edilmiştir.

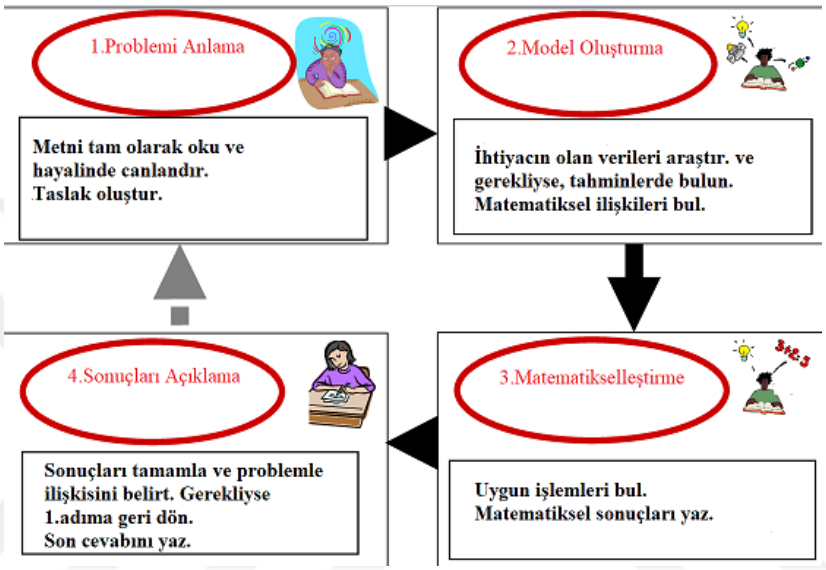
İncikabı (2020), bütüncül yaklaşıma dayalı teorik bilgi odaklı bir öğrenme ortamı oluşturmuş ve 15 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile toplam 15 haftalık eğitim süreci geçirmiştir. Bütüncül yaklaşımla gerçekleştirilen eğitim sürecinde öğretmen adayları grup çalışması şeklinde matematiksel modelleme etkinlikleri tasarlamışlardır. Bütüncül yaklaşımla matematiksel modelleme etkinlikleri tasarlama sürecinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini nasıl etkilediğini araştıran çalışmada istatistiki anlamda anlamlı ve olumlu etki bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özdemir ve Üzel (2013), 33 matematik öğretmeni adayına matematiksel modellemeye uygun öğrenme ortamı hazırlayabilmeleri adına 3 aylık bir eğitim vermiştir. Ardından içlerinden rastgele seçilen 17 matematik öğretmeni adayı, 8.sınıfta öğrenim gören 38 öğrenciye matematiksel modellemeye uygun bir öğrenme ortamı tasarlamış ve öğrencilerden grup çalışması şeklinde serbest matematiksel modelleme etkinliklerini çözmelerini istemiştir. Öğretmen adayları bu süreçte sadece öğrencilere rehberlik etmiş ve gerektiğinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Sonuçta öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye uygun öğrenme ortamı oluşturma, hazırlık süreçleri ve etkinlik çözüm süreçlerini yönetmedeki başarıları oldukça yüksek bulunmuştur. 8 grup şeklinde çözülen etkinliklerin ilkinde 4 grup problemi anlama yeterliğine sahip olamamış, öğretmen adayının açıklamasına ihtiyaç duymuşlardır. Diğer 4 gruptan 2 si ise sadece problemi anlama yeterliğine sahip olmuş ancak diğer yeterlikleri sergileyememişlerdir. Son 2 grup ise problemi anlama, değişkenleri belirleme, matematikselleştirme yeterliklerini göstermiştir. Öğretmen adayının bazı açıklamaları ile bütün gruplar sonuca ulaşmış ancak gruplardan hiç biri matematiksel sonuçları gerçek yaşamda yorumlayamamıştır. Çalışmada serbest matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümünde öğretmen rehberliğinin, grup tartışmalarının matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Blum ve Borromeo-Ferri (2009), yürüttükleri DISUM (Didaktische Interventionsformen für einen Selbständigkeitsorientierten aufgabengesteuerten Unterricht am Beispiel Mathematik) ve COM² (Cognitive-psychological analysis of modelling processes in mathematics lessons) projelerinden elde ettikleri sonuçlara göre, öğrencilerin matematiksel

modelleme etkinlikleri ile çalışırken bilişsel seviyelerine göre modelleme basamaklarını takip etmelerinin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirdiklerini ifade etmiştir. Bu şekilde gerçekleştirilen planlı ve aşamalı öğretimin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmede daha olumlu sonuçlar verdiğini de belirtmişlerdir. Kendileri ise takip edilmesi diğer araştırmacıların ortaya koydukları modelleme basamaklarından daha kolay olacak dört basamaklı bir çözüm planı önermişlerdir. Bu çözüm planı döngü şeklinde olup aşağıdaki gibidir:

Şekil 7. *Blum ve Borromeo-Ferri (2009, S.54) Tarafından Oluşturulan Çözüm Planı*



Şekil 9'da ifade edilen çözüm planı incelendiğinde dört basamak olarak görünen döngüde aslında bazı alt-yeterliklere ait yönergeler de yer almaktadır. Bunun sebebi ise, öğrencilerin bu döngüyü ele alarak herhangi bir rehbere ihtiyaç duymaksızın süreci tamamlayabilmelerine olanak sağlamaktır. Buna paralel olarak, Giang ve Trang (2022), öğrencilerinin üstel ve logaritmik eşitsizlikleri içeren gerçek dünya problemlerine matematiksel modelleme ile çözüm getirebilecekleri bir öğretim süreci oluşturmuşlardır. Çalışma sonunda 82 öğrenciye anket uygulamışlar ve öğrencilerin bu öğretim sürecinin ardından sorularını öğretmene sormaktansa kendilerinin çözüm getirmeyi tercih ettikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Yakıt problemi isimli bir modelleme probleminin çözüm sürecinde öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini inceleyen Tekin-Dede ve Yılmaz (2013), Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirlenen (Akt. Maaß, 2006) yeterlik ve alt yeterliklerini ele almıştır. İlk olarak 9 hafta boyunca öğretmen adaylarına matematiksel modelleme ile ilgili teorik bilgiler verilmiş ve matematiksel modelleme basamaklarını takip eden birçok modelleme örneği hem derste hem de ev ödevi olarak sunulmuştur. Matematiksel modelleme problemlerini çözerken, öğretmen adaylarının Borromeo-Ferri (2006) tarafından tanımlanan

matematiksel modelleme döngüsünü takip etmeleri istenmiştir. Çalışma sonunda öğrenme ortamına ait herhangi bir değerlendirme yapılmamış, öğretmen adaylarının yeterlikleri ortaya konmuştur. Modelleme döngüsüne bağlı olarak gerçekleştirilen çözüm sürecinde öğretmen adaylarının tüm basamaklardan geçmiş olması, matematiksel sonuçları yorumlama ve çözümü doğrulama basamakları gibi birçok çalışmada gözlemlenemeyen yeterliklerin dahi ortaya çıkarılmasını sağlamıştır.

Brand (2014) çalışmasında, bütüncül ve mikro-düzey yaklaşımların matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine olan etkisini incelemiştir. 377 dokuzuncu sınıf öğrencisinin yer aldığı projede öğrencilerin bir kısmı bütüncül yaklaşıma uygun eğitim almış; diğer kısmı da mikro-düzey yaklaşıma uygun eğitim almıştır. Yeterliklere tek tek bakıldığında basitleştirme/matematikselleştirme alt yeterliği için, bütüncül yaklaşıma uygun eğitim alan grubun mikro-düzey yaklaşıma göre eğitim alan gruptan anlamlı düzeyde daha başarılı oldukları ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda her iki yaklaşımında zayıf ve güçlü yönleri olduğu ancak, bütüncül yaklaşıma uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamının öğrenciler üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bütüncül ve mikro-düzeydeki yaklaşıma göre tasarlanan bir matematiksel modelleme durumu Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 4. *Matematiksel Modelleme Etkinliğinde Bütüncül ve Mikro-Düzey Yaklaşım Arasındaki Fark*

SALINCAK PROBLEMİ (Hıdıroğlu, 2012)	
Bütüncül Yaklaşım	**Mikro-düzey Yaklaşım**
Salıncakta sallanan bir insanın sallanırken ki potansiyel enerjisindeki değişimi matematiksel olarak ifade ederek açıklayınız. Video ve animasyonlardan istediğiniz ölçüde faydalanarak sallanırken ki hareketin ortaya çıkardığı sonuçları gerekçeleriniz ile birlikte ayrıntılı bir şekilde ifade ediniz. (Problemle birlikte probleme ilişkin birer tane animasyon ve video verilmiştir)	Salıncakta sallanan bir insanın sallanırken ki potansiyel enerjisindeki değişimi etkileyen unsurlar nelerdir? Bunları en etkiliden en etkisize doğru sıralayınız ve bunu gerekçelendiriniz. (Problemle birlikte probleme ilişkin birer tane animasyon ve video verilmiştir)

Tablo 3 incelendiğinde, bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan problem durumunda, tüm modelleme sürecini ve dolayısıyla da tüm modelleme yeterliklerini ortaya koyacak bir çözüm süreci oluşturulmak istenmiştir. Mikro-düzey yaklaşımda ise parçalı (kısmi) bir anlayış ile problem durumu oluşturulmuştur. Modelleme etkinliğinin çözüm süreci için de bütün yeterliklerden ziyade, daha çok "gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği" dikkate alınmıştır.

Alan yazında bütüncül ve mikro-düzey yaklaşımlar için negatif ve pozitif yönlerin mevcut olduğu yer almaktadır (Brand, 2014). Mikro-düzey yaklaşım için geleneksel öğrenme yöntemleri ile benzerlik göstermesi sebebiyle yetersiz olduğuna özelikle dikkat çekilmektedir (Blomhøj & Jensen, 2003; Çakmak-Gürel, 2018). Bütüncül yaklaşımın tüm yeterlikleri dahil ederek süreci tamamlaması, mikro-düzey yaklaşımın ise belli yeterlikleri ele alarak daha geleneksel bir tavır sergilemesi, bütüncül yaklaşımı daha değerli kılmaktadır (Çakmak-Gürel, 2018). Ancak bütüncül yaklaşımın negatif yönü ise; kişilerin modeli çözerken sayısal bir sonuca ulaşınca süreci bitirme eğiliminde olmalarıdır (Çakmak-Gürel, 2018). Bu sebeple alan yazında her ne kadar bütüncül yaklaşımın daha etkili olduğu belirtilse de, her iki yaklaşımın da öğrenme ortamına dahil edilip, aralarında denge kurulmasını öneren görüşler de mevcuttur (Blomhøj ve Jensen, 2003; Çakmak-Gürel, 2018; Aydın-Güç, 2015; Aydın-Güç & Baki, 2016). Bununla birlikte her iki yaklaşımı ele alarak kısmi destekli bütüncül yaklaşımla bir öğrenme ortamı tasarlayan Çakmak-Gürel (2018) ise özellikle doğrulama yeterliği için olumlu bir etki elde edilmediği sonucuna ulaşmıştır. Kaiser ve Brand (2015) ise bütüncül yaklaşım ile tasarlanan öğrenme ortamının öğrencilerin tüm modelleme yeterliklerinin geliştirmesinin yanı Çakmak-Gürel'in (2018) aksine özellikle yorumlama ve doğrulama yeterliğinde büyük bir farklılık meydana getirdiğini belirlemiştir. Brand'ın (2014) çalışmasında özellikle basitleştirme/matematikselleştirme alt yeterliğinde bütüncül yaklaşımla eğitim alan grubun kısmi yaklaşımla eğitim alan gruptan anlamlı şekilde daha başarılı oldukları tespit edilmiştir.

Bütüncül yaklaşım dikkate alınarak oluşturulan öğrenme ortamlarına ait çalışmaların sonuçları 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 (Grünewald, 2012). Yukarıda bahsi geçen çalışmaların sonuçları incelendiğinde bütüncül yaklaşımla oluşturulan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterliklerinin anlamlı şekilde daha olumlu etkilendiği görülmektedir. Bu çalışmada da matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlandığından, bu iki yaklaşımdan daha etkili olduğuna inanılan bütüncül yaklaşım esas alınmıştır. Çünkü alan yazın bütüncül yaklaşımın daha etkili olduğu yönündedir. Bu sebeple matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamında bütüncül yaklaşım temel alınmıştır.

Mikro-düzey ve bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamlarının sonuçları incelendiğinde, her iki yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamlarında da öğrencilerin matematiksel modellemeye yönelik bazı zorluklar yaşadıkları ve bazı yeterliklerinin de beklenen düzeyde gelişmediği vurgulanmaktadır. Bu sebeple matematiksel modelleme

yeterliklerini geliştirmeye yönelik öğrenme ortamı hazırlanırken bu zorlukların üstesinden gelebilmek adına, önceden bilinmesi önem arz etmektedir.

Matematiksel Modelleme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar

Matematiksel modelleme sürecinde yaşanan zorlukları belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde Blum (1996), bu zorlukları üç kategoriye ayırmış ve bunların "öğrenci kaynaklı, öğretmen kaynaklı ve materyal kaynaklı" olduğunu ifade etmiştir.

- Öğrenci kaynaklı zorluklar: Öğrenciler için matematiksel modelleme problemleri standart hesaplamalardan farklı olduğundan, hem çözümü hem yorumlaması zorlayıcı olarak değerlendirilir (Blum & Niss, 1991).
- Öğretmen kaynaklı zorluklar: Öğretmenlerin matematiksel modellemeye bakış açıları, onları matematiksel modellemeyi uygulama konusunda isteksiz kılmaktadır (Törner, 2002). Şöyle ki, değişen öğretim programları, ders süresinin kısıtlı oluşu, matematiksel modellemenin hem oluşturulmasının hem de uygulanmasının zaman alıcı oluşu, öğrenci profili ve beklentileri, matematiksel modellemeyi gerekli görmedikleri şeklindeki etkenler, öğretmen kaynaklı zorluklar olarak ele alınmaktadır. Schmidt (2011) ise bu zorluklar içerisinde yer alan modellemeye yönelik inançlar ve zaman sorunu için, verilen bir yıllık eğitimin dahi önemli ölçüde etki etmediğini ifade ederek, matematiksel modellemenin kullanılabilirliği için en önemli faktörün öğretmen eğitimleri olduğunu belirtmiştir.
- Materyal kaynaklı zorluklar: Genel olarak dersin amacına uygun etkinliğin belirlenememesi veya oluşturulamaması gibi etkenler materyal ile ilgili zorluklar olarak ele alınmaktadır (Schmidt, 2011).

Blum (1991), matematiksel modellemenin öğrenme ortamına entegrasyonuna yönelik zorluklar olduğunu ifade etmiş ve bu zorlukları gidermeye yönelik çözüm önerileri oluşturmuştur. Matematik öğretimin başlı başına yoğun olduğunu, matematiksel modelleme için yeterli zaman olmadığını ifade eden Blum (1991), zaten matematiksel modellemenin matematiğin içinde olma zorunluluğu olmadığını ve farklı disiplinlerde (örneğin, sosyal bilimler, spor konuları gibi) ele alınabileceğini belirtmiştir. Öğrenciler açısından ise matematiksel modellemenin karmaşık ve zorlu yapıda olması ve sonuçların yorumlanması gerekliliği, modellemeyi daha az öngörülebilir kılmaktadır. Bunun çözümü olarak da sadece belirli zor konular için (türev gibi) değil, günlük yaşamda daha kullanılabilir problem örneklerinin (büyüme hızı, oranı veya vergi oranları gibi) seçilmesinin öğrenci açısından daha olumlu olacağını söylemektedir.

Maaß (2007), düşük başarılı öğrenciler için matematiksel modelleme problemleri geliştirmiş ve öğrencilerin problemleri çözerken matematiksel modelleme basamaklarına yönelik zorluklar yaşadıklarını belirtmiştir. Bu zorluklar ise,

- Durumu anlama: Öğrenciler problemde yazılanları anlamadı veya anlayamayacak kadar hızlı okudu.
- Model oluşturma: Öğrenciler ilgili değişkenleri belirleyemedi veya arasındaki ilişkiyi belirleyip bir model kuramadı.
- Matematiksel modelde çalışma: Öğrenciler yeterli matematik bilgisine sahip olmadığından, bazı problemler çözülemedi.
- Yorumlama: (Interpretation mistakes) Öğrenciler araştırmacı tarafından ifade edildiğinde, daha kolay problemlerin sonuçlarını yorumladı.
- Doğrulama: Öğrenciler sonuçları çoğunlukla doğrulamadı.
- Yön duygusu: Öğrencilerin bazıları, amaçsızca ne yapacağını bilmeden işlem yaptı.
- Tartışma: Öğrenciler, matematikte bunu yapmaya alışkın olmadıklarından dolayı kendi yöntem ve cevaplarını ifade etmede zorlandı.
- Tahmin etme: Öğrencilerin bazıları gerçeğe uygun olmayan veya çok basit tahminlerle problemi çözmeye çalıştı.
- Vazgeçme: Öğrencilerin bazıları problemi çözerken zorlandıklarında hemen çözmeyi bıraktı.

Son iki zorluğun araştırmacı desteği ile aşıldığını ifade eden Maaß (2007), modellemenin öğretim sürecine entegrasyonu ve belirlenen zorlukların göz önünde bulundurulması ile başarılı öğrencilerin yanı sıra, düşük başarılı öğrencilerin de matematiksel modelleme problemlerini çözebileceğini göstermiştir.

Bilgili ve Çiltaş (2019), ortaokul ve lise matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye yönelik görüşlerini aldıkları çalışmalarında matematiksel modellemenin derslerde kullanılabilirliği ile ilgili yönelttikleri soruya, ilköğretim matematik öğretmenleri, matematiksel modellemenin bireysel ilgi gerektirdiğini ancak kalabalık sınıfların buna imkan vermediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca modeli somut materyal olarak düşündüklerinden dolayı, okullarında yeterince matematiksel model bulunmadığını da dile getirmişlerdir. Ortaöğretim matematik öğretmenleri ise, matematiksel modelleme etkinliğini uygularken çok fazla zaman harcadıklarını ancak öğretim programının yoğunluğunun buna yeterince imkan vermediğini belirtmişlerdir. Ayrıca uygulanan etkinliğin kimi zaman derslerini daha karmaşık bir hale getirdiğini ve öğrencilerin anlamada zorlandıklarını söylemişlerdir. Bu bulgular ise Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık'ın (2013) ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel

modelleme ile ilgili farkındalıklarını tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmenleri ile görüşmeler ve gözlemler yapılmış, çalışma bulgularında ise öğretmenlerin, öğretim programının yoğun olmasından dolayı zaman sıkıntısı yaşadıkları ve matematiksel modellemenin de zaman alıcı olmasından dolayı derslerinde kullanamadıkları ortaya konulmuştur.

Bazı araştırmalarda öğrenci, öğretmen adayı veya öğretmenlerin matematiksel modelleme basamaklarındaki geçişlerde zorluklar yaşadıkları görülmektedir. Alan yazında yer alan çalışmaların bazılarında (Biccard & Wessels, 2011; Galbraith & Stillman, 2006; Özdemir & Üzel, 2013) problemi anlama, değişkenleri belirleme, matematikselleştirme, matematiksel çözüm oluşturma, yorumlama ve doğrulama gibi matematiksel modelleme basamaklarının hemen hepsinde zorluklar yaşandığı belirlenmiştir. Bazı çalışmalarda ise öğrenci veya öğretmen adaylarının, problem durumunu anlama ve değişkenleri belirlemede zorluk yaşamadığı (Bukova-Güzel, 2011; Ji, 2012) model oluşturma, modeli çözme, çözümleri yorumlama ve doğrulama basamaklarında zorluk yaşadıkları (Biccard & Wessels, 2011; Bukova-Güzel, 2011; Ji, 2012; Kertil, 2008; Türker vd., 2010) tespit edilmiştir.

Eric vd. (2012), ilköğretim 5.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında, gerçek yaşam problemini varsayımlarla matematiksel bir probleme dönüştürmede zorluklar yaşadıklarına, bunun giderilmesinin de öğretmen eğitimi ile mümkün olacağına dikkat çekmektedirler. Benzer şekilde Bukova-Güzel (2011) de matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturma ve çözme yaklaşımlarını tespit etmeyi amaçladığı araştırmasının bulgularında, öğretmen adaylarının problemi anlama basamağında başarılı olduklarını fakat yorumlama ve doğrulama basamaklarında zorluklar yaşadıklarını ortaya koymuştur. Kotze (2018) ise, 50 kişiden oluşan biyomedikal öğrencileri ile matematiksel modelleme problemi çözmüş ve problemi anlama basamağı dışında diğer basamaklarda zorluklar yaşadıklarını ifade etmiştir. Biembengut ve Hein (2013), 105 öğretmene matematiksel modelleme kursu vermiş ve süreçte yaşadıkları zorlukları belirlemişlerdir. Temel zorluğun deneyim eksikliği olduğu belirtilen çalışmada, öğretmenlerin yorumlama ve doğrulama basamaklarında da zorluklar yaşadıkları belirtilmiştir.

Mischo ve Maaß (2012), 6.sınıfta öğrenim gören 959 öğrenci ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında, kişisel faktörleri de ele alarak matematiksel modelleme zorluklarını belirlemişlerdir. Bu zorluklar ise bu araştırmada ortaya konulan matematiksel modelleme basamakları ile ilişkilendirilerek Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 5. *Matematiksel Modelleme Basamakları ile Mischo ve Maaß (2012)'ın Oluşturduğu Kişisel Faktörlere Bağlı Olarak Tespit Edilen Zorluklar Arası İlişki*

Matematiksel modelleme basamakları	Kişisel faktörlere bağlı olarak tespit edilen zorluklar
1. Problemi analiz etme	Kelime anlama
2. Kavramsal model oluşturma	Genel bilgi
3. Matematikselleştirme ve matematiksel model oluşturma	Matematiksel yeterlik
4. Modelin geçerliği ve çözme	Matematiksel yeterlik
5. Modeli doğrulama	Matematiksel yeterlik, kelime anlama
6. Yorumlama ve iletişim	Matematiksel yeterlik

Tablo 4 de yer alan kişisel faktörlere bağlı olarak tespit edilen zorluklar aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

- Kelime anlama: Modelleme probleminde sunulan talimatı veya durumu anlayabilmelidir.
- Genel bilgi: Modelleme probleminde genel olarak gerekli tüm bilgiler yer almaz. Bu sebeple bireyler, sunulan durumu basitleştirmeli, genel bilgileri ile eksik bilgileri tahmin edebilmelidir.
- Matematiksel yeterlik: Matematiksel değişkenler ve sayısal ilişkilerle elde edilen modeli, alana özgü bir yeterlik ile matematiksel modele dönüştürebilmeli ve bu matematiksel modeli çözüp, yorumlayabilmelidir.

Mischo ve Maaß'ın (2012) belirlediği zorluklar incelendiğinde, bireylerin matematiksel modelleme basamaklarından geçebilmesi için yani, matematiksel modelleme problemini çözebilmesi için; problemde ifade edilen durumu anlayabilmesi, tahminlerde bulunabilecek düzeyde genel bilgi sahibi olması ve matematikselleştirme yapabilmek, model oluşturup çözebilmek ve çözümü yorumlayabilecek matematiksel bilgisinin olması gerektiği görülmektedir.

Araştırmalardan da görüldüğü gibi matematiksel modelleme öğretimine yönelik oluşturulacak öğrenme ortamlarında, matematiksel modellemenin öğrenme ortamlarına entegre edilmesindeki zorlukların ve matematiksel modelleme basamaklarındaki geçişlerde yaşanan zorlukların göz önünde bulundurulması, matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanabilmesi açısından önem arz etmektedir. Şöyle ki, matematiksel modelleme

yaklaşımına uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamı için süreçte yaşanması olası öğretmen zorluklarını bilmek, öğrenme ortamının daha verimli hazırlanabilmesi açısından önemlidir. Bu süreçte en önemli adımlardan birinin ise matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına taşıyacak olan öğretmenlerin uygun matematiksel modelleme etkinliğini seçme veya uygun bir etkinlik tasarlama olduğu düşünülmektedir.

Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Matematiksel modelleme etkinliklerinde sayısal işlemler ve sonuçlardan ziyade, öğrencilerin kendi fikirlerini ve süreçlerini oluşturup farklı problem çözme stratejileri kullanarak matematiksel kavramlara ulaşmaları önem arz etmektedir (English, 2006; Galbraith, Stilman, Brown & Edwars, 2007; Lesh & Yoon, 2007). Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin gerçek yaşam durumunu anlamlandırmalarını, gerekli verileri belirleyerek matematikselleştirmelerini, sonuçları yorumlamalarını ve anlamlı gösterim tarzlarını belirlemelerini gerektirir (Lesh & Doerr, 2003). Modellemeye ilişkin dersler planlanırken de öğretmenlerin uygun etkinlikleri nasıl seçeceklerini ve bu etkinliklerin sonucunda nelere ulaşılacağını bilmeleri gerekmektedir (Bukova-Güzel, 2016). Mousoulides (2009) da derslerde matematiksel modellemeden yararlanırken dikkat edilmesi gereken hususlar içerisinde "uygun modelleme etkinliğinin seçilmesine" yer vermiştir. Altı farklı ülkeden matematik eğitimcilerinin katıldığı ve matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme uygulamalarını derslerinde kullanmalarını amaçlayan LEMA (Learning and Education in and through Modelling and Applications) adlı projede matematiksel modellemeyi öğretmeye yönelik bir öğretim modeli tasarlanmıştır. Bu öğretim modelinde yer alan "görevler" kategorisinde öğretmenlerin etkinlikleri nasıl seçeceklerini ve etkinliklerin sonucunda neye varacaklarını bilmeleri gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca sınıfın gereksinimlerine göre modelleme etkinliğini uyarlama, alana göre etkinlikleri sınıflandırma ve modelleme etkinlikleri oluşturma alt kategorilerini de bu öğretim modeline dahil etmişlerdir.

Matematiksel modelleme etkinliği oluşturulurken, etkinliğin amaca uygun olması için dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Bununla ilgili Maaß'ın (2006) modelleme etkinliği seçilirken yanıtlanmasını önerdiği soruları; Bukova-Güzel (2016) modelleme etkinliği tasarlanırken cevaplandırılması gerektiğini ifade etmektedir. Bu sorular;

i. Modelleme etkinliği hangi matematiksel alana aittir?
ii. Modelleme etkinliği neyi amaçlamaktadır?
iii. Modelleme etkinliği öğretim programına nasıl hizmet eder?
iv. Modelleme etkinliği ne boyutta açık uçlu olmalıdır?

v. Modelleme etkinliği ne boyutta gerçek yaşamla ilişkili olmalıdır?
vi. Modelleme etkinliğinin seçimini öğrenci deneyimleri hangi boyutta etkiler?
vii. Modelleme etkinliğinin yararları neler olabilir?
viii. Modelleme etkinliği nasıl uygulanmalıdır?

şeklindedir. Ayrıca Bukova-Güzel (2016) modelleme etkinliğinde bulunması gereken özellikleri şu şekilde belirtmiştir.

- Açık ve anlaşılır olmalı.
- Açık uçlu olmalı.
- Gerçek yaşamda anlamlı olmalı.
- Gerçek verilerden oluşmalı.
- Gerektiğinde animasyon, video, resim, fotoğraf vb.içermeli.
- Farklı çözüm süreçlerini içermeli.
- Gerektiğinde bireysel, gerektiğinde grup çalışmasına uygun olmalı.
- İlgi çekici olmalı.
- Öğrencilerin ön bilgilerine ve deneyimlerine uygun olmalı.

Modelleme etkinliğinde bulunması gereken özellikler göz önünde bulundurularak ve alan yazında da genel olarak model oluşturma etkinlikleri şeklinde ifade edilen matematiksel modelleme etkinliklerinin sahip olması gereken bazı prensip ve bileşenler vardır. Alan yazında bu bileşenler (Chamberlin & Moon, 2008; Yu & Chang, 2011);

- Tanıtıcı makale
- Hazır oluş soruları
- Problem durumu
- Çözümlerin sunumu

şeklindedir. Yu ve Chang (2011), tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının amacının öğrencileri duruma alıştırmak ve problemi tanıtmak olduğunu ifade etmektedir. Yani bir anlamda ısınma süreci olarak adlandırılabilir ki bu süreç sınıfta etkinlik çözümünün başında veya ev ödevi şeklinde de gerçekleştirilebilir. Problem durumunu ise sürecin odak noktası olarak ele almakta ve öğrencilerin problemin bir parçası olduğunu (müşteri/danışan gibi) hissetmeleri gerektiğini belirtmektedir. Çözümlerin sunumunda da, önemli olanın bireylerin veya grupların kendi çözümlerini sunmaları değil; diğer çözümlerin doğruluğunu veya anlamlılığını yorumlayabilmek olduğunu ifade etmektedir. Diğer taraftan Lesh vd. (2000) bir matematiksel modelleme etkinliğinin sahip olması gereken altı prensipten bahsetmektedirler. Alan yazında birçok çalışmada (Örneğin, Amit & Jan, 2010; Bilgili & Çiltaş, 2018; Çiltaş,

2015; Deniz & Akgün, 2017; English, 2010; Hamilton, Lesh, Lester & Brilleslyper, 2008; Lesh & Doerr, 2003; Mousoulides, Pittalis, Christou & Sriraman, 2010; Tekin-Dede & Bukova-Güzel, 2013a; Yu & Chang, 2009) ele alınan bu prensipler aşağıdaki gibidir:

1. Gerçeklik prensibi: Problem durumunun günlük hayatta gerçekleşebilir olmasıdır. Ayrıca öğrencilerin kendi kişisel bilgi ve deneyimlerine bağlı olarak anlamlı olmasını ve gerçek bir danışana yardımcı olmak için model geliştirmeye uygun olmasını gerekli kılar.
2. Model oluşturma prensibi: Problem durumu öğrencilerin bir model oluşturmalarını gerekli kılmalıdır. Şöyle ki, bu prensip, öğrencinin sadece bir karara varmak için değil, karara ulaşmayı sağlayacak bir model oluşturmasını gerekli kılar.
3. Öz değerlendirme prensibi: Problem durumu, çözümü gerçekleştirildiğinde, öğrencilerin kendi kendilerini değerlendirebilmesini ve çözümü tamamladıklarını öğretmene sormaksızın kendilerinin çözüme devam etmeyeceklerini fark etmesini gerekli kılar.
4. Yapı belgelendirme: Problem durumu, çözümü gerçekleştirildiğinde, öğrencilerin düşündüklerini ayrıntılı olarak açığa çıkarmalarını ve mümkün olduğunca açık ve anlaşılır ifadeler kullanmalarını gerekli kılar.
5. Model genelleme prensibi: Geliştirilen modelin sadece problem durumu için değil; farklı durumlarda yeniden kullanılabilir, paylaşılabilir, değiştirilebilir ve uyarlanabilir olmasını gerekli kılar.
6. Etkili prototip prensibi: Geliştirilen modelin yapısal olarak benzer diğer farklı durumları yorumlamak için faydalı bir prototip sağlamasını gerekli kılar.

Galbraith (2007) ise matematiksel modelleme etkinlikleri için uygunluk kriterleri oluşturmuş ve bunları altı ilke olarak açıklamıştır.

i. Öğrencilerin gerçek yaşamlarıyla bağlantılıdır (İlgi çekme ve motivasyon).
ii. Genel bir problem durumundan matematiksel olarak çözülebilir soruları tanımlamak ve belirlemek mümkündür (Erişilebilirlik).
iii. (a) Öğrencilerin mevcut matematiği kullandıkları, (b) gerekli varsayımların yapıldığı, (c) gerekli verilerin birleştirildiği, bir çözüm sürecinin oluşturulması mümkündür (Yaklaşımın geçerliliği).
iv. Yorumlama ile birlikte problemin çözümü mümkündür (Sonucun geçerliliği).
v. Çözümün (a) matematiksel doğruluk ve (b) içeriksel uygunluk açısından, kontrol edilmesini sağlayan değerlendirme prosedürü mevcuttur (Geçerlilik).

vi. Problem durumu, gerçek durumun bütünlüğünü koruyan sıralı sorular şeklinde yapılandırılabilir (Öğretici esneklik).

Fox (2006), matematiksel modelleme etkinliklerinin erken çocukluk dönemlerinde öğrenimi için sahip olması gereken nitelikleri şu şekilde belirlemiştir.

- Matematiksel modelleme etkinlikleri, çocukları ilgilendiren ve çocuklar için önemli konular etrafında geliştirilmelidir. Etkinlikler çocukları, ortaya çıkan sorunu araştırmaya ve keşfetmeye teşvik etmelidir. Bu sayede çocuklar sorun için kendi kişisel anlamlandırmalarını kullanacak, yorumlarını test edecek ve yeniden gözden geçireceklerdir.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri açık uçlu sorulardan oluşmalıdır. Bu etkinliklerin önceden ortaya konmuş doğru bir cevabı olmamalıdır ki hemen her öğrenci belli bir düzeyde başarı gösterebilsin. Etkinlikler çocukları, gruplarının önem verdikleri şeye yönelik matematiksel model oluşturmaya teşvik edecek şekilde yapılandırılmış olmalıdır. Bu sayede oluşturulan modelin diğer grupların oluşturduğundan farkı ortaya çıkmış olur.
- Modeller farklı gösterimlerle ifade edilebilir olmalıdır (Örneğin; yazılı semboller, resimler, diyagramlar, sözlü hesaplamalar, kağıt tabanlı görseller gibi). Bu sayede erken çocukluk dönemlerinde henüz okuma-yazmayı bilmeyen çocuklar da model oluşturma sürecine dahil olabilir.
- Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerindeki rolü, bilgiyi doğrudan aktarmak yerine çocukların matematiksel gelişimlerini kolaylaştıracak desteği sağlamaktır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin de süreçte öğretmene bu imkanı sağlayacak şekilde olması gerekmektedir.
- Çocukların gelişim alanları (fiziksel, sosyal, duyuşsal ve bilişsel) birbiri ile yakından ilişkilidir ve bir alandaki gelişme diğerlerini de etkiler. Matematiksel modelleme etkinlikleri de çocukların fiziksel, sosyal, duyuşsal ve bilişsel alanlarının gelişimlerini destekler ve erken çocukluk dönemi öğretim programının bütünleşik doğasına katkıda bulunabilir.

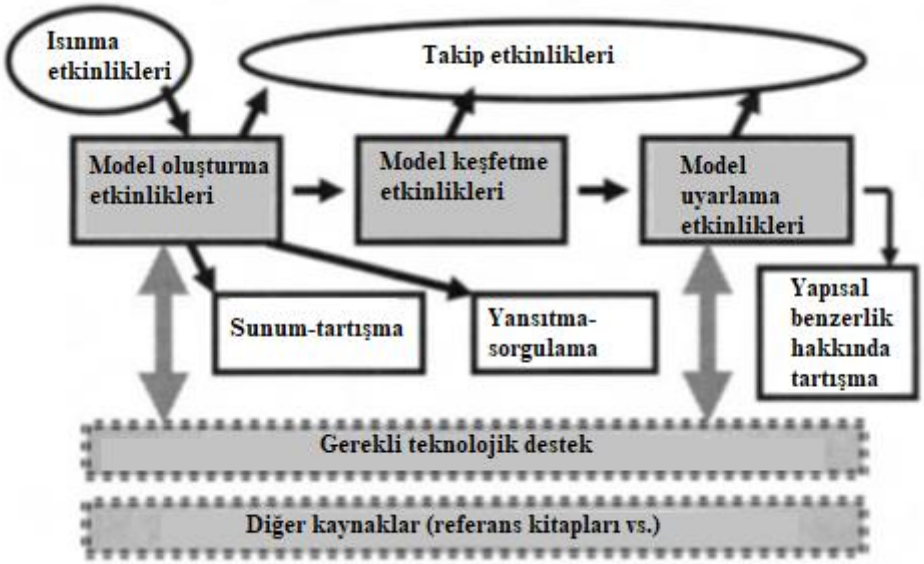
Fox (2006) ve Galbraith'ın (2007) ele aldığı kriterler incelendiğinde gerçeklik, çocukları ilgilendiren konuların yer alması, erişilebilirlik, model dokümantasyonu sağlama, farklı gelişimsel alanlara hitap etme, esneklik, tek bir cevabın bulunmaması durumları vurgulanmaktadır. Bu durumların ise Lesh vd. (2000) tarafından belirlenen prensiplerle paralellik sağladığı görülmektedir. Bu çalışmada da matematiksel modelleme etkinliklerinin Lesh vd. (2000) tarafından belirlenen "gerçeklik, model oluşturma, öz değerlendirme, yapı

belgelendirme, modeli genelleme ve etkili prototip" prensiplerini sağlaması gerektiği düşünülmekte ve dolayısıyla bu prensipler ele alınmaktadır. Şöyle ki, sıkça ele alınan gerçeklik ve model oluşturma prensiplerinin dışında matematiksel modelleme süreci dikkate alındığında tek bir çözüm yolunun olmaması ve farklı çözüm yollarının düşünülmesi, matematiksel modelin yorumlanması ve doğrulanması için matematiksel modelleme etkinliklerinin öz değerlendirme prensibine uygun olması gerektiği düşünülmektedir. Aynı şekilde çözümü genelleme ve gerçek durumlar için sonuçları yorumlama süreçlerinin ele alınması için de modeli genelleme ve etkili prototip prensiplerinin ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

Matematiksel modelleme etkinliğinde bulunması gereken kriterler yukarıda açıklanmıştır. Bu çalışmada matematiksel modelleme yaklaşıma uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında kullanılan etkinlikler Lesh vd.'nin (2000) belirlediği prensiplere göre değerlendirilmiş ve ilgili bölümde açıklanmıştır. Ayrıca öğretmenlerin oluşturduğu matematiksel modelleme etkinlikleri için de kontrol aşamasında yine aynı prensipler göz önünde bulundurulmuştur.

Matematiksel modelleme etkinliğinde bulunması gereken prensiplerin dışında, matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecini de aşağıdaki şekilde ele alan Lesh vd. (2000), bu standart süreci aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir.

Şekil 8. *Model Oluşturma Etkinlikleri Süreci için Ele Alınan Standart Şema (lesh vd.,2000; s.45)*



Alan yazında model oluşturma etkinlikleri olarak ele alınan matematiksel modelleme etkinliklerinin oluşturma süreci için Şekil 10 incelendiğinde sürece ısınma etkinlikleri ile başlandığı, ardından model oluşturma sürecine geçildiği görülmektedir. Bu süreçteki adımlar aşağıda açıklanmıştır:

- *Isınma etkinlikleri*, genellikle öğrencilerin model oluşturma faaliyeti üzerinde çalışmaya başlamadan bir veya birkaç gün önce verilir. Çoğunlukla bu etkinlikler zengin matematiksel içeriğe sahip makale veya internet sitesinden elde edilir. Isınma etkinlikleri, öğrencilerin matematiksel bir gözle günlük hayat problemini okumasını ve model oluşturma etkinlikleri için deneyim elde etmelerini sağlar. Ayrıca geliştirdikleri modelin ve elde ettikleri çözümün, danışana (aile veya başka ilgili kişiler) iletme gerekliliklerini bu ısınma etkinlikleri ile öğrenmiş olurlar.
- *Model oluşturma etkinlikleri*, grup çalışması şeklinde uygulanmaya teşvik edilen ve öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilen; öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini görerek kendilerini ifade etmelerini ve bunu da öğretmenin gözlemleyebilmesine imkan veren etkinliklerdir.
- *Model keşfetme etkinlikleri* sürecinde genellikle bilgisayar grafikleri, diyagramlar ve animasyonlar kullanılır. Buradaki amaç öğrencilerin kavramsal yapıyı anlamlandırmak için güçlü bir sistem (veya dil) geliştirmesi ya da var olan uygun teknolojiyi kullanmalarıdır. Yani model keşif etkinlikleri, öğrencilerin düşünmek için ilgili yapı (veya kavramsal sistem) ile düşünmenin ötesine geçmeye yardımcı olan güçlü dil ve temsil sistemleri geliştirmelerine yardımcı olmayı amaçlar.

- *Model uyarlama etkinlikleri*, alan yazında model uygulama etkinlikleri veya model genişletme etkinlikleri olarak da ifade edilmektedir. Bu etkinliklerin amacı, daha önceden oluşturulmuş bir etkinliğin mevcut duruma uygun hale getirilmesidir.
- *Yapısal benzerlik hakkında tartışma*, model geliştirme süreci boyunca vurgulanan yapılar ve kavramsal sistemler arasındaki benzerlik ve farklılıklara odaklanan, öğretmenin rehberlik ettiği ve tüm sınıfın katıldığı faaliyetlerdir. Bu tartışmaların temel amacı, öğrencilerin bu yapılar ve kavramsal sistemler hakkında düşünmenin ötesine geçtikleri deneyimler elde etmelerini sağlamaktır. Bunu gerçekleştirirken de öğretmen önemli noktaların vurgulanacağı bir ortam oluşturabilmek adına gerekli soruları sorar ve tahminler geliştirmelerini sağlar.
- *Yansıtma ve sorgulama*, genellikle öğrencilerin model oluşturma faaliyetleri esnasındaki deneyimleri hakkında düşündüklerini açığa çıkarmaya yönelik gerçekleştirilen kısa anketlerden oluşur. Bu anketler bazen grup dinamizmine bazen de bireysel çözüm süreçlerine odaklanır. Bunun amacı ise öğrencilerin kendi duygularını, tutumlarını, tercihlerini ve davranışlarını ifade etmelerini; bunu gerçekleştirirken de öğretmen veya akranlarına maruz kalmamalarını sağlamaktır.
- *Takip etkinlikleri*, genellikle öğrencilerin model oluşturma sürecinde elde ettikleri deneyimler ile geleneksel yöntemin sınıf etkinlikleri ve ders kitapları arasında bağlantı kurmalarına ve aralarındaki ilişkiyi anlamlandırmalarına yardımcı olur. Öğretim programı yenilik projelerinde oldukça sıklıkla kullanılan takip ettikleri model oluşturma sürecinin hedeflerini ele alarak bu sürecin daha anlaşılır olmasını sağlar.

Yapılan bu çalışmada da Şekil 10'da verilen süreç izlenmiş ve öğrenme ortamına dahil edilmiştir. Süreçte ele alınan matematiksel modelleme etkinliklerinde ise tüm yeterliklerin ortaya çıkarılabilir ve gözlemlenmesine imkan verir olmasına dikkat edilmiştir. Oluşturulan öğrenme ortamının öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine etkisinin incelendiği bu çalışmada, öğrenme ortamının değerlendirilmesinde nelere dikkat edilmesi gerektiğinin de belirlenmesi gerekli görülmektedir. Bu sebeple farklı çalışmalarda matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl değerlendirildiği incelenmiştir.

Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi

Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak *mikro-düzeyde yaklaşım* ve *bütüncül yaklaşım* olmak üzere iki değerlendirme yaklaşımı olduğu görülmektedir.

Crouch, Davis, Haines, Izard, Houston, Neill gibi araştırmacılar mikro-düzeyde yaklaşıma dayalı olarak hazırlanan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmişlerdir. Bu araştırmacılar çoktan seçmeli bir test hazırlayarak, 1991 yılından 2005 yılına kadar geçen sürede geçerlik ve güvenirlik çalışmalarını tamamlamışlardır. Bu testin Türkçeye uyarlaması ise Kertil (2008) yapmıştır. Yurt dışında ve yurt içinde birçok araştırmacı (Ör: Frejd & Ärlebäck, 2011; Fu & Xie, 2013; Kaiser, 2007; Kertil, 2008) bu testi kullanarak, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin seviyesini mikro-düzey yaklaşımı temel alarak ortaya koymuştur (Çakmak-Gürel, 2018). Kertil (2008), öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında matematiksel modelleme etkinlikleri çözüm sürecini nitel olarak ele almış ve aynı zaman da matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirme testi ile de nicel olarak değerlendirme yapmıştır. Çalışma sonucunda matematiksel modelleme yeterliklerinden hedefi belirginleştirme, formülleştirme ve gerçek yaşam durumu ile karşılaştırarak kontrol etme yeterliklerinin gözlemler ve testten elde edilen sonuçlarla farklı olduğu, diğer yeterliklere yönelik sonuçların ise her iki değerlendirme yönteminde de paralel olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adayları testten bu yeterliklere yönelik puan almalarına rağmen, etkinlik çözümlerinde bu yeterlikler gözlemlenememiştir.

Bütüncül yaklaşıma dayalı olarak oluşturulan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde tüm alt yeterlikler aynı anda ele alınmaktadır. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde de bu süreçte kazanılan yeterliklerin tamamının ele alınması söz konusudur. Bu sebeple bütüncül yaklaşımla oluşturulan öğrenme ortamlarında bireylerin tüm matematiksel modelleme sürecinden geçmesini sağlayacak matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalar (Plath, Leiss & Schwippert, 2014; Schwarz & Kaiser, 2007; Sekerak, 2010) değerlendirilmektedir.

Matematiksel modelleme yeterlikleri değerlendirilirken matematiksel modelleme basamaklarında beklenen durumu ne ölçüde gerçekleştirebildikleri, bazen de alt yeterliklerin ne kadarını sergiledikleri üzerinde durulmuştur (Aydın-Güç, 2015; Bal & Doğanay, 2014; Biccard, 2010 ; Bukova-Güzel & Uğurel, 2010; Bukova-Güzel, 2011; Hıdıroğlu vd., 2014). Örneğin, Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini, matematiksel modelleme etkinliklerine verdikleri yazılı çözümler ile incelemişlerdir. Değerlendirme sürecinde "*problemi anlama, değişkenleri ve değişkenler arasındaki ilişkilere yönelik matematiksel kavramları ortaya çıkarma, matematikselleştirme, matematiksel model oluşturma ve çözme, çözüm sonuçlarını yorumlama ve gerçek yaşama uyarlama*" şeklinde olan matematiksel modelleme basamakları ele alınmıştır. Öğrenci

cevapları matematiksel modelleme sürecinde yer alan her basamak için 0-3 arası dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir. Hıdıroğlu vd. (2014) ise araştırmalarında, öğrencilerin verilen bir matematiksel modelleme etkinliğine çözüm yaklaşımlarını Borromeo-Ferri (2006) ve Berry ve Houston (1995) tarafından ifade edilen matematiksel modelleme basamaklarını dikkate alarak üç düzeyli puanlama anahtarı oluşturmuş ve buna göre değerlendirmiştir. Aydın-Güç (2015) de, matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik yaptığı araştırmada bütüncül öğrenme ortamları tasarlamış, öğretmen adaylarının grup çalışması yaparak modelleme problemlerini çözmelerini istemiştir. 14 haftalık süreçte öğretmen adaylarının gelişimleri izlenmiş ve çalışma sonucunda ise öğretmen adaylarının modellemeye ilişkin yeterlik ve alt yeterliklerinin gelişiminde öğrenme ortamının olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmeye yönelik, Ludwig ve Xu (2008) ve Huang (2011) düzey değerlendirmesini tanımlamışlardır. Bunun için öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde yapmış oldukları çalışmaları gözlemlemiş ve bu bağlamda hangi düzeyde olduklarını belirlemişlerdir. Ludwig ve Xu (2008), modelleme yeterliklerini altı düzeyde ele almıştır (akt. Bukova-Güzel, 2015):

- Düzey 0: Öğrenci problem durumunu anlamamış ve probleme ilişkin herhangi bir şey yazmamıştır.
- Düzey 1: Öğrenci sadece verilen gerçek durumu anlamış ama durumu anlamlandıramamış ya da herhangi bir matematiksel fikirle ilişkilendirememiştir.
- Düzey 2: Problem durumunu anlamlandıran öğrenci yapılandırma veya sadeleştirme ile gerçek bir model oluşturmuş ama matematiksel bir probleme transfer edememiştir.
- Düzey 3: Öğrenci oluşturduğu modeli, matematiksel bir probleme dönüştürebilmiş ancak matematik dünyası içerisinde çalışamamıştır.
- Düzey 4: Matematiksel bir probleme dönüştürdüğü modeli, matematik dünyası içerisinde çalışmış ve sonuçlara ulaşabilmiştir.
- Düzey 5: Matematiksel modelleme sürecini tamamlayan öğrenci, matematik probleminin çözümünü verilen durum ile ilişkilendirmiş ve doğrulayabilmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliklerini, alt yeterlikler kapsamında değil de bir bütün olarak ele alan Ludwig ve Xu'nun (2008) belirlediği düzeyler birçok çalışmada kullanılmış ve cinsiyet, sınıf ve farklı ülkeler gibi değişkenlere bağlı olarak öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Henning ve Keune (2007) da, bütüncül yaklaşımla ele aldıkları matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik seviye odaklı bir açıklama yapmış ve "yeterlik düzey modeli" olarak tanımlamışlardır. Bu modelde,

- Seviye1: Matematiksel modellemeyi tanıma ve anlama,
- Seviye 2: Bağımsız modelleme,
- Seviye 3: Matematiksel modellemeye üst-yansıtma

şeklinde üç seviyeyi ele almışlardır. Bu yaklaşımla, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin düzeyi belirlenmiştir. Bu değerlendirme ise matematiksel modelleme yeterliğinin değerlendirilmesinde veya tanımlanan yeterliklerin düzeyinin belirlenmeye çalışıldığı araştırmalarda kullanılmıştır. Ayrıca Henning ve Keune (2007), aynı çalışmasında öğrencilerin modelleme sürecindeki davranışlarını, beceri, tutum ve yeteneklerini de tanımlamayı amaçlamıştır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri değerlendirilirken, daha çok matematiksel modellemenin bilişsel boyutu üzerinde durulmuştur. Ancak matematiksel modelleme farklı duyuşsal etkenleri de içerir. Matematiksel modellemenin en önemli özelliği, rutin problemlerden daha fazla günlük hayat ilişkisi oluşturması ve matematik ile gerçek yaşam arasında bir köprü kurmasıdır. Bu sayede matematiksel modelleme etkinlikleri bireyleri matematik öğrenmeye motive eder ve gerçekleştirdiği çözümün günlük hayatta işe yarar olduğunu görmesi ise matematiğe yönelik ilgisinin artmasını sağlar (Dost, 2019). Bu anlamda örneğin Biccard (2010), 7.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimlerini bilişsel yeterlikler (anlama, basitleştirme, matematiksel çalışma, doğrulama, yorumlama, sunma ve tartışma), meta-bilişsel yeterlikler (resmi olmayan bilgiyi kullanma, planlama ve izleme, yön duygusu) ve duyuşsal yeterlikler (matematik hakkındaki inançlar) olmak üzere üç boyutta incelemiştir. Çalışma sonucunda duyuşsal yeterlikler kapsamında, matematiğin doğası, kullanılabilirliği, öğretmenin rolü gibi durumlarda olumlu yönde değişiklik olduğu; meta-bilişsel yeterlikler kapsamında, etkinliğe iki farklı bakış açısının olduğu tespit edilmiştir. Bunlar, çözüm sürecindeyken bir sonraki adımda ne yapması gerektiğini bilenler ve çözüme ulaşmak için her yolu deneyenler şeklindedir. Bilişsel yeterlikler kapsamında ise, ilk etkinlikten itibaren hemen hemen bütün öğrencilerin yeterliklerinin gelişim gösterdiği ifade edilmiştir. Ayrıca Biccard ve Wessels (2011), matematiksel modelleme etkinliği ile çalışma yapan öğrencilerin matematiğe olan inançlarının geliştiğini; Maaß (2006) ise matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencileri motive ettiğini belirtmiştir. Matematiksel modelleme bilişsel yeterlik ve duyuşsal yeterliklerin yanı sıra grup içinde kendini ifade etme, tartışma, matematiksel iletişim kurma gibi sosyal

yeterliklerin gelişimini de sağlar. Kaiser (2007), öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken özellikle grup içerisinde çalışma becerisi ve tartışarak karar almaları, kararlara bağlı olarak çözümler oluşturmaları ve matematiği kullanarak iletişim kurmaları gibi beceriler elde ederek sosyal yeterliklerini geliştireceklerini ifade etmektedir. Rutin problemlerden farklı olarak, matematiksel modelleme problemlerinde çözüme ulaşmaları yeterli olmayıp, çözümü sunarak çözümlerin tartışılması gerekmektedir. Dolayısıyla bireylerin tartışma yeterlikleri de gelişme gösterecektir (Kaiser, Schwarz & Tiedemann, 2010). Sevinç ve Melek (2020) ise, matematik öğretmen adaylarının modelleme etkinliği çözerken bireysel ve grup olarak gelişimlerini incelemiş ve matematiksel modelleme etkinliklerinin 21.yüzyıl becerileri içerisinde yer alan ekip çalışması ve ortak ürün geliştirme becerisini olumlu etkilediği sonucuna varmıştır. Doerr ve Ärlebäck (2015) da benzer şekilde çalışmalarında "akıl birliğinin" hem grup hem de bireysel yeterliklerin gelişimine önemli katkı sağladığını öne sürmüştür.

Bütün bu çalışmalar göz önüne alındığında matematiksel modelleme yeterliklerini tek boyutlu olarak ele almanın, onun karmaşık yapısına uygun olmadığını savunan çalışmalar olduğu görülmektedir (Örn., Blomhoj & Kjeldsen, 2010; Stillman, Blum & Biembengut, 2015; Rensaa, 2011). Ancak bu çalışmada öğretmenlerin geliştirilmesi amaçlanan matematiksel modelleme yeterlikleri, bilişsel yeterlikler olup süreçte bilişsel yeterliklerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Stillman, Blum ve Biembengut (2015), matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmaları incelemiş ve bütüncül ve analitik olmak üzere iki düzeyde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmada bütüncül yaklaşım, çok boyutlu bir çerçevede puanlama şeklinde, analitik yaklaşım ise yeterlik seviyelerinin belirlenmesi, yeterlik davranışlarının tanımlanması ve nitel tanımlanma şeklinde belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 6. *Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Sınıflandırılması*

Yaklaşım	Özellikler	Ölçütler	Örnek çalışmalar
Bütüncül	1.Sekiz bağımlı matematik yeterliğinden biri olan modelleme yeterliği	Bir yeterliliğin kalitesi üç boyutlu bir yaklaşımla değerlendirilir (kapsam derecesi, etki yarıçapı, teknik seviye)	Niss (2003), Blomhøj &Jensen (2006), Niss & Højgaard (2011).
Analitik	2.Yeterlik göstergelerinin tanımlanması - öğrencilerin modelleme döngüsünde geçişlerle ilgili alt yeterlikler açısından modelleme davranışlarının tanımlanması	Her alt-yeterliğe ait çoktan seçmeli sorular	Haines & Izard (1995), Haines vd. (2001), Houston & Neil (2003), Izard vd. (2003

Tablo 6. *(Devamı)*

3.Süreç ve sosyal odaklı alt yeterlikler dahil olmak üzere modelleme döngüsüne bağlı alt yeterliklerle, ayrıntılı bir modelleme yeterlik konseptinin geliştirilmesi	Yeterlik seviyesi	Maaß (2006), Kaiser (2007), Henning & Keune (2007), Blum (2011)
4.Üst biliş ile modelleme yeterliklerinin birleşimi	Nitel tanımlama	Stillman & Galbraith (1998), Stillman (2004), Galbraith vd. (2007), Stillman vd. (2010)

Rensaa (2011) ise, mühendislik öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmek için bir değerlendirme matrisi oluşturmuştur. Bu matriste bilişsel süreç boyutu ve bilgi boyutu olmak üzere iki boyut yer almaktadır. Değerlendirme kriterlerinde ise bilişsel süreç boyutu ve bilgi boyutunda yer alan alt boyutların görülmesi durumuna bağlı olarak "Evet, hayır-yapılmadı, hayır-istenmedi, hayır-ilgili değil" değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, yapılan bu iki boyutlu değerlendirme matrisi belli bir konuya göre hazırlandığı için, farklı konularda da konuya özgü kriterler bulunan yeni bir matris oluşturulması gerektiği vurgulanmaktadır.

Alanyazında yapılan bu çalışmalar göz önüne alındığında, öğrencilerin matematiksel modelleme döngüsünün tüm basamaklarında genel olarak başarısız oldukları ve matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olmadıkları görülmektedir. Bu durumda bahsi geçen modelleme yeterliklerin geliştirilmesi gerektiği düşünülmekte; bunun için de gerek öğrenme ortamının gerekse de yeterliklerin değerlendirilmesi sürecinde iki yaklaşımdan söz edilmektedir. Bunlar bütüncül ve mikro-düzey yaklaşımlardır. Çalışmalarda, bütüncül yaklaşımın uygulandığı öğrenme ortamlarının öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişiminde daha etkili olduğu sonucuna varılmış, bu sebeple bu çalışmada da bütüncül yaklaşım esas alınmıştır.

Öğrenme Ortamında Bulunması Gereken Özellikler

Eğitimin teknolojiden, teknolojinin eğitimden etkilendiği mevcut sistemde, öğrenme ortamına taşınmayan ve teknolojiden uzak kalmış öğretim algısının başarıyı olumsuz etkileyeceği gerçeği (Erdemir, Bakırcı & Eyduran, 2009) de göz önüne alınmış ve öğrenme ortamında teknoloji desteği olması gerektiği düşünülmüştür. Zaten Schönbrodt, Wohak ve Frank (2022) matematiksel modelleme için dijital araçlarla ilgili yaptıkları çalışmalarında öğrenme ortamında teknolojik araçların kullanımının, öğrencilere tanıtılacak etkinlik sayısının çokluğunu sağlamasının yanı sıra, günümüz sorunlarına erişim için de kaçınılmaz olduğunu ortaya koymuştur.

Eğitimde bilgisayar ve teknolojinin kullanımının zorunlu olduğu günümüzde başlangıçta sadece sınıf ortamında kullanılan araç gereçle sınırlı olan eğitim teknolojisi, bugün teknolojik sistem, askeri eğitim, tıp, öğrenci yetiştirme gibi birçok alandaki eğitimi kapsamaktadır. Zaten bilimde, endüstride ve araştırmada gerçek dünya sorunları teknolojilerin yardımı ile ele alınır ve çözülür. Bu nedenle dijital araçlardan yararlanarak günlük hayat probleminin çözümünün gerçekleştirilmesi çözüm ile günlük hayat arasındaki ilişkinin yorumlanmasında bütünlüğü sağlar (Siller & Greefrath, 2010). Bu anlamda, son zamanlarda yeni ve modern teknolojiyle birlikte gündeme gelen sanal gerçeklik (virtual reality), artırılmış gerçeklik (augmented reality) gibi uygulamalar, eğitim yöntemlerine farklı bir bakış açısı getirmiştir.

Son yıllarda teknolojik gelişmelerin eğitim ortamlarına entegrasyonu ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmış ve öğretim teknolojilerinin öğrenme ortamlarındaki yeri de giderek artmıştır (Akkuş & Özhan, 2017; Alkan, 2005). Öğrenme ortamlarında birden fazla öğretim yöntemi ile ders yapılmasına ek olarak materyal kullanımı; dolayısıyla da dijital araç ve gereç kullanımı kaçınılmaz bir hal almıştır (Seferoğlu, 2006). Akpınar'a (2003) göre, öğrenme ortamında kullanılacak resim, animasyon ve videolar, öğrencilerin bilgiyi keşfetme konusunda uygun stratejiler geliştirmesini, birbirleriyle etkileşim kurmasını (tartışma ortamı şeklinde), değişkenler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını sağlayarak modellemeyi kolaylaştırabilecek ve somut ve soyut ifadelerin ilişkilendirilmesine yardımcı olabilecektir (Hıdıroğlu & Hıdıroğlu, 2016). Etkileşim düzeyi yüksek olan dijital araç ve gereçler ise, öğrencilere problem oluşturma, çözme, durumları yeniden tanımlama, model oluşturma, ilişkileri yeniden keşfetme gibi fırsatlar sunmaktadır (Baki, 2002).

Günümüz matematik öğretim programı "Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler" ve "Dijital yetkinlik" ile öğrencilerin iş bilgi iletişim teknolojilerini güvenli ve eleştirel şekilde kullanma bilgi, beceri ve davranışlara sahip yetkin bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca "bilgiyi problem çözme sürecinde kullanabilen, farklı disiplinlere uygulayabilen, varsayımda bulunabilen, genelleme yapabilen, analitik düşünebilen, karşılaşılan problemleri matematiksel akıl yürütme ile modelleyebilen, modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilen" insana ihtiyaç duyulmaya başlandığı da açıkça ifade edilmektedir. Bu ihtiyaçlara binaen 2004 yılından itibaren öncelikle ilköğretimde, ardından da ortaöğretimde yapılandırmacılığa dayalı öğretime geçilmiştir. Yapılandırmacı yaklaşım için en uygun pedagojik etkinlikler deney, tartışma, proje gerçekleştirme, gerçek yaşam problemlerini çözme gibi faaliyetlerdir. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde aktif öğrenci katılımının yer alması, öğrencilerin bireysel veya grup olarak varsayımlarda

bulunması ve sonuçlara ulaşması ise öğrencileri isteklendirmektedir (Erbaş & Demirer, 2015). Ayrıca yapılandırmacı yaklaşımda etkili bir öğrenme ortamının oluşturulabilmesi için teknolojik imkanların bu ortama dahil edilmesi gerekmektedir (Jonassen, Carr & Hsiu-Ping, 1998). Bu teknolojik imkanlardan olan sanal gerçekliğin ve artırılmış gerçekliğin müfredatın beklentisi doğrultusunda öğrenciye aktif katılım, yaparak yaşayarak öğrenme gibi fırsatlar sunmasından dolayı, önemi hızla artmaktadır.

Sanal gerçeklik, gerçek dünyanın dijital ortama taşındığı, üç boyutlu gerçek modellerden oluşan ve birey etkileşimine dayalı olarak tasarlanan ortamlardır. Sanal öğrenme ortamları bireylere gerçek dünyada ulaşılması veya yapılması zor durumlar için deneyim elde etme fırsatı verirken, soyut kavramların da somutlaştırılmasını sağlamaktadır (Bakas & Mikropuolus, 2003). Artırılmış gerçeklik ise sanal gerçekliğin bir türevi olarak ifade edilmekte (Azuma, 1997) ve gerçek dünyada bulunan nesnelerin, sanal nesnelerle etkileşime girdiği bir sanal ortam olarak tanımlanmaktadır (Zhu, Owen Li & Lee, 2004).

Sanal gerçekliğin eğitimde kullanımına yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde daha çok Kimya eğitimi, Coğrafya eğitimi gibi alanlarda yoğunlaşıldığı görülmektedir (Manseur, 2005). Ayrıca öğrenme ortamlarında kullanımının motivasyonu, sosyal beceri ve iletişimi artırdığına ve öğrenmeyi olumlu etkilediğine yönelik çalışmalar (Çavaş, Huyugüzel-Çavaş & Taşkın-Can, 2004; Halvorson, Ewing & Windisch, 2011; Harris & Rea, 2009; Heid & Kretschmer, 2009; Holmberg, 1997; Mishra, 2009; Özdinç, 2010) bulunmaktadır.

Çavaş vd. (2004) eğitimde kullanılan sanal gerçeklik ortamlarını incelemiş ve gruplandırmıştır:

- Etkileşim: Sanal gerçeklik ortamlarında öğrenci nesnelerle etkileşim içerisindedir ve onları çeşitli açılardan inceleme ve gözlemleme şansına sahiptir.
- Öğrencinin dikkatini toplama: Yapılan çalışmalar incelendiğinde sanal gerçeklik ortamlarında öğrenciler, öğrenilmesi beklenen konuya tamamen odaklanabilmişlerdir.
- Öyküsel esneklik: Sanal gerçeklik ortamlarında problem durumları öyküsel bir özellik taşımaktadır.
- Deneyimsel oluşu: Sanal gerçeklik ortamlarında öğrenciler gerçekleştirdikleri etkinlikler sayesinde deneyim kazanabilmektedir.
- Duyulara önem vermesi: Sanal gerçeklik ortamlarında bulunan ses, ışık, görüntü, etkileşim gibi durumlardan dolayı öğrencilerin birden fazla duyusunu harekete geçirerek kalıcılığı artırmaktadır.

Artırılmış gerçeklik ile sınıf içerisinde kullanılan geleneksel yöntemleri karşılaştırma şeklinde yapılan çalışmalar (Freitas & Campos, 2008; Kerawalla, Luckin, Seljeflot & Woolard, 2006; Lave & Wenger, 1991; Pérez-López & Contero, 2013; Squire & Jan, 2007) artırılmış gerçekliğin öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığını ve daha fazla dikkatlerini çektiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca artırılmış gerçeklik çalışmalarının eğitim alanındaki uygulamaları incelendiğinde; genel olarak teknolojinin günlük hayatla ilişkilendirildiği etkinlikler öne çıkmaktadır (Quarles vd., 2008 akt. Karal & Abdüsselam, 2015).

Bu çalışmada matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamında, öğretmenlerin dikkatini çekip motivasyonunu artırmak, farklı metodlarla dersi sıkıcılıktan kurtarmak, birden fazla duyu organına hitap ederek kalıcılığı artırmak adına matematiksel modelleme etkinliklerine sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik dahil edilmiştir. Ayrıca matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendiren çalışmalarda, matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde, bireylerin matematiksel modelleme basamaklarını tamamlayıp tamamlayamadığına veya yeterliklere sahip olup olmama gibi kriterlerin göz önünde bulundurulduğu görülmüştür. Ancak bu yeterlikleri ne düzeyde gerçekleştirebildikleri detaylandırılmamıştır. Bu durum göz önüne alındığında bu çalışmada bütüncül yaklaşıma uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamında öğretmenlerin modelleme yeterliklerini ne düzeyde gerçekleştirebildikleri detaylandırılmıştır. Alanyazın incelemesi sonucunda, matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik oluşturulacak öğrenme ortamının da şu özellikleri sağlaması gerektiği düşünülmektedir:

- Matematiksel modelleme yeterliklerinin bütüncül yaklaşımla ele alınması gerektiği düşünüldüğünden dolayı, öğrenme ortamında bu yeterlikleri ortaya çıkarmayı sağlayacak yönergelerle öğretmenlerde bu bilişsel sürecin oluşması sağlanmalıdır.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri seçilirken bütüncül yaklaşımdan dolayı etkinliklerin bütün yeterlikleri ortaya çıkarmaya elverişli olması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca matematiksel modelleme ile ilk defa tanışacak bireyler olması göz önünde bulundurularak etkinlikler, basitten karmaşığa doğru sıralanmalıdır.
- Gerçek yaşam ile matematik dünyası arasında köprü kurulmasına olanak sağlayacak sınıf dışı uygulamaları içeren etkinlikler de öğrenme ortamında yer almalıdır.
- Matematiksel modellemenin öğrenme ortamına taşınması ile ilgili zorluklarda yer alan "matematiksel modelleme etkinliklerinin karmaşık yapıda olması" onu daha

az kullanılabilir kılmaktadır. Bu sebeple seçilen etkinliklerin karmaşıklıktan ziyade açık ve farklı kademelerde kullanılabilir yapıda olması gerekmektedir. Ayrıca alanyazında bireylerin matematiksel modelleme basamakları arasındaki geçişlerde zorluklar yaşadıkları ifade edilmektedir. Dolayısıyla bireylere matematiksel modelleme süreçlerine yönelik deneyimler yaşatmak önemlidir. Böylece her alt süreç için belirlenen zorlukların ortadan kaldırılmasına olanak sağlanacağı düşünülmektedir.

- Öğrencilerin motivasyon ve ilgilerini artırmak için etkinlerle birlikte günlük hayata dair senaryo, video, haber gibi durumlara ek olarak somut materyal kullanımı ile öğrenme ortamı dikkat çekici bir hale getirilmelidir. Ayrıca günümüz teknolojisini de dahil ederek birden çok duyu organını öğrenme sürecine katmanın kalıcılığın yanı sıra derse olan ilgiyi de artıracağı düşünülmektedir.
- Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözüm süreçlerinde bireysel ve grup çalışmalarının olmasına, çalışma sonuçlarının sunulmasına, oluşturulan modellerin tartışılmasına öğrenme ortamında yer verilmelidir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Nitel araştırma görüşme, gözlem ve yazılı doküman analizi gibi veri toplama yöntemleri kullanılarak (Patton, 2014) olayları ve algıları bütüncül ve gerçekçi bir şekilde ortaya çıkarmayı gerektiren bir süreç olarak tanımlanabilir (Creswell, 2019). Bu araştırmada ise nitel yaklaşımlardan biri olan durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması, araştırmacının gözlem, görüşme, görsel-işitsel materyal, yazılı doküman gibi birçok veri kaynağı (Creswell, 2007) ile elde edilen verilerin derinlemesine analiz edilip boylamsal olarak incelenmesini içeren (Glesne, 2015) nitel bir yaklaşımdır. Başka bir ifade ile "sınırlı bir sistemin derinlemesine betimlenmesi ve incelemesi" dir (Merriam, 2013, s. 40). Bu derinlemesine betimleme ve inceleme için durum hakkında mülakat verileri, gözlemler, doküman verisi, durum hakkında başkalarının ifadeleri ve bağlamsal bilgi gibi çeşitli veri kaynakları kullanılır (Patton, 2014). Ayrıca durum çalışması, "nasıl" ve "niçin" sorularını temel alıp araştırma probleminin kapsamlı bir şekilde incelenmesini ve mevcut olguyu derinlemesine araştırmaya olanak vermesinden dolayı bulguların detaylandırılmasını kolaylaştırır (Yin, 1984).

Bu araştırmada matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amacıyla, ilk olarak görüşmeler yapılarak matematiksel modellemeye yönelik ön bilgileri alınmış, ardından matematiksel modellemeye uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında 11 haftalık bir matematiksel modelleme öğretim süreci gerçekleştirilmiştir. Öğretim süreci bittikten sonra her bir öğretmenin kendi oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliklerini uyguladıkları dersleri gözlemlenmiş ve sürece yönelik görüşleri alınmıştır. Veri toplama süreci göz önüne alındığında, bu araştırmada Yıldırım ve Şimşek'e (2015) göre bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Çünkü çalışmada tek bir analiz birimi yani tek grup mevcuttur ve kendi başına bütüncül olarak algılanabilecek durum söz konusudur. Şöyle ki, matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamının öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerini nasıl etkileyeceği üzerine odaklanılmıştır. Zaten Merriam (2013) da bütüncül tek durum desenine paralel olarak, tek grup üzerinde bir konu hakkında fikir sağlamak için, durumun ikincil öneme sahip olduğunu ifade ettiği araçsal durum çalışmasını ele almıştır. Bu çalışma için de aynı durum söz

konusudur. Tek grup üzerinde, öğrenme ortamının yeterlikler üzerindeki etkisi hakkında ortak bir fikir oluşturma esası ele alındığından Yıldırım ve Şimşek'e (2015) göre bütüncül tek durum deseni; Merriam'a (2013) göre araçsal durum çalışması olarak ele alınmıştır. Araçsal durum çalışmasında vaka bir genellemeyi yeniden ele almak için kullanılabileceği gibi, bir konunun iç yüzünü anlamayı ve çözüm oluşturmayı sağlamak için de kullanılabilir (Stake, 2005).

Katılımcılar

Nitel araştırmanın arkasında yatan fikir; araştırmacının, araştırma problemi ve araştırma sorularını en iyi şekilde anlamasına ve incelemesine yardımcı olacak katılımcıları amaca yönelik olarak seçmektir (Creswell, 2016). Bu sebeple matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinin incelendiği bu çalışmada, araştırma grubu amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Amaçlı örneklemede araştırmacılar esas olgu hakkında bilgi edinmek veya onu anlamak için bireyleri, maksatlı bir biçimde seçerler (Creswell, 2019). Zengin veri olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak veren amaçlı örnekleme (Patton, 2014), olgu ve olayların keşfedilmesi ve açıklanması konusunda yararlı olur (Yıldırım & Şimşek, 2015).

Bu araştırmanın katılımcılarını 2018-2019 eğitim-öğretim yılının güz yarıyılında bir devlet üniversitesinin Matematik Eğitimi Anabilim Dalında lisansüstü eğitim yapan 5 matematik öğretmeni oluşturmaktadır.

Katılımcılar belirlenirken "Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme-I" lisansüstü dersini alan 16 matematik öğretmeni ile bir araya gelinmiş ve çalışma hakkında bilgi verilmiştir. Gönüllü olarak katılım sağlayacak 6 matematik öğretmeni seçilmiş ve süreç başlamadan Ek-3 de verilen gönüllülük sözleşmesi imzalatılmıştır. Uygulama süreci başladıktan 2 hafta sonra bir öğretmen çalışma grubundan kendi isteği ile ayrılmıştır. Çalışmaya katılan öğretmenler Ö1, Ö2,…, Ö5 şeklinde kodlanmış ve etik kurallar dahilinde isimlerine yer verilmemiştir.

Öğretmenlere ait bilgiler aşağıda detaylı olarak sunulmuştur:

Ö1.

Milli Eğitim Bakanlığı'nda ikinci yılı olan ve Doğu Anadolu Bölgesinde bir ilçe ortaokulunda görev yapan Ö1, matematiği soyut olan sayılarla ve sembollerle ifade edilen bir dil olarak tanımlamakta ve matematik eğitiminde problem çözmenin öğrenciye "matematik mantığı" kazandıracağını ifade etmektedir. Kendi matematiğe özgü bilgi ve becerilerini değerlendiren

öğretmen, lisans eğitiminde aldığı bazı dersleri unuttuğunu ancak analitik düşünme ve tümevarımsal düşünme becerilerinin öğretmenlikle beraber iyice arttığını düşünmektedir. Lisans eğitiminde farklı bir ders içerisinde matematiksel modelleme kavramını duyduğunu ancak hatırlamadığını dile getiren Ö1, daha önce dersinde hiç modelleme etkinliği çözmemiştir. Günlük hayatın matematiğin içinde ve matematiğinde günlük hayatın içinde olduğunu düşünen öğretmen matematiksel modellemenin matematik dersini anlamlı ve işlevsel kılacağını ve matematiğe ilgiyi arttıracağını belirtmiştir. Bu sebeple de bu çalışmada gönüllü olduğunu ve yeni yöntemler öğrenmenin kişisel gelişimine ve öğretmenlik mesleğine olumlu yansıyacağını söylemiştir.

Ö2.

Milli Eğitim Bakanlığı'nda üçüncü yılı olan ve Doğu Anadolu Bölgesinde bir ilçeye bağlı köy ortaokulunda görev yapan Ö2, matematiği doğadaki düzenin, işleyişin sembollerle ifade edilişi olarak tanımlamakta ve matematik eğitiminde problem çözmenin öğrencinin zihnini, dikkatini, algılarını geliştirdiğini ifade etmektedir. Kendi matematiğe özgü bilgi ve becerilerini değerlendiren öğretmen, ezbere tamamen karşı olduğunu ve hemen her konuyu anlatırken de çıkış noktalarını verdiğini, dolayısıyla öğrencilerinin de kendisinin de matematiksel becerilerinin geliştiğini düşünmektedir. Daha önce matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir ders almadığını, dolayısıyla da derslerinde matematiksel modelleme etkinliği çözmediğini belirten Ö2, bu öğretim süreci sonunda uygulayacağı için sabırsızlandığını dile getirmiştir. Gerçek yaşam problemleri kullanmanın öğrenciler açısından çok yararlı olacağını, matematiğin sadece sayılardan ve hesaplamalardan ibaret olmadığını ve hayatın içinden olduğunu anlayacaklarını düşünen öğretmen, matematiğin LGS de karşılarına çıktığı için öğrenmek zorunda oldukları bir ders olmaktan çıkacağını da ifade etmiştir. Bu sebeple de bu çalışmada gönüllü olduğunu ve matematiksel modelleme etkinlikleri gibi her türlü yeniliğe açık olduğunu söylemiştir.

Ö3.

Milli Eğitim Bakanlığı'nda ikinci yılı olan ve Doğu Anadolu Bölgesinde bir ilçe lisesinde görev yapan Ö3, matematiği sistematik ve soyut genellemeler süreci olarak tanımlamakta ve matematik eğitiminde problem çözmenin işlemsel beceri dışında düşünme, analiz etme gibi becerileri de geliştirdiğini

ifade etmektedir. Kendi matematiğe özgü bilgi ve becerilerini değerlendiren öğretmen, meslekte çok yeni olduğunu ve genel anlamda eksiklerini gidermeye çalıştığını, lisansta aldığı derslerin olumlu katkıları olduğunu ancak deneyimlerle etkisinin artacağını düşünmektedir. Daha önce matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir ders almadığını ancak bu dersin ismini duyunca araştırıp günlük hayatla matematiğin ilişkisi üzerine kurulu olduğunu fakat, kendi derslerinde matematiksel modelleme etkinliği çözmediğini belirtmiştir. Gerçek yaşam problemleri çözmenin öğrenciler açısından çok yararlı olacağını, matematik dersinde öğrendiği bilgiyi günlük hayatında kullanacağı için anlamlı öğrenme sağlayacağını dile getirmiştir. Bu sebeple de çalışmada gönüllü olduğunu ve öğretmenlik mesleğinin yenilik istediğini ve kendisinin de her türlü güncellemeye açık olduğunu söylemiştir.

Ö4.

Milli Eğitim Bakanlığı'nda altıncı yılı olan ve Doğu Anadolu Bölgesinde bir il ortaokulunda görev yapan Ö4, matematiği sayılar ve ilişkiler üzerine kurulmuş bir bilim dalı olarak tanımlamakta ve matematik eğitiminde problem çözmenin temel oluşturduğunu ve ilerlemek içinde yine problem çözmeden yararlanılması gerektiğini ifade etmektedir. Kendi matematiğe özgü bilgi ve becerilerini değerlendiren öğretmen, yeter düzeyde olduğunu ama gelişimin de önemli olduğunu düşünmektedir. Daha önce matematiksel modelleme ile ilgili bir ders almadığını ve bu ifadeyi duymayan Ö4, dolayısıyla derslerinde matematiksel modelleme etkinliği çözmediğini belirtmiştir. Matematiğin analitik düşünme becerisi kazandırmasından dolayı günlük hayat problemlerini çözmeyi sağladığını ve günlük hayat problemleri çözmenin de kalıcılığı artıracağını ifade etmiştir. Bu sebeple de çalışmada gönüllü olduğunu ve bir öğretmen için gelişim ve yenileşmenin önemli olduğunu söylemiştir.

Ö5.

Mili Eğitim Bakanlığı'nda ikinci yılı olan ve Doğu Anadolu Bölgesinde bir il ortaokulunda görev yapan Ö5, matematiği doğru düşünebilme sanatı olarak tanımlamakta ve matematik eğitiminde problem çözmenin doğru düşünebilmeyi sağladığını ifade etmektedir. Kendi matematiğe özgü bilgi ve becerilerini değerlendiren öğretmen, orta düzeyde bulduğuu ancak gelişime açık olduğunu belirtmektedir. Lisans eğitiminde farklı bir ders içerisinde matematiksel modelleme kavramını duyduğunu ancak tanımı dışında pek fazla bir şey

hatırlamadığını dile getiren Ö5, derslerinde hiç modelleme etkinliği uygulamamıştır. Gerçek yaşam problemi çözmenin öğrenci açısından somutlaştırıcı etkisi olacağını, öğrencinin derse olan ilgisinin artacağını ve dikkat çekiciliği sayesinde problem çözme bilinci oluşacağını düşünmektedir. Bu sebeple de çalışmada gönüllü olduğunu ve yeniliklerin olumlu katkı sağlayacağını söylemiştir.

Öğrenme Ortamının Tasarımı

Araştırma probleminin belirlenmesinin ardından, bu probleme cevap bulabilmek için neler yapılabileceği ile ilgili alan yazın incelenmiş ve öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerinin ve alt matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirebilmesi için onların matematiksel modelleme sürecinde yer alan tüm basamaklardan geçmelerine yardımcı olacak deneyimler yaşamaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda matematiksel modelleme yeterliklerinin kazanılmasında böyle bir ortamı sağlayacak yaklaşımın bütüncül yaklaşım olduğu düşünülmüş ve öğrenme ortamı bütüncül yaklaşım göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Çünkü Kaiser'e (2007) göre, matematiksel modelleme yeterliği, tüm matematiksel modelleme sürecini gerçekleştirme ve bunu sürece yansıtma yeteneğidir. Yani, matematiksel modelleme yeterliğinin kazanılması için, modelleme sürecinin tamamının deneyimlenmesi gerekmektedir.

Bütüncül yaklaşıma göre oluşturulan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme etkinlikleri ile tüm modelleme yeterlikleri eş zamanlı olarak geliştirilmeye çalışılmaktadır. Yani bütüncül yaklaşıma göre etkinlik çözülürken modelleme sürecinin tamamının yaşanması ve modelleme yeterliklerinin tamamının işe koşulması amaçlanmaktadır (Aydın-Güç, 2015). Bu sebeple öğrenme ortamı, alan yazın incelemesi sonucu ayrıntılı olarak ortaya koyulan, matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik öğrenme ortamlarının sağlanması gereken durumlar dikkate alınarak tasarlanmıştır (Anhalt & Cortez, 2016; Aydın-Güç, 2015; Biccard & Wessels, 2011; Blomhøj & Jensen, 2003; Brand, 2014; Çakmak-Gürel, 2018; Galbraith & Stillman, 2001; Ji, 2012; Kaiser & Grünewald, 2015; Kaiser & Stender, 2013; Maaß, 2006). Bu durumlar;

i. Model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme, süreci ve yeterlikleri ile ilgili bilgi,
ii. Grup çalışmaları,
iii. Katılımcıların matematiksel modelleme etkinliği ile sıkça karşılaşmaları,
iv. Öğrenme ortamının matematiksel modellemeyi öğrenmeye elverişli olması

şeklinde sıralanabilir. Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye elverişli bir öğrenme ortamı oluşturmak için ise bütüncül yaklaşım benimsenmiştir. Alan yazın incelendiğinde bütüncül yaklaşıma uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamının,

i. Teorik bilgi odaklı,
ii. Serbest matematiksel modelleme etkinlikleri odaklı,
iii. Matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı,

olarak üç farklı şekilde tasarlandığı görülmüştür (Aydın-Güç & Baki, 2016). Bu çalışmada ise matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye elverişli bir öğrenme ortamı oluşturulurken bu üç durumun tamamı göz önünde bulundurulmuştur.

Bütüncül yaklaşıma dayalı öğrenme ortamında *teorik bilgi odaklı* maddesi ele alınırken ilk olarak matematiksel model ve modelleme sürecine yönelik teorik bilgi verilmiştir. Teorik bilgi sürecinin tamamlanmasının ardından ise *matematiksel modelleme basamaklarını takip etme odaklı* "problemi analiz etme, kavramsal model oluşturma, matematikselleştirme, matematiksel model oluşturma, matematiksel çözüm oluşturma, yorumlama ve iletişim, yansıma" sürecinin olduğu çözüm planı yönerge olarak etkinlikle birlikte verilmiştir. Bu yaklaşımla matematiksel modelleme sürecinin tüm basamaklarının desteklenmesi amaçlanmıştır. Bahsi geçen basamaklar çalışmanın pilot uygulama sürecinde ortaya konulan matematiksel modelleme döngüsünün basamakları olup, pilot uygulama sürecinde detaylandırılmıştır. Ardından matematiksel modelleme sürecine yönelik hiçbir yönerge içermeyen *serbest matematiksel modelleme etkinlikleri* katılımcılara sunulmuş ve araştırmacı tarafından gerektiğinde ipuçları verilmiştir. Öğretmenlerden herhangi bir yönerge içermeyen matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde çalışırken, rehber niteliğindeki basamakları kendilerince takip ederek çözümlerine yön vermeleri beklenmiştir.

Bütüncül yaklaşımda öğretmenler, matematiksel modelleme yeterliklerini görüp yaşayabilecekleri, tüm basamakların mevcut olduğu gerçek yaşam problemlerini çözmelidirler. Bu sebeple etkinlik tasarımı yapılırken belli bir konu veya kazanım belirlenmemiş, öğretmenler için modelleme yeterliklerine uygun etkinlikler seçilmiştir. Herhangi bir yeterliğin atlanmaması açısından da araştırmacı yönergeleri özellikle ilk etkinliklerde daha sık kullanılmıştır. Aksi taktirde süreç içerisinde bir basamak atlanabilir; bu da çalışmanın odağı olan matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde eksiklikler yaşanmasına yol açabilir. Zaten Şen-Zeytun (2013) da matematiksel modelleme sürecinin *dağınık/sistemsiz çalışma, yazma* faktöründen olumsuz etkilendiğini belirtmektedir.

Blum ve Kaiser (1997) tarafından geliştirilip, Maaß (2006) tarafından aktarılan matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaya yönelik yönergeler hazırlanmıştır (Tablo 6).

Tablo 7. *Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve İlgili Yönergeler*

Öğretmenlerde bulunması gereken matematiksel modelleme yeterlikleri	**Araştırmacı tarafından süreçte kullanılan yönergeler**
A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	Problem hakkında ne biliyoruz? Süreçte kullanılması olası değişkenler nelerdir? Çözüm için oluşturacağın ilk model ne olabilir?
B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	İlk oluşturduğun model probleme uygun mu? Detaylandırılabilir mi? (Tablo, grafik vs.)
C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	Bu probleme benzer bir problem oluşturulabilir mi? Benzer şekilde çözebilir miyiz?
D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	Bu modelin günlük hayattaki kullanışlılığı nedir? Genellenebilir mi?
E.Çözümü doğrulama yeterliği	Modelin doğru olduğu sınanabilir mi? Bu modelin dışında farklı bir model de oluşturulabilir mi?

Yönergeler oluşturulurken matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaya yardımcı olacak, bu yeterliklere yönelik deneyimler yaşatacak şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Aydın-Güç (2015) tarafından matematiksel modelleme alt-yeterliklere uygun hazırlanan yönergeler, matematiksel modelleme yeterliklerine uygun şekilde yeniden gözden geçirilerek bu çalışmada kullanılmıştır. Tablo 7'de alt yeterliklere yer verilmemesinin sebebi öğretmenler için oluşturulan öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterliklerine odaklanılmasından kaynaklıdır. Araştırmacı tarafından düzenlenen yönergeler, matematiksel modelleme alanında çalışmaları olan iki uzman görüşü ile de son şeklini almıştır. Uzman görüşleri alınırken ilk olarak uzmanlara matematiksel modelleme yeterlikleri sunulmuş; ardından bu yeterliklere bağlı olarak öğretmenlerden beklenen durumlar uzmanlar tarafından ifade edilmiştir. Örneğin, "Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği" için öğretmenlerden beklenenler "Problemde ne istendiğini açıkça ifade edebilme, verilenleri ve istenenleri belirleyebilme, çözüm için düşündüğü ilk durumu ortaya koyabilme (duruma ait bir temsil ifade edebilme)" şeklinde olduğu belirtilmiştir. Ardından ise oluşturulan yönergelerin uygunluğu uzmanlar tarafından onaylanmış veya değişiklikler istenmiştir. Verilen dönütlerin ardından ise yönergeler son şeklini almıştır.

Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında öğretmenler bazen bireysel bazen de grup çalışması şeklinde etkinlikleri çözmüşlerdir. Etkinlikleri inceleyip çözüme ulaşmaları için yeterli süre verildikten sonra çözümler üzerine konuşulmuş ve Tablo 7'de verilen yönergelere bağlı olarak öğretmenlerle tartışma ortamı oluşturulmuştur. Ayrıca öğrenme ortamında öğretmenler, gerekli araştırmaları yapabilmeleri için internet kullanabilmiş ve uzman bir kişiye danışabilmiştir.

Etkinlik Tasarımı

Etkinlik tasarımı yapılırken öğretmenlerde bulunması gereken matematiksel modelleme yeterlikleri ayrı ayrı ele alınmamış, bütüncül yaklaşımdan dolayı her bir etkinlikte tüm yeterlikler göz önünde bulundurulmuştur.

Bütüncül yaklaşıma göre bireyler, onları matematiksel modelleme sürecindeki tüm basamaklardan geçmeleri için zemin oluşturacak gerçek dünya problemlerinden seçilmiş matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışmalıdırlar (Aydın-Güç, 2015). Bu sebeple, öğretmenlerde olması gereken modelleme yeterliklerini keşfettirecek veya var olanı ortaya çıkarmaya yardımcı olacak şekilde etkinlik seçimleri yapılmıştır.

Tablo 8. *Matematiksel Modelleme Yaklaşıma Uygun Olarak Hazırlanmış Öğrenme Ortamında Kullanılan Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ve Amaçları*

Etkinlik	**Amacı**
Büyük Ayak Problemi	Herhangi bir deneyime sahip olmayan öğretmenlerin, ilk etkinliği çözerken öncelikli olarak ne kadar yeterli olduklarını tespit etmek amaçlanmıştır.
Üretim Hatası	Basit matematiksel işlemlerle sonuca varılamayacak olan bu etkinlikte, öğretmenlerin daha önceden bildikleri SPSS programını kullanarak uygun değişkenleri belirleyip doğrusal bir modele ulaşmaları amaçlanmıştır.
Roller Coaster	3D gözlük ile öğretmenlere modellemenin doğası gereği gerçek yaşam deneyimi yaşatılmış, ardından grafik çizerek günlük yaşamda bu grafikleri yorumlayabilmeleri ve bir roller coaster tasarlayabilmeleri amaçlanmıştır.
İzmir Saat Kulesi	Cardboard gözlük kullanarak, öğretmenlerin özgün yöntemlerle çözüme ulaşmaları amaçlanmıştır.
Satranç Tahtası	Eski bir rivayet olarak verilen problem durumunu kullanarak öğretmenlerin, bir genellemeye varıp bunu yorumlamaları amaçlanmıştır.
Su Deposu	Sadece resim olarak verilen 4 farklı depo modeli için yükseklik-hacim grafiği çizmeleri amaçlanmıştır. Ayrıca materyal olarak sınıfa getirilen 2 farklı su şişesi modeli için de aynı grafiğin çizilmesi istenmiş, ardından içi su doldurularak grafiklerin doğruluğunun sınanması amaçlanmıştır.
Obezite Problemi	Günümüz sağlık problemlerinden biri olan obezite hakkında verilen bilgilerin ardından, öğretmenlerin bir genellemeye varıp yorumlamaları amaçlanmıştır.
Mayon Yanardağı	Gerçek verilerin kullanıldığı bir durumu yorumlayarak gelecek bir olay hakkında tahmin yürütmeleri amaçlanmıştır.

Tablo 8' de verilen etkinliklerin her birinde amaçlanan durum açıkça ifade edilmiş ve öğrenme ortamında somut materyal, 3D sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik için teknoloji desteği kullanılmıştır. Bunların etkinliklerde kullanılması öğrenme ortamının zenginleşmesini ve öğretmenler tarafından da olumlu yansımalar alınmasını sağlamıştır. Tasarlanan

etkinliklerin öğrenme ortamındaki çözümü aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır. Ayrıca tasarlanan etkinlikler araştırmacı dışında bir uzman tarafından da incelenerek Lesh vd.'nin (2000) belirlediği prensiplere sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Tasarlanan etkinliklerin öğretmen yeterlikleri ile olan ilişkisine bakıldığında ise tüm etkinliklerde öğretmen yeterliklerinin tespit ve gözleminin yapılabileceği anlaşılmıştır. Bununla ilgili bilgiler Tablo 9'da aşağıda verilmiştir.

Tablo 9. *Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ile Öğretmen Yeterlikleri Arasındaki İlişki*

Etkinlikler	Modelleme yeterlilikleri için beklenen olası durumlar
Büyük ayak problemi	✓ *A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği* Bir veri setine ihtiyaç olduğunu ifade etme Uygun değişkenleri belirleme (Ayak uzunluğu, boy uzunluğu, cinsiyet gibi) Örnek bir model oluşturma (İlk bakışta erkek ayağı olduğunu düşünme gibi) ✓ *B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği* Oluşturulan ilk modelin matematiksel olarak desteklenmesi ✓ *C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği* Oluşturulan matematiksel model ile benzer problemlerin çözülüp çözülemeyeceği üzerine konuşma ✓ *D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği* Matematiksel sonuçları, matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve modeli genelleme ✓ *E.Çözümü doğrulama yeterliği* Oluşturulan modelin doğruluğunun denenmesi
Üretim Hatası	✓ *A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği* Açıkça verilen değişkenler arası ilişki arama Hatalı üretim yapılacak seriyi tahmin etme (model oluşturma) ✓ *B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği* Oluşturulan ilk modelin matematiksel olarak desteklenmesi ✓ *C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği* Oluşturulan matematiksel model ile benzer problemlerin çözülüp çözülemeyeceği üzerine konuşma ✓ *D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği* Matematiksel sonuçları, matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve modeli genelleme ✓ *E.Çözümü doğrulama yeterliği* Oluşturulan modelin her durum için doğruluğunun denenmesi
Roller Coaster	✓ *A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği* Problemde verilen ve istenilen durumları ifade etme Tahmini bir roller coaster (grafik) çizme ✓ *B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği* Oluşturulan ilk modeli soruda verilen şartlara göre düzenleme ✓ *C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği* Bu probleme benzer, bazı şartlar dahilinde oluşturulabilecek tasarımlardan bahsetme ✓ *D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği* Matematiksel sonuçları, matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve modeli genelleme ✓ *E.Çözümü doğrulama yeterliği* Gruplar tarafından oluşturulan grafiklerin karşılaştırılarak, modelin doğruluğu üzerine konuşma

Tablo 9 *(Devamı)*

İzmir Saat Kulesi	✓ *A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği* Problemde sayısal hiçbir veri olmaksızın istenilen durumları ifade etme Tahmini bir uzunluk belirtme ✓ *B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği* Oluşturulan ilk tahmin üzerine yansımalar yapıp matematiksel olarak destekleme ✓ *C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği* Oluşturulan matematiksel modelin benzer problemlerin çözümünde kullanılıp kullanılamayacağı üzerine konuşma ✓ *D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği* Matematiksel sonuçları, matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve modeli genelleme ✓ *E.Çözümü doğrulama yeterliği* Oluşturulan modelin hangi durumlar için doğru olacağının denenmesi
Satranç Tahtası	✓ *A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği* Problemde verilen ve istenilen durumları ifade etme Tahmini bir model geliştirme (çözüm için uygun formül şeklinde) ✓ *B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği* Oluşturulan ilk modeli matematiksel olarak destekleme veya yeniden oluşturma ✓ *C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği* Oluşturulan matematiksel modelin benzer problemlerin çözümünde kullanılıp kullanılamayacağı üzerine konuşma ✓ *D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği* Modelin soruda bahsedilen rivayet dışında kullanılabilirliği üzerine konuşma, matematiksel sonuçları, matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve modeli genelleme ✓ *E.Çözümü doğrulama yeterliği* Oluşturulan modelin doğruluğunun sınanması
Su Deposu	✓ *A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği* Sayısal verilerin olmadığı bu problemde istenilen durumları ifade etme Olası grafik şekilleri üzerine konuşma (ilk model) ✓ *B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği* Oluşturulan ilk modeli matematiksel olarak düzenleme ✓ *C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği* Oluşturulan matematiksel modelleri somut materyal üzerinde sınama ve bu modeller ile benzer problemlerin çözülüp çözülemeyeceği üzerine konuşma ✓ *D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği* Modelin günlük hayatta kullanılabilirliği üzerine konuşma ✓ *E.Çözümü doğrulama yeterliği* Oluşturulan modelin hangi durumlarda doğru olacağı üzerine konuşma
Obezite Problemi	✓ *A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği* Problemde verilen ve istenilen durumları ifade etme Seçilen bir egzersiz ile hedefe ulaştıracak bir model oluşturulması ✓ *B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği* Oluşturulan modeli farklı egzersizler için deneme ✓ *C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği* Farklı egzersizler için oluşturulan modeller üzerine konuşma, günlük hayat ile ilişkilendirme ✓ *D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği* Matematiksel sonuçları, matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve modeli genelleme ✓ *E.Çözümü doğrulama yeterliği* Genellenen modelin doğruluğunun sınanması

Tablo 9 *(Devamı)*

Mayon Yanardağı	✓ *A.Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği* Açıkça verilen değişkenler arası ilişki arama Patlamanın olacağı yılı tahmin etme (model oluşturma) ✓ *B.Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği* Oluşturulan ilk modelin matematiksel olarak desteklenmesi ✓ *C.Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği* Oluşturulan matematiksel model ile benzer problemlere çözüm oluşturulup oluşturulamayacağı üzerine konuşma ✓ *D.Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği* Matematiksel sonuçları, matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve modeli genelleme ✓ *E.Çözümü doğrulama yeterliği* Oluşturulan modelin hangi durumlar için doğru olduğunun sınanması

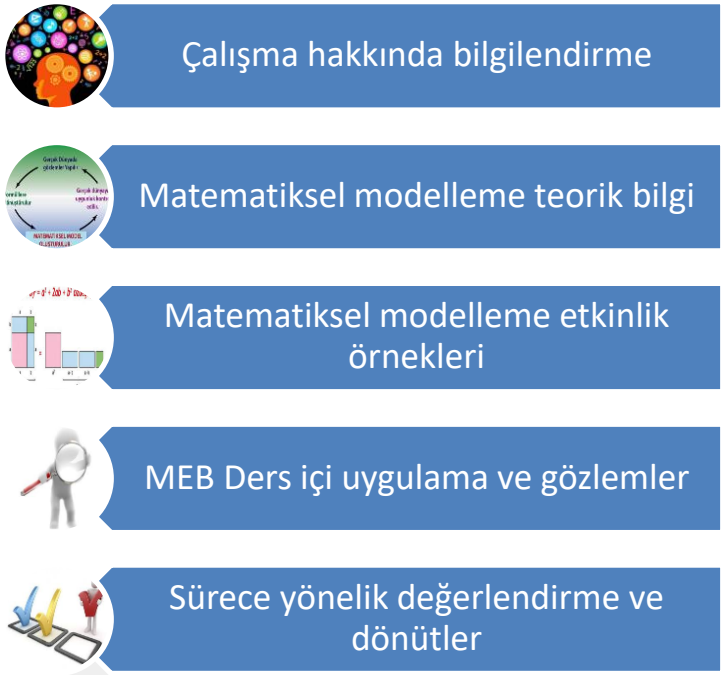
Öğrenme ortamı bütüncül yaklaşım benimsenerek oluşturulduğundan, ilk etkinliklerde matematiksel modelleme yeterliklerine ait deneyimler yaşatmak amacıyla bu yeterliklere uygun olarak hazırlanan yönergeler sık sık tekrar edilmiştir. İlerleyen etkinliklerde yönergeler yavaş yavaş azaltılmış ve öğretmenlerin yönerge olmaksızın bu yeterliklere özen gösterdiği ve yeterliklere ait beklenen durumları etkinliklerde kendiliğinden ifade ettikleri görülmüştür.

Veri Toplama Araçları ve Veri Toplama Süreci

Araştırmada nitel veri toplama araçlarından görüşme ve gözlem tekniklerinin yanında hazırlanan bilgi ve değerlendirme formları ve araştırmacıya ait alan notları kullanılmıştır. Görüşme tekniği, matematiksel modelleme öğretim sürecine dahil olan öğretmenlerin bireysel görüşmelerinin ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınarak verilerin toplanması şeklinde kullanılmıştır. Gözlem tekniği ise, matematiksel modelleme öğretim sürecinin ve öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarının video kamera ile kayıt altına alınarak gözlemlenmesi şeklinde kullanılmıştır. Araştırmanın veri toplama süreci aşağıdaki gibidir:

Pilot Uygulama

Yapılan pilot çalışma ile kullanılacak veri toplama araçlarının şekillendirilmesi, sürece yönelik eksiklerin tespit edilmesi ve tecrübe kazanılması amaçlanmıştır. Bu amaçla da pilot uygulama sürecinde bir devlet üniversitesinin 2017-2018 bahar dönemi *matematiksel modelleme* lisans dersini alan 16 matematik öğretmeni adayı ile çalışılmıştır ve 11 haftalık eğitim süreci aşağıdaki gibidir:



Çalışma grubunun son sınıf öğrencilerinden oluşmasının sebepleri matematiksel modelleme dersinin lisans programında yer alması ve öğretmenlik uygulaması ders kapsamında ders içi gözlemlerin yapılabilecek olmasıdır. Bu süreçte kullanılan veri toplama araçları ise aşağıdaki gibidir:

- Matematiksel modelleme bilgi formu

"Model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme nedir?" şeklinde dört sorudan oluşan bu form ile öğretmen adaylarının hem ön bilgileri alınmış hem de onlarda sürece yönelik farkındalık oluşturulmuştur. Pilot uygulama sonunda bu bilgi formunda herhangi bir değişikliğe gidilmemiş ancak verilen cevaplara bağlı olarak katılımcılarla yüz yüze görüşme yapılmasına karar verilmiştir.

- Matematiksel Modelleme Yeterliklerini Tespit Formu

Literatürde mevcut olan "Büyük ayak problemi, Obezite problemi, Büyük at yarışı problemi, Satranç tahtası problemi ve Tahta en iyi nereden görünür?" etkinlikleri öğretmen adayları tarafından çözülmüş ve çözümler yazılı olarak alınmıştır. Çözüm sürecinde öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini tespit etmek için Tablo 7'de verilen yeterlik ve yönergelerin bulunduğu bir form kullanılmış ve süreçteki gelişimleri araştırmacı tarafından takip edilerek yeterlikleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

- Öğretmen adayları tarafından oluşturulan matematiksel modelleme etkinliklerini değerlendirme formu

Matematiksel modelleme etkinlikleri, geleneksel problemlerden farklı olarak rutin olmayan gerçek yaşam durumlarını ele alan, kişilerin de bu durumu matematiksel olarak yorumlamasını, betimlenmesini ve formüle edilmesini gerektiren ve olası farklı çözümler

içeren problem durumları (Mousoulides, Sriraman & Christou, 2007; Lesh & Zawojewsky, 2007) olduğu için sahip olması gereken bazı prensip ve bileşenler bulunmaktadır. Her bir öğretmen adayı etkinliğini; planlama, etkinlik belirleme, yazma ve kontrol süreçlerini göz önünde bulundurarak oluşturmuş ve uzmanlar tarafından da etkinlikler bu süreçlere bağlı olarak değerlendirilmiştir. Pilot uygulama sürecinin ardından değerlendirmenin yalnızca uzmanlar tarafından değil, çalışma grubunda yer alan diğer katılımcılar tarafından da yapılmasına karar verilmiştir. Çünkü çalışma grubunda bulunan diğer öğretmenlerin dönütlerinin süreçte yer almasının hem kendi etkinlikleri açısından farkındalık oluşturacağı hem de süreçte etkin rol alacakları düşünülmüştür.

- Sürece yönelik genel değerlendirme formları

Yapılan matematiksel modelleme öğretim sürecinin ardından Korkmaz'ın (2014) oluşturduğu öğretim sürecine yönelik uygulanan etkinlikler ve kazanılması beklenen matematiksel modelleme yeterliklerine yönelik fikirlerin yazılı olarak alındığı değerlendirme formu revize edilmiş ve uzman görüşünün ardından pilot çalışmada kullanılmıştır. Pilot uygulama sonunda bu değerlendirme formunda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

- Matematiksel modelleme etkinliği hazırlama sürecine yönelik görüşme formu

Öğretmenler tarafından oluşturulan matematiksel modelleme etkinliklerinin hazırlama sürecine yönelik yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme soruları için Korkmaz'ın (2014) modelleme sorusunu geliştirme sürecine yönelik görüş alma formundan yararlanılmıştır.

- Ders içi gözlem formu

Öğretmenler tarafından oluşturulan matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf içi uygulamasında gözlem yapılırken, Blum ve Kaiser'ın (1997) belirlediği matematiksel modelleme yeterliklerine bağlı olarak Aydın-Güç (2015) tarafından oluşturulan analitik puanlama anahtarı dikkate alınmıştır. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikler detaylandırılarak hazırlanan ve *Ölçüt-0* ile *Ölçüt-3* arasında derecelendirilerek Aydın-Güç (2015) tarafından kullanılan analitik puanlama anahtarı, bu çalışmanın yarı-yapılandırılmış gözlem formunu oluşturmaktadır. Pilot uygulama esnasında video kamera ile kayıt altına alınan öğretmen adaylarına ait ders içi uygulamalar, gözlem formu olarak kullanılan analitik puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir. Araştırmacı dışında üç uzman tarafından da değerlendirilen gözlem verilerinin uyumluluğu, ikiden fazla sabit sayıda değerlendirici arasındaki karşılaştırmalı uyuşmanın güvenirliğini ölçen Fleiss Kappa Katsayısı ile belirlenmiştir. Tek bir öğretmen adayı için yapılan istatistiki işlemler sonucu $\kappa = .712$ olarak bulunmuştur. Bu ise değerlendirmeciler arası puanlamanın önemli derecede uyuştuğunu belirtmekte ve gözlem formunun amaca uygunluğunun yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu sebeple, pilot uygulama sonunda gözlem formunun kullanılabilir

olduğuna karar verilmiş ancak derecelendirme "Var, Kısmen, Yok" olacak şekilde değiştirilmiştir. Çünkü Aydın-Güç'ün (2015) analitik puanlama olarak kullandığı form bu çalışmada gözlem formu olarak kullanılmıştır. Dolayısıyla yeterlik ve alt yeterliklere ait durumların ortaya çıkması haline bağlı olarak derecelendirme yerine "Var, Yok ve Kısmen" ifadelerinin daha uygun olacağı tez izleme sürecinde kabul görmüştür.

- Ders içi uygulamalara yönelik görüşme formu

Öğretmenler tarafından gerçekleştirilen sınıf içi uygulamaların ardından öğretmenler ile değerlendirme görüşmeleri yapılmıştır. Matematiksel modelleme etkinliğinin derse ve sınıfa olan yansımaları üzerine yapılan bu görüşmelerde araştırmacı tarafından hazırlanıp iki uzman görüşü ile şekillendirilen yarı-yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Pilot uygulama sonunda bu görüşme formunda herhangi bir değişikliğe gidilmemiştir.

Pilot uygulama sonrası yapılan değişiklikler

- Pilot uygulamada katılımcılar öğretmen adayları olduğu için demografik bilgileri alınmamıştır. Ancak asıl çalışmada katılımcıları daha iyi tanımak ve tanımlamak adına demografik bilgi formu uygulanmıştır. Bu sayede katılımcılar daha detaylı olarak betimlenmiştir.
- Pilot uygulama sürecinde öğretmen adayların matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi için oluşturulan formun genel ifadeler içermesi; ancak her matematiksel modelleme etkinliğinin kendine özgü yapısından dolayı esas uygulamada bu form kullanılmamıştır. Bunun yerine her bir matematiksel modelleme etkinliği için yeterliklere bağlı olarak ölçütler oluşturulmuş ve o ölçütlerin gözlemlenmesine bağlı olarak süreç ilerlemiştir (Tablo 8).
- Pilot uygulama grubunun 16 kişi olması bireysel tespitleri zorlaştırmış, bu sebeple esas çalışmada daha az kişi ile çalışmaya karar verilmiştir. Pilot uygulama sonunda sürece yönelik daha fazla veri elde etmek için etkinlik çözümlerinin video kamera ile kayıt altına alınmasına karar verilmiştir.
- Pilot uygulamada kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinde değişiklikler yapılmış ve asıl uygulama sürecine dikkat ve ilgiyi daha fazla çekebilmek ve günümüz teknolojisinden de yararlanabilmek için sanal ve artırılmış gerçekliğin kullanılabilir olduğu etkinlikler dahil edilmiştir. Ayrıca uygulanan her etkinliğin ardından *etkinlik değerlendirme formları* asıl uygulamada kullanılmıştır.
- Asıl uygulamada matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamının değerlendirilmesi ve öğretmen yeterliklerinin belirlenmesinde

video kamera kayıtlarına destek olması amacıyla her ders için alan notları tutulmuştur. Alan notlarında araştırmacı öğrenme ortamında dikkatini çeken her şeyi not etmiştir.

Matematiksel modelleme hakkında teorik bilginin verilmesinin ardından, sınıf içi modelleme etkinliklerinin çözümü gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikler modelleme etkinliklerini tanımak, modelleme etkinliklerinin çözüm sürecini anlamak adına hazırlık etkinlikleri olarak öğretmen adaylarına tanıtılmış ve etkinlikler birlikte yorumlanmıştır. Ardından bireysel olarak çözüm yapmaları istenen "Büyük ayak problemi, Obezite problemi, Büyük at yarışı problemi, Satranç tahtası problemi ve Tahta en iyi nereden görünür?" etkinlikleri her hafta bir etkinlik olacak şekilde öğretmen adayları tarafından çözülmüştür. Öğretmen adaylarına bu süreçte matematiksel modelleme döngüleri hakkında bilgi verilmemiş ve kendilerinin etkinliğe yaklaşımları birebir görüşmeler yapılarak irdelenmiştir. Çözüm sürecinde vurguladıkları basamaklar bu görüşmelerin analizi ile tespit edilmiştir. Bunun amacı ise öğretmen adaylarını mevcut döngülerle sınırlandırmayıp, yeni bir döngü ortaya koyma fikrinden kaynaklıdır. Bu sayede öğretmen adaylarının genel olarak vurguladıkları basamakların, mevcut modelleme basamaklarının dışında ortak ifadeler olduğu göze çarpmış ve çalışma sonucunda yeni bir matematiksel modelleme döngüsü ortaya konmuştur. Öğretmen adaylarının görüşme verilerinin analiz sürecinde, çözüme ilişkin cevapları araştırmacı dışında matematiksel modelleme alanında çalışmaları olan bir uzman tarafından da incelenmiş ve ortak bir olgu oluşturulmuştur.

- Örnek olarak "Obezite problemi" ve "Büyük at yarışı problemi" ne yönelik çözüm süreci aşağıda verilmiştir.

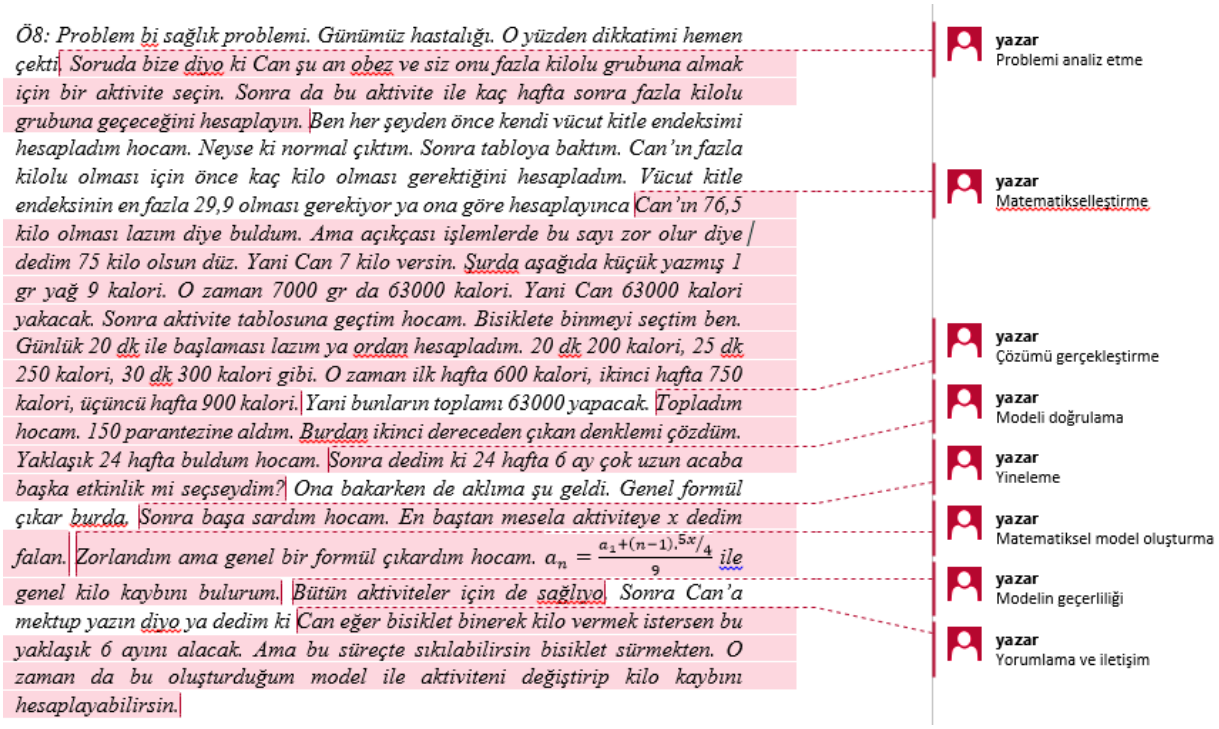
Obezite problemi her bir öğretmen adayı tarafından bireysel olarak çözülmüş ve ardından yapılan birebir görüşmelerdeki cevaplar içerik analizi ile kategorileştirilmiştir.

Tablo 10. *Obezite Probleminde Döngüye Ait Yanıtlar*

Kategoriler	**Öğretmen adayları**
Problemi analiz etme	Ö1, Ö2,Ö3,…, Ö15,Ö16
Matematikselleştirme	Ö1,Ö2,Ö3,…, Ö15,Ö16
Matematiksel model oluşturma	Ö1,Ö3,Ö4,Ö5,Ö7,Ö8,Ö11,Ö12,Ö13,Ö14,Ö15,Ö16
Çözümü gerçekleştirme	Ö1,Ö3,Ö4,Ö5,Ö7,Ö8,Ö11,Ö12,Ö13,Ö14,Ö15,Ö16
Modeli doğrulama	Ö1,Ö3,Ö4,Ö5,Ö7,Ö8,Ö11,Ö12,Ö13,Ö14,Ö15,Ö16
Yorumlama ve iletişim	Ö1,Ö4,Ö5,Ö7,Ö8,Ö12,Ö14,Ö15,Ö16
Yineleme	Ö3,Ö4,Ö8,Ö11
Modelin geçerliliği	Ö3,Ö5,Ö7,Ö8,Ö14,Ö15,Ö16

Tablo 10 incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamının problemi analiz etme ve matematikselleştirme basamaklarını çözümde ifade ettikleri görülmektedir. Matematiksel

model oluşturma, çözümü yapma ve modeli doğrulamaya dair ifadeleri ise aynı öğretmen adaylarının dile getirdiği göze çarpmaktadır. Yorumlama ve iletişim 9 öğretmen adayı tarafından, modelin geçerliliği 7 öğretmen adayı tarafından ve modelleme sürecine ait basamaklarından yeniden geçme anlamında kullanılan yineleme ifadesi ise 4 öğretmen adayı tarafından dile getirilmiştir. Aşağıda örnek olarak tüm kategorilerle ilgili açıklamalar yapan Ö8 kodlu öğretmen adayına ait diyalog ve analizi verilmiştir.

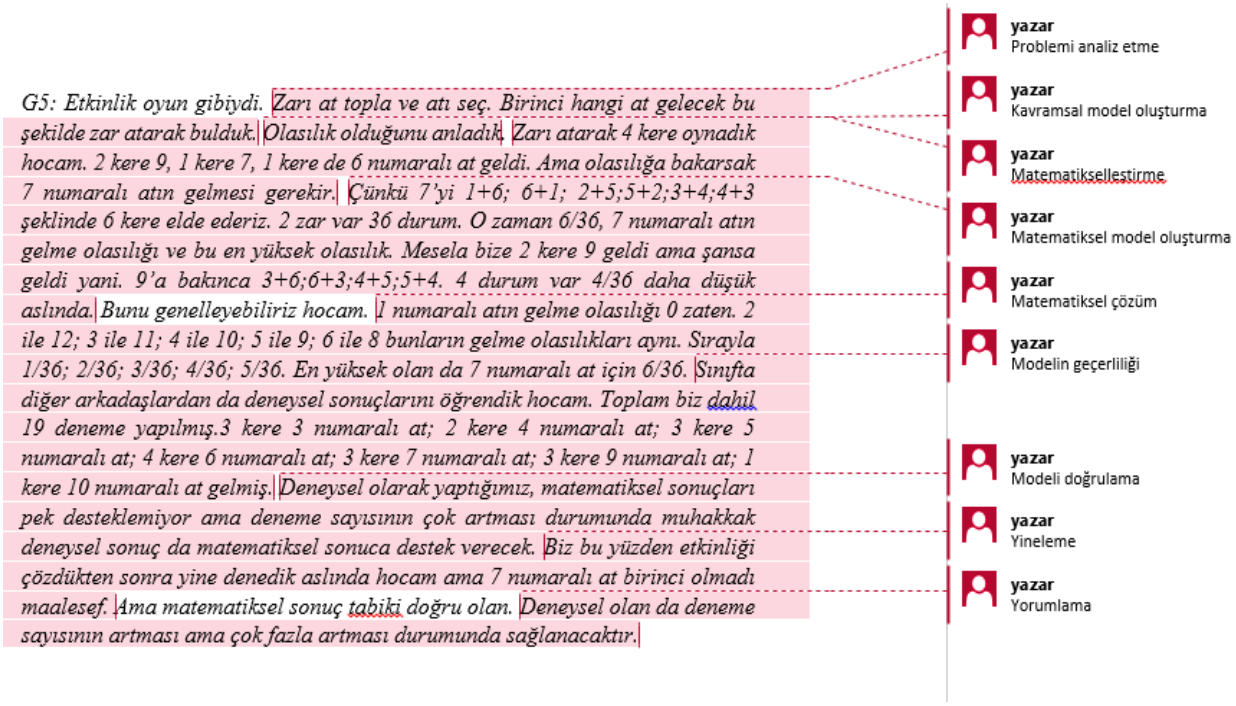


Büyük at yarışı problemi, etkinliğin doğası gereği 3'er kişilik 4 grup ve 4 kişilik 1 grup olacak şekilde grup çalışması şeklinde çözülmüştür. Zar atılarak öncelikle deneysel bir çözüm gerçekleştirilmiş, ardından matematiksel olarak sonuca varılarak süreç tamamlanmıştır. Ardından gruplarla görüşmeler yapılarak cevaplar içerik analizi ile kategorileştirilmiştir.

Tablo 11. *Büyük At Yarışı Probleminde Döngüye Ait Yanıtlar*

Kategoriler	**Öğretmen adayları**
Problemi analiz etme	G1,G2,G3,G4,G5
Kavramsal model oluşturma	G2,G4,G5
Matematikselleştirme	G1,G2,G3,G4,G5
Matematiksel model oluşturma	G1,G5
Çözümü gerçekleştirme	G1,G2,G3,G4,G5
Modelin geçerliği	G1,G5
Modeli doğrulama	G1,G3,G5
Yorumlama	G1,G2,G4,G5
Yineleme	G5

Tablo 11 incelendiğinde grupların tamamının problemi analiz etme, matematikselleştirme ve çözümü gerçekleştirme basamaklarını ifade ettikleri görülmektedir. Matematiksel model oluşturma ve modelin geçerliğini test etme basamaklarına G1 ile G5'in değindiği, yineleme basamağını ise sadece G5'in dile getirdiği göze çarpmaktadır. Yorumlama basamağına sadece G3'ün değinmediği tespit edilirken, modeli doğrulama basamağına üç grubun değindiği Tablo 11'de görülmektedir. Aşağıda örnek olarak tüm kategorilerle ilgili açıklamalar yapan G5 kodlu gruba ait diyalog ve analizi verilmiştir.

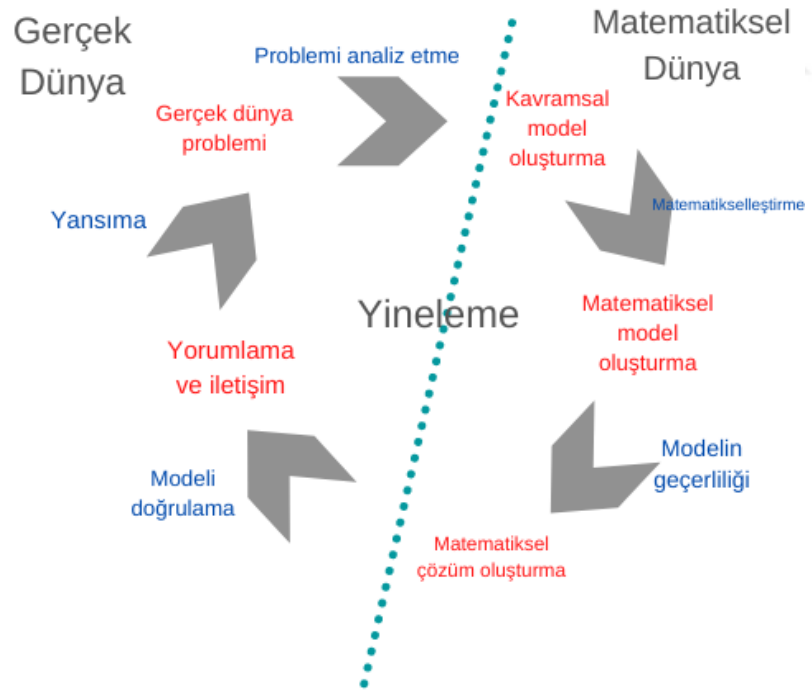


Öğretmen adaylarının pilot uygulama sürecindeki tüm matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümünün ardından verdiği yanıtlar genelleştirildiğinde, genel olarak etkinlik çözüm sürecinde aynı aşamalardan geçerek sonuca ulaştıkları görülmüştür. Bu aşamalar aşağıdaki şekilde düzenlenmiş ve açıklanmıştır.

- Problemi analiz etme: Sürecin başlangıcında problem durumuna konu olan sorun analiz edilir ve "Gerçekten önemli olan nedir?" sorusuna cevap aranır.
- Kavramsal model oluşturma: Bireylerin problemi analiz ettikten sonra, matematik dünyasına ilk geçişi olarak tanımlanan bu adımda, problemin matematiksel çözümü için ilk düşünülen matematiksel kavramlar ve ifadelerdir.
- Matematikselleştirme: Oluşturulan kavramsal modeli destekleyecek şekilde, çözüm için matematiksel değişkenlerin, parametrelerin belirlenmesidir.
- Matematiksel model oluşturma: Matematiksel bir modelin ortaya konulmasıdır.
- Modelin geçerliliği: Kullanılan matematiksel modelin, matematiksel olarak test edilmesi ve gerekli durumlarda uyarlanmasıdır.

- Matematiksel çözümün gerçekleştirilmesi: Problem durumunun matematiksel olarak çözümünün yapılmasıdır.
- Modeli doğrulama: Kullanılan matematiksel model veya çözümün, uygulama gereksinimlerine göre gerçek dünyada test edilmesi ve uyarlanmasıdır.
- Yorumlama ve iletişim: Matematiksel dünya ile gerçek dünya arasındaki ilişkinin yorumlanması ve problem sahibi ile etkileşim varmış gibi en ideal çözümün tespit edilmesidir.
- Yansıma: Problem durumuna ait çözümün tamamlanmasının ardından, tüm sürecin yeniden değerlendirilmesidir. "Kullanılan modeller başka ne tür gerçek yaşam problemlerinin çözümünde uygulanabilir?", "Modelin geçerliliği ve doğrulaması aşamasında ne gibi revizyonlar gerekti?" gibi sorulara cevap aranması olarak düşünülebilir. Bu sayede matematiksel modelin kullanışlılığı da artacaktır.
- Yineleme: Modelleme döngüsünden bir kereden fazla geçilebileceği algısının oluşturulmasıdır.

Gerçek yaşamda var olan problem durumunun yukarıdaki aşamalar göz önüne alınarak çözüldüğü sürecin sonunda döngü aşağıda araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur.



Asıl Uygulama

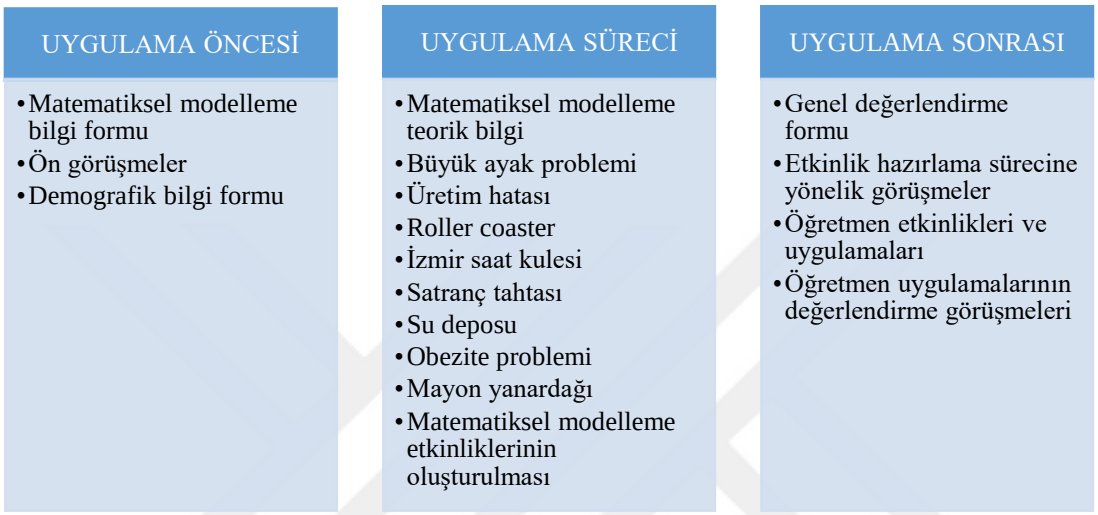
Asıl uygulama için veri toplama sürecine ait çalışma takvimi Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. *Çalışma Takvimi*

Hafta	İçerik	Notlar
1.Hafta (12.10.2018)	Katılımcıların belirlenmesi	Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme-I lisansüstü dersini alan 16 öğretmen ile görüşmeler yapılarak 6 kişilik çalışma grubu oluşturulmuştur. Ardından döneme ait bilgiler verilerek sürecin nasıl olacağı hakkında konuşulmuş ve gönüllülük sözleşmesi imzalatılmıştır.
2.Hafta (19.10.2018)	Matematiksel modelleme bilgi formu ve ön değerlendirme formunun uygulanması	Çalışma grubunda yer alan öğretmenlere ilk olarak ön bilgi formu uygulanmış, bu sayede hem öğretmenlerin matematiksel modelleme hakkında ne kadar bilgi sahibi oldukları görülmüş hem de sürece yönelik farkındalık oluşturulmuştur. Ardından 3 hafta sürecek olan teorik bilgi kısmına geçilmiş ve öğretmenlere matematiksel modellemenin Türkiye ve diğer birkaç ülke müfredatlarındaki yerinden bahsedilmiştir.
3.Hafta (26.10.2018)	Teorik bilgi verilmesi	"Matematiksel modelleme nedir, matematiksel modelleme etkinliği oluşturulurken dikkat edilmesi gerekenler nedir?" üzerinde durulmuş ve öğretmenlerin önceki hafta verdikleri cevaplar tartışılmıştır.
4.Hafta (02.11.2018)	Teorik bilgi verilmesi	Matematiksel modelleme sürecine ait aşamalar örnek etkinlik üzerinden incelenmiş ve ardından PISA sorularından olan "Döner Kapı" etkinliği çözülmüştür.
5.Hafta (09.11.2018)	Büyük Ayak Problemi ve Üretim Hatası etkinliğinin çözülmesi	Materyal gerekliliği öğretmenler tarafından farkedildi (Cetvel, hesap makinesi, matematiksel yazılım program)
6.Hafta (16.11.2018)	Roller Coaster etkinliğinin çözülmesi	3D gözlük ile roller coaster deneyimi yaşatıldı. Ardından etkinlik çözümüne geçildi. (Sanal Gerçeklik) Grup çalışması yapıldı.
7.Hafta (07.12.2018)	İzmir Saat Kulesi etkinliğinin çözülmesi	Cardboard gözlük ile İzmir Saat kulesi izlendi. Soru çözümünde gözlük ve cetvelden yararlanıldı.
8.Hafta (14.12.2018)	Satranç Tahtası etkinliğinin çözülmesi	Soru çözümünün ardından etkinliğe ait bir rivayet içeren ve çözümü sunan bir video izlendi.
9.Hafta (21.12.2018)	Su Deposu etkinliğinin çözülmesi Öğretmen etkinlik dönütleri	Grup çalışması ile etkinlik çözümü gerçekleştirildi. Ardından somut materyal ile çözümler üzerine yansımalar yapıldı.
10.Hafta(28.12.2018)	Obezite Problemi etkinliği çözüldü. Öğretmen etkinlik dönütleri	Grup çalışması ile etkinlik çözümü gerçekleştirildi.
11.Hafta (04.01.2019)	Mayon Yanardağı etkinliği çözüldü. Öğretmen etkinlik dönütleri	Artırılmış gerçeklik ile bir yanardağın patlama sahnesi görüntülendi. Ardından grup çalışması ile etkinlik çözüldü.
08.01.2019	Ö1.-Köprüköy/Erzurum Gözlem	Öğretmen tarafından oluşturulan "Nasıl sağlıklı beslenirim?" etkinliği çözüldü.
14.01.2019	Ö4.- Merkez/Erzurum; Ö2.-Yeniköy/Aşkale Gözlem	Öğretmen tarafından oluşturulan "Ar-Ge"/ "Bakteri problemi"etkinliği çözüldü.
15.01.2019	Ö5.-Merkez/Ağrı; Ö3.-Kağızman/Kars Gözlem	Öğretmen tarafından oluşturulan "Okulumuz İzleniyor"/ "Nasıl Seyahat Etmeliler?" etkinliği çözüldü.

Tablo 12'de görüldüğü gibi asıl uygulama iki hafta çalışma grubunda yer alacak öğretmenlerin belirlenip ön bilgilerinin tespit edilmesi, iki hafta matematiksel modellemeye ait teorik bilginin verilmesi, yedi hafta matematiksel modelleme etkinliklerinin çözülerek öğretmenlerin modelleme yeterliliklerinin tespiti ve ardından öğretmenlerin ders içi gözlemlerinin yapılması şeklinde 13 hafta sürmüştür.

Asıl uygulama; uygulama öncesi, uygulama süreci ve uygulama sonrası şeklinde olup bu üç aşama daha detaylı olarak aşağıda açıklanmıştır.



Uygulama Öncesi

Uygulama öncesinde "Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme-I" lisansüstü dersini alan 16 öğretmen ile bir araya gelinmiş ve tez çalışmasından bahsedilerek gönüllü katılım sağlayacak 6 öğretmen belirlenmiştir. Belirlenen 4 kadın 2 erkek öğretmenden oluşan çalışma grubundan öncelikle verilen demografik bilgi formunu doldurmaları istenmiştir. Bu sayede öğretmenlerin daha önceden matematiksel model ve modelleme hakkında bilgi sahibi olup olmadığı, yeni yaklaşım ve yöntemlere yönelik görüşü gibi bilgiler elde edilmiş ve çalışma grubu daha iyi tanınmıştır. Ardından matematiksel modelleme bilgi formu verilerek matematiksel modellemeye yönelik hem ön bilgileri alınmış hem de sürece yönelik farkındalık oluşturulmuştur. Sonraki hafta matematiksel modelleme bilgi formuna verdikleri cevaplara bağlı olarak 6 öğretmen ile de aynı gün ön görüşmeler yapılmış ve bu görüşmeler yaklaşık 10-15 dakika sürmüştür. Yapılan ön görüşmelerde öncelikle öğretmenlere matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim alıp almadıkları sorulmuş, yalnız ikisinin lisans eğitiminde farklı bir ders kapsamında bu kavramı duydukları belirlenmiştir.

Pilot uygulama sonrası matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi sahibi olabilecekleri ve yöntemi uyguluyor olma ihtimalleri göz önünde bulundurularak ders içi etkinlik çözümü yapmaları ön görülmüştür. Şöyle ki, eğer öğretmenler matematiksel

modellemeyi derslerinde uyguluyor iseler bu gözlem ile doğru uygulayıp uygulamadıkları belirlenecek ve öğretim süreci sonunda da gelişimleri tespit edilecekti. Ancak matematiksel modelleme ile ilgili yapılan yüz yüze görüşmeler ve uygulanan bilgi formu sonrasında hiçbir öğretmenin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi sahibi olmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple uygulama öncesi öngörülen matematiksel modelleme etkinlik çözümüne dair ders içi gözleme gerek kalmadığı sonucuna varılmıştır.

Uygulama Süreci

Uygulama sürecine öncelikle matematiksel modelleme hakkında teorik bilgi verilmesiyle başlanmıştır. 6 öğretmenin katılımıyla başlayan bu üç haftalık sürecin sonunda öğretmenlerden biri çalışma grubundan kendi isteğiyle ayrılmıştır. Ardından haftalık matematiksel modelleme etkinlik örnekleri çözülmeye başlanmış ve bu süreç video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Her etkinlik sonunda etkinliğe yönelik değerlendirme formları dağıtılmış ve bu formları bireysel olarak cevaplandırmaları istenmiştir. Tartışma ortamı oluşturularak gerçekleştirilen etkinlik sonu konuşmalar her bir etkinlik için yaklaşık 10-15 dakika sürmüştür.

11 haftalık sürecin 6. haftasında öğretmenlerden birer matematiksel modelleme etkinliği oluşturmaları istenmiş ve onlara iki haftalık bir zaman tanınmıştır. Oluşturulan etkinlikler araştırmacı ve matematiksel modelleme konusunda çalışmaları olan bir matematik eğitimi uzmanı tarafından incelenmiş ve matematiksel modelleme etkinliklerine ait prensipler dikkate alınarak öğretmenlere gerekli dönütler verilip hataların düzeltilmesi istenmiştir. Düzeltilen etkinlikler çalışma grubuna sunulmuş ve öğretmenler birbirlerinin etkinliklerine dönütler vermişlerdir. Bir aylık bir süreçte son halini alan matematiksel modelleme etkinlikleri öğretmenler tarafından kendi sınıf ortamlarında uygulanmıştır.

Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Öğrenme Ortamında Uygulanması

İzmir Saat Kulesi

7. haftada çözümü gerçekleştirilen İzmir Saat Kulesi etkinliği öğretmenlere verilmeden önce cardboard gözlükler dağıtılmış ve öğretmenlerden bu gözlüğü kurmaları istenmiştir. Kısa süre içerisinde gözlüğün kurulumunu yapan öğretmenler, öğrencilerinin de yapabileceğini ve yaparken de çok eğlenceli olabileceğini ifade etmişlerdir. Ardından etkinlik çözümünde kullanılmak üzere her bir öğretmenin cep telefonuna gerekli uygulama indirilmiş ve etkinlik kağıtları dağıtılmıştır. Öğretmenler bireysel olarak etkinliği incelemiş; çözüm aşamasında cetvel ve cardboard gözlükten yararlanmışlardır.

Şekil 9. *İzmir Saat Kulesi Etkinliğinin Çözüm Süreci*



Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen etkinlik çözümünün ardından öğretmenlere birer etkinlik değerlendirme formu verilmiş ve yazılı olarak etkinlik hakkındaki görüşleri alınmıştır.

Öğretmenlerin Oluşturduğu Matematiksel Modelleme Etkinliklerine ait Öğrenme Ortamında Verilen Dönütler

Alan yazında karşılaşılan matematiksel modelleme etkinlikleri belirli prensiplere sahip olacak şekilde tanımlanmış rutin olmayan etkinliklerdir. Bu sebeple öğretmenlerin oluşturduğu etkinlikler, matematiksel modelleme prensipleri (Lesh vd. 2000) göz önünde bulundurularak araştırmacı ve matematiksel modelleme alanında çalışmaları bulunan bir uzman tarafından değerlendirilmiş ve buna bağlı dönütler verilmiştir.

Şekil 10. *Etkinlik Tasarlama Sürecinde Uzman Dönütleri*



Matematiksel modelleme öğretim sürecinin 6. haftasında öğretmenlere oluşturmaları gereken matematiksel modelleme etkinlikleri hatırlatılmış ve iki haftalık bir zaman verilmiştir. 8. haftada öğretmenler kendi oluşturdukları matematiksel modelleme etkinliklerini araştırmacıya teslim etmişlerdir. Araştırmacı ve bir uzman tarafından bahsi geçen prensiplere göre incelenen etkinlikler 9. haftada sınıfa götürülmüş ve çalışma grubunda yer alan öğretmenlerin de birbirlerinin etkinliklerini incelemeleri istenmiştir. Her bir öğretmen öncelikle kendi oluşturduğu etkinlik tasarlama sürecinden bahsetmiş ardından oluşturduğu

etkinliği çalışma ortamında sunmuştur. Projeksiyon ile herkesin aynı anda görmesi sağlanan etkinlikler, önce öğretmenlerin kendi aralarında, ardından da araştırmacıların verdikleri dönütlerle incelenmiştir.

Öğretmenlerin Oluşturduğu Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sınıf içi Uygulaması

Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak oluşturulan öğrenme ortamında tamamlanan sürecin ardından, öğretmenlerin kendi oluşturduğu etkinlikleri kendi sınıf ortamlarında uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama süreci araştırmacı tarafından yarı-yapılandırılmış gözlem formu ile gözlemlenmiş; veri kaybı oluşmaması ve bir uzman tarafından da incelenebilmesi açısından süreç video kamera ile kayıt altına alınmıştır.

Verilerin Analizi

Analiz sürecine farklı yöntemler kullanılarak elde edilen verilerin, düzenlenmesi ile başlanmıştır. Öğretmenlere ait çalışma sürecindeki yazılı görüş alma formları, öğrenme ortamında uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerine ait öğretmen cevapları, alan notları, video kamera ve ses kayıtları gibi veri kaynakları elektronik ortama aktarılıp kopyalanmıştır. Veri kaynaklarının tamamı nitel veriler içerdiğinden, bu çalışmada nitel veri analizi yapılmıştır. Nitel analiz yapılırken veriler, veri toplama sürecine uygun olarak sırayla ve tek tek analiz edilmiştir.

Çalışmanın amacı matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini araştırmak olduğundan, kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin de beklenen yeterliklere hitap ediyor olması gerekmektedir. Bu sebeple öğretmenlere uygulanan her bir etkinlik, çalışma öncesinde araştırmacı ve matematiksel modelleme alanında çalışmaları olan iki uzman tarafından değerlendirilmiş ve her birinin tüm yeterliklerin gözlenmesine imkan verdiği tespit edilmiştir.

Veri analiz sürecine öncelikle uygulama öncesinde öğretmenlerin cevaplandırdığı matematiksel modelleme bilgi formunun analizi ve buna bağlı olarak gerçekleştirilen görüşmelerin transkripti ile başlanmıştır. Transkriptler araştırmacı tarafından uygulama sürecine geçmeden oluşturularak incelenmiş ve öğretmenlerin matematiksel modelleme konusunda bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir. Bu değerlendirmenin uygulama sürecinden önce yapılmasının nedeni öğretmenlerin başlangıçtaki matematiksel modelleme yeterliklerini tespit etmek amacıyla yapılması ön görülen matematiksel modelleme etkinlik çözümüne dair ders içi gözleme gerek olup olmadığının ortaya konulmasından dolayıdır.

Uygulama sürecinde öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerini tespit etmek amacıyla, etkinlik çözüm sürecinde araştırmacı öğrenme ortamında dikkatini çeken her şeyi not almıştır. Alan notları, zenginleştirilmiş öğrenme ortamının değerlendirilmesi ve öğretmen yeterliklerinin belirlenmesinde video kayıtlara destek olması amacıyla her ders için tutulmuştur. Araştırmacı tüm uygulama süresince öğrenme ortamının işlevselliği, dersin gidişatı, etkinliklerin çözüm süreçleri, öğretmen tutumları gibi konular hakkında önemli bulduğu her şeyi not etmiştir. Bunun yanında her derste modelleme yeterlikleri için belirlediği sonuçları yazmış, ardından video kamera ile kayıt altına alınan ders süreci ile karşılaştırmalar yapmıştır. Matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkması beklenen öğretmen yeterliklerinin sadece çözümler incelenerek belirlenebilmesi zordur. Çünkü matematiksel modelleme sürecinde ortaya konulan birçok yeterlik çözüm sürecini etkilediği halde, çözümde sadece matematiksel modeller yer almaktadır. Bu sebeple "matematiksel modelleme yeterlikleri" nin belirlenmesi sürecinde alan notları ile desteklenen gözlem verileri Ek 1' de verilen durumlar göz önünde bulundurularak araştırmacı ve matematiksel modelleme alanında çalışmaları olan bir uzman tarafından analiz edilmiştir. Modelleme yeterliklerinin tespiti sonucunda tek bir etkinlikte fikir ayrılığına düşülmüş, ardından tartışmalar yapılarak görüş birliğine varılmıştır. Bu fikir ayrılığı "Üretim Hatası" etkinliğinde yer alan A yeterliği için oluşmuştur. Bu etkinlikte A yeterliğinden beklenen *değişkenler arası bir ilişki arama* ve *hatalı seriyi tahmin etme (model oluşturma)* şeklindedir. Uzmanlardan biri gözlem sonucu öğretmenlerin A yeterliğine sahip olmadıklarını; diğeri ise A yeterliğine sahip olduklarını belirlemiştir. Neden A yeterliğine sahip olunduğu tartışıldığında ise uzmanlardan ilkinin öğretmenlerin sadece verilen ve istenilen durumları ifade ettiğini, bunun ise A yeterliği için ölçüt olmadığını; diğeri ise değişkenleri ifade edip arasında ilişki kurmaya çalıştıklarını dolayısıyla A yeterliğine sahip olabileceklerini ifade etmiştir. Ardından ölçütler yeniden gözden geçirildiğinde öğretmenlerin A yeterliğine sahip olmadığı yönünde fikir birliği oluşmuştur. Uygulanan her etkinlik sonunda öğretmenlere "etkinlik değerlendirme formu" uygulanmış ve verdikleri cevaplar diğer verileri desteklemek çin kullanılmıştır.

Uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından ise öğretmenlere öğretim sürecini değerlendirmeleri için *matematiksel modelleme öğretim sürecine yönelik değerlendirme formu* verilmiş ve yazılı şekilde alınan cevaplar süreçte toplanan verileri desteklemek için betimsel olarak analiz edilmiştir. Ayrıca uygulama sürecinde öğretmenlerin birer matematiksel modelleme etkinliği oluşturmaları istendiğinden, etkinlik oluşturma sürecinde yaşadıkları durumları tespit etmek amacıyla yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlerin verdikleri cevaplar transkript edildikten sonra metin baştan sona dikkatlice okunmuş ve cevabı betimleyen kodlar oluşturulmuştur. Ardından bütün kodlar listelenmiştir.

Öğretmenlerin oluşturdukları etkinlikleri sınıflarında uygulama süreçleri yarı yapılandırılmış gözlem formu ile araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. Veri kaybı yaşanmaması ve tekrardan değerlendirme şansı oluşturmak adına ders video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Gözlem formu, gözlem sürecinde alınan notlar ve video kamera kayıtları eş zamanlı göz önünde bulundurularak öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterlikleri araştırmacı dışında bir uzman tarafından da değerlendirilmiştir. Fikir ayrılığına düşülen kısımlarda ise tartışılarak görüş birliği oluşturulmuştur. Örneğin, "Öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemek için kullanılan gözlem formunda, A yeterliğine bağlı olarak incelenen *problemi günlük hayat ile ilişkilendirme* alt yeterliği için araştırmacı sınıf ortamında gözlemlenme değerlendirmesi 'Var'; uzman ise sınıf ortamında gözlemlenme değerlendirmesini 'Kısmen' olarak işaretlemiştir. Gözlem formunda yer alan açıklamalar incelendiğinde ise araştırmacının günlük hayat ile ilişkili olarak verilen örnekleri not ettiği; uzmanın ise sınıfta kullanılan örnekler dışında verilebilecek olası örnekleri not ettiği görülmüştür. Bu maddeyi bu şekilde işaretleme nedeni uzmanla tartışıldığında *problemi günlük hayat ile ilişkilendirme*nin matematiksel modellemenin en önemli noktası olduğunu, dolayısıyla verilen örneklerin yetersiz kaldığını ifade etmiştir. Derste alınan video kayıtlar ve notlar yeniden incelendiğinde verilen örneklerin yetersiz kaldığı için araştırmacı seçimini değiştirmiş ve görüş birliğine varılmıştır." Gözlem formuna bağlı olarak betimsel analiz yapılan verileri desteklemek için doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Ö1 kodlu öğretmenin ders gözlemi ve buna bağlı veri analizi örnek olarak aşağıda detaylı şekilde sunulmuştur.

A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği

A1. Problemi günlük hayat ile ilişkilendirme

Naz: Problem ilgi çekiciydi. Hatta ben çözerken **kendim için de baktım yani.**

Yağmur: Bizim yaşımızdakilere ait bilgiler olduğu için bizim yapmamız gerekenleri de öğrendim. Eğlenceliydi.

…..

İbrahim: Menüler bize göre şekillendi. Akşam yemeğinde sindirim daha rahat olsun diye mesela akşamları az yemeli. O yüzden ben öğle fazla yesin dedim.

…..

Berkant: Hocam bence akşam çok yemeli. Gece boyunca belki 10 saat bişe yemiyoruz. Ben o yüzden akşamları çok yiyorum.

….

Berkant ve İbrahim: Günlük kalori ihtiyacını belirlemek için internete girdim, araştırdım ki ne kadar kalori lazım bize bir günde.

A2. Problem durumunu sadeleştirme

Öğrt: Problemi inceleyip geldiniz. Bize problemi özetleyecek biri var mı?

Naz: Uğraştırıcı bir soru. Tek tek herşeyin karbonhidratına, proteinine bakmak uğraştırıcıydı. Zaman alıcıydı.

Öğrt: Peki problemin konusu neydi?

Naz: Günlük yemek menüsü yapmaktı hocam. Ama kalorisine dikkat ederek.

A3. Durumu etkileyen verileri belirleme ve bunları isimlendirme

Öğrt: Problemi çözerken hangi verileri kullandınız?

Yağmur: Günlük kalori formülünü

Öğrt: Peki soruda günlük kalori ile ilgili bişey yazıyo mu?

Yağmur: Kalori, protein ve karbonhidrat oranlarını biz bulacaktık. Yani bu verilerden yararlandım. Nasıl yaptığımı anlatayım mı?
Öğrt: Hangi verileri kullanarak yaptığını anlatabilirsin.
Yağmur: Mesela kilosunu kullandım, boyundan yararlandım. Yaşından yararlandım.
Öğrt: Peki bunu ne için kullandın?
Yağmur: Kalori için.

A4. Durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme
Öğrt: Proteini kullanan var mı, proteini hesaplayan? Proteinle ilgili neler yaptınız?
Hatice: Protein kilosunun 0.8 ile çarpılması ile bulunduğu için 51 ile 0,8 i çarptım o da 40,8 yapıyo.
Öğrt: Peki herkes 40,8 buldu mu?
İbrahim: Öğretmenim ben başlarda 40,8 i az bulup 408 aldım.
Öğrt: Neden az buldun peki?
İbrahim: 40 gr yani az gibi geldi bana.
Öğrt: Yani verilen formül sana yanlış olabilir gibi mi geldi?
İbrahim: Evet.
Öğrt: Yani vücudumuz için 40,8 sana az geldi, anladım.

A5. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma
Öğrt: Başka neler yaptınız?
Şevval: Orantı kurdum hocam.
Öğrt: Nasıl bi orantı kurdun?
Şevval: Burda demiş ki hocam 60 kg ağırlığındaki birisi 160 gr karbonhidrat almalı. 51 kg ağırlığındaki Zeynep için kaç gr dır orantı kurdum. 137,5 gr.
Öğrt: Oran kurarak yaptın yani.

A6. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme
Öğrt: Peki şu besin tablosunu oluştururken, hani size bi tablo verilmiş değil mi? Gıdaların değerleri var. İşte kalori olsun, karbonhidrat, yağ, protein. Ondan nasıl yararlandınız? Ne yaptınız kim anlatmak ister.
Hatice: Hocam şimdi burda 100 gr a göre kaloriyi, proteini falan vermiş. Ben ilk önce bunlardan bir öğünde ne kadar yiyebileceğini düşündüm. (05.22)
Öğrt: Tamam. Günlük hayatı mı kıyasladın yani?
Hatice: Evet. Bir insan bir öğünde ne kadar yiyebilir diye düşündüm. Ona göre de hocam oran-orantı şeklinde yaptım. Mesela zeytin diyelim hocam. Zeytinde kalorisi için 200 yazıyor, protein 1.8, karbonidratta 1.1 . Zeytinden bence bir insan bir öğünde 100 gr yiyemez. O yüzden bunu azalttım.
Öğrt: Sen sabah kahvaltısı için mi düşündün?
Hatice: Evet.
Öğrt: Peki kaç gr yer diye düşündün?
Hatice: Hocam ben 10 gr yer diye düşündüm.
Öğrt: Öyle bi tahmin yaptın. Hmm anladım.
Hatice: Sonra hocam hesapladım. 100 gr da 207 ise 10 gr da ne kadardır diye. Hepsi için böyle yaptım.
Öğrt: Zeytini başka seçen oldu mu başka kullanan? Kaç gr kullandın mesela Şevval?
Şevval: Hocam ben de 10 gr aldım.
Berkant: 40 gr yaptım hocam ben.
Öğrt: Yani bi insanın 40 gr yiyebileceğini düşünerek yaptın.
Berkant: Ben yerim hocam mesela.

A7. Problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme.
Öğrt: Peki başka neleri kullandınız sabah kahvaltısı için? Zeytin dışında.
Canan: Peyniri kullandım. Yağlı peyniri.
Öğrt: Neden yağlıyı tercih ettin yağsızı değil?
Canan: Hocam o daha çok yararlıdır diye düşündüm.
Öğrt: Peki daha çok yararlıdır kanısına nasıl ulaştın?
Canan: **Protein daha fazla.**
Öğrt: Protein yüksekse daha yararlıdır diye düşündün, anladım.

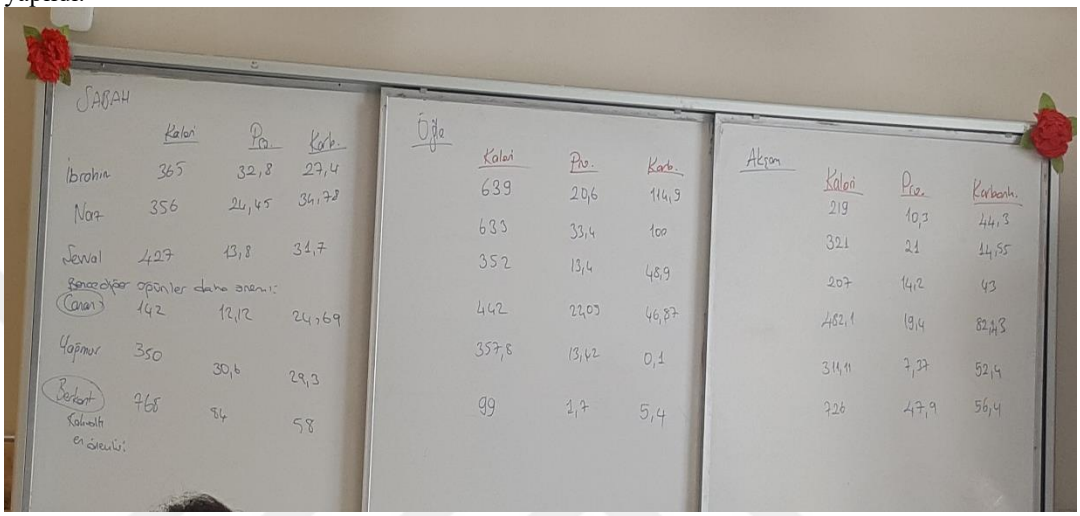
B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği
B1. İlgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme

Farklı menüler oluşturularak; farklı kalori, karbonhidrat ve protein değerleri belirlendi. Oran-orantı kullanılarak matematiksel ilişkiler kuruldu.

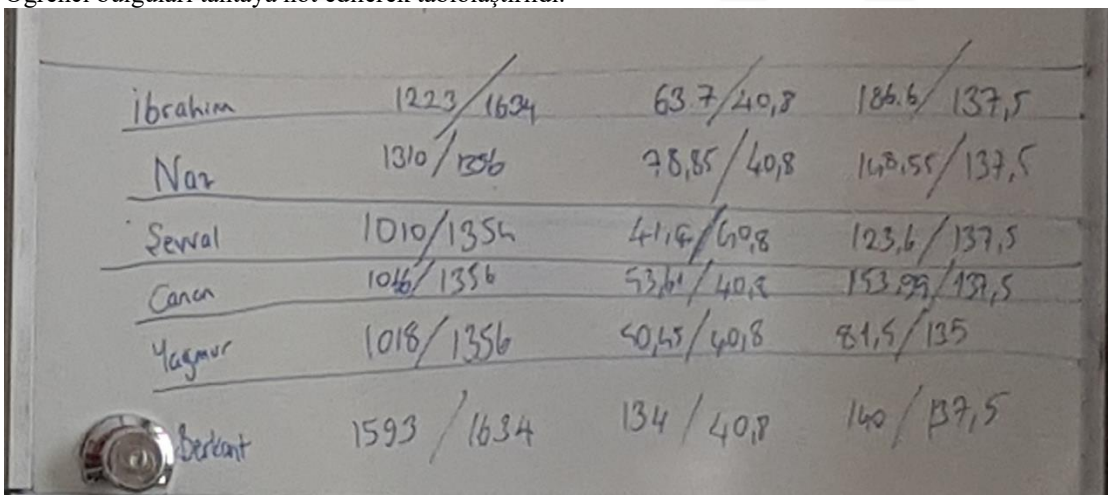
B2. İlgili nitelik/ nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme
Oluşturulan menünün kalori, karbonhidrat ve protein değerlerinin hesaplanması.

B3. Gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme
Probleme yönelik veriler fazlaydı. Bu sebeple sadece öğrenci tarafından oluşturulan menüler üzerinden dönütler verildi.

B4. Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme
14 öğrenciden sadece 6 sına ait veriler tahtaya not edilerek tüm sınıfla birlikte karşılaştırmalar yapıldı.



B5. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme
Öğrenci bulguları tahtaya not edilerek tablolaştırıldı.



C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği

C1. Buluşsal stratejiler kullanma
Tek bir doğru ya da tek bir çözüm olmadığı öğrenciye hissettirildi. Sonuca öğrencinin varması ve kıyaslamaları öğrencinin yapması istendi.

C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma
Öğrenciler tarafından oran-orantı kullanıldığı ifade edildi.

D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği

D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama
Havva: Öğretmenim ben ekmeği buğdaylı tercih ettim.
Öğrt: Peki neden çavdarlı değil de buğdaylı? İkisinin de proteini aynı.
Havva: Öğretmenim kalorisi biraz daha fazla ya ben buğdayın o yüzden daha sağlıklı olduğunu

düşündüm.
Öğrt: Peki genel olarak kalorisi daha az mı daha çok mu tercih edildi?
Sınıf: Az.
İbrahim: Hayır çok.
Öğrt: Peki sen niye kalorisi daha çok olsun istedin?
İbrahim: Bence daha fazla enerji harcayabilmesi için daha fazla kalori alması gerekir.
Öğrt: Günlük enerji ihtiyacını karşılayabilmesi için daha kalorili mi yemesi gerekir yani?
İbrahim: Evet hocam.
….
Öğrt: Peki menünüzü oluştururken proteini mi daha çok önemsediniz kaloriyi mi karbonhidratı mı?
Naz: Hocam ben kaloriyi dikkate aldım. Çünkü protein karbonhidrat fazla ya da az olsa da bise olmaz ama kalori kilo yapan bişey ya o yüzden kalori sınırı geçmezse daha iyi olur diye düşündüm.

…
Öğrt: Canan demişti ki bence diğer öğünler kahvaltıdan daha önemli. Berkant da dedi ki kahvaltı en önemlisi.
….
Öğrt: Bişe söyliycem çocuklar. Hepinizde şunu gördüm, düşünce farklılıklarını yani. Bazılarınız sabah kahvaltısını sıkı tutmayı tercih etti, bazılarınız ııı öğle yemeğini sıkı tutmayı tercih etti bazılarınız da akşam. Sizler neden böyle farklı düşündünüz? Yani bu bilileriniz nerden geliyor?
Berkant: Deneyimler hocam. Günlük hayattan gözlemler.
Yağmur: Ya genellikle bu sağlıkçılar diyetisyenler falan hep sabahın çok önemli olduğunu söylüyolar. Hani öğlen yani öğlen de iyi ama hani öğlen sabaha göre bence daha hafif olmalı.

D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme
Öğrt: Evet bunlar sizin tercih ettiğiniz menüler için kalori miktarları. Peki bi insanın günlük alması gereken kalori nedir?
Canan: 1356.
Öğrt: Nasıl buldun peki o kaloriyi?
Canan: İnternette vardı hocam bi formül. Günlük hayatınızdaki kaloriyi hesaplayan. Ordan yaptım. Formüller vardı kadın ve erkek için hocam.
Öğrt: Sen Canan 1356 kalorinin sabah kahvaltısında sadece 142 sini mi alıyosun?
Canan: Evet.
Öğrt: Peki sabah neden düşük düşündün?
Canan: Bence diğer öğünlerde daha çok yemesi gerekir.
Öğrt: Peki. Berkant senin ise sabah kahvaltısı için aldığın kalori çok yüksek. Neden?
Berkant: Hocam kahvaltı önemli.
İbrahim: Bencede hocam daha yüksek kalorili yemesi gerekir ki enerjisi yükselsin. Gün boyu da o enerjiyi kullanacak.

E. Çözümü doğrulama yeterliği

E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma
Berkant: Proteini 84 gr aldım ben kahvaltıda hocam.
Öğrt: Peki Berkant bi insanın günlük protein ihtiyacı neymiş?
Berkant: 40,8.
Öğrt: Sorudaki formülü kullanarak mı buldun?
Berkant: Evet.
Öğrt: Peki geçmesinin sebebi ne senin kahvaltının? Neden bunu dengelemek istemedin? Ya da geçebilir mi? Geçmesi çok önemli değil mi?
Berkant: Önemli de hocam protein bu. Bence daha çok alırsak daha iyi olur.
….
Oluşturulan her menü için öğrenci cevapları üzerine yansımalar yapıldı.

E2. Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma
Öğrenci çözümleri tablolaştırılarak çözümler arası kontroller ve eleştiriler yapıldı.
Öğrt: İbrahim sanırım sabah kahvaltı için hafif, öğlen sıkı bi yemek ve akşamı yine hafif geçirmeyi tercih ettin.
Naz: Öğretmenim sabah kahvaltı ile öğlen arası zaman farkı az olduğundan ve öğlen yemeği ile akşam yemeği arası epey bi zaman olduğundan bence sabah az, öğlen çok ve akşam az yiyerek dengelemeli.

Öğrt: Sen de İbrahim gibi düşünmüşsün. Anladım. Peki bulduğunuz değerler benzer mi? Bakalım. Hayır. Neden peki?
Sınıf: Menüler farklı. İbrahim pirinç, Naz balık seçmiş.
…
Öğrt: Peki başka neler yapabilirdik? Ya aslında şunu da yapabilirmişim diyen var mı? Hepiniz farklı şeyler söylediniz. İllaki birbirinizden etkilenmiş olabilirsiniz.
Canan: Soruyu tekrar çözsem hocam, akşam değil de öğleni daha sıkı yerdim.
Hatice: Ben de akşam ki kaloriyi sabah kahvaltına ekleyebilirdim.
İbrahim: Hocam tahtaya bakınca burdan proteinimin 10 gr ını öğlen yemeğine verebilirdim. Öğlen daha fazla olmalıydı.

E3. Çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme
Çözümler üzerinde tutarlı olmama durumu yoktu. Sadece menüler birbirinden farklı olduğu için çözümler farklıydı. Bunun üzerine de duruldu.

E4. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme
Ysğmur: Ben öğlen için karbonhidrattan çok kalorili besinler yemesini tercih ettim özellikle öğlen ve proteinli.
Öğrt: Karbonhidratın işlevi ne ki tercih etmiyorsun?
Yağmur: İnsanlar ekmek yiyerek kilo aldıklarını söylüyorlar hep. Duyuyoruz. Bende o yüzden protein daha yararlı olur diye düşündüm.

Öğretmen ve öğrenci diyalogları incelenirken yeterlik ve alt-yeterlikleri tespit etmek için gözlem formu kullanılmış ve bu form yeterliğin gözlenmemesi durumu "Yok", yetersiz düzeyde gözlenebilmesi "Kısmen" ve tamamen (eksiksiz) gözlenebilmesi "Var" şeklinde kodlanmıştır. Aşağıda Tablo 13'te yukarıdaki diyalog için oluşturulan gözlem sonucu verilmiştir

Tablo 13. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları*

Yeterlikler	Alt Yeterlikler	Gözlem sonuçları		
		Var	Kısmen	Yok
Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	A1	✓		
	A2	✓		
	A3	✓		
	A4	✓		
	A5	✓		
	A6	✓		
	A7	✓		
Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	B1	✓		
	B2	✓		
	B3	✓		
	B4	✓		
	B5	✓		
Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	C1	✓		
	C2	✓		

Tablo 13. *(Devamı)*

Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	D1	✓		
	D2	✓		
Çözümü doğrulama yeterliği	E1	✓		
	E2	✓		
	E3			✓
	E4	✓		

Öğretmenlerin sınıf içi etkinlik uygulamasının ardından öğretmenlerle yüz yüze görüşmeler yapılmış ve etkinlik uygulama süreçleri hakkında konuşulmuştur. Öğretmenlerin verdikleri cevaplar araştırmacı tarafından transkript edilmiş, ardından kodlar oluşturulmuştur.

Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda geçerlik çalışmanın çoğunlukla inanırlığı ve aktarılabilirliği ile ilişkili iken, güvenirlik ise çalışmanın daha çok tutarlı ve doğrulanabilir olması ile ilişkilidir (Lincoln & Guba, 1985; Merriam, 2013; Yıldırım & Şimşek, 2016)

İnanırlık (iç geçerlik) çalışma bulgularının dış dünyadaki gerçekliğe uyup uymadığı ile alakalıdır. Bulgular gerçeklikle uyumlu mudur, bulgular gerçekten orada olanları gösteriyor mu, sorusunun cevabını aramakla ilgilidir (Merriam, 2013). Bu açıdan araştırmanın inanılır olması için, açık, tutarlı ve teyit edilebilir olması gerekmektedir. Creswell ve Miller'e (2000) göre inanırlığı artırmanın farklı yolları vardır. Bunlar uzun süreli katılım ve sürekli gözlem, çeşitleme, zengin ve yoğun betimleme, uzman veya katılımcı teyidi şeklindedir. Bu çalışmada da iç geçerliği arttırmak için öğretmenlerle yaklaşık bir eğitim dönemi (11 hafta) boyunca bir araya gelinerek matematiksel modelleme eğitimi verilmiştir. Bu eğitim süreci ise araştırmacının gözlemlemesi ile sürdürülmüş aynı zamanda tamamı video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Ayrıca gözlem sürecinde araştırmacı tarafından alan notları tutulmuş ve video kayıtlar ile karşılaştırılmıştır. İnanırlığı arttıran bir diğer strateji ise, uzman veya katılımcı teyididir. Araştırmacı eğitim süreci boyunca hemen her durumda tartışma ortamı oluşturarak öğretmenlerin kendi görüşlerini ifade etmelerini sağlamıştır. Ardından ise kendi ifade ettikleri cümleleri doğru anlayıp anlamadığını sorarak katılımcılarının onayını beklemiştir. Uzman teyidinde ise tüm süreç araştırmacının danışmanı tarafından takip edilmiştir. Ayrıca matematiksel modelleme alanında çalışmaları olan farklı bir uzmandan da her aşamada görüş alınmıştır.

Veri çeşitlemesi, tema ve betimlemeleri, farklı bireylerden, farklı veri türlerinden veya farklı veri toplama yöntemlerinden elde edilen bulgularla destekleme sürecidir (Creswell, 2019). Bu çalışmada veri çeşitlemesi yapılırken öğretmenlerin öğrenim süreçleri video kayıt altına alınmış, yüz yüze görüşmeler yapılmış, ders içi uygulamalar için gözlem yapılmış ve katılımcıların yazılı görüşleri alınmıştır. Süreçte elde edilen tüm veriler araştırmacı dışında bir

uzman tarafından da değerlendirilerek veri analizi aşamasında da çeşitleme yapılmıştır. Ayrıca araştırmacı verileri üç ay ara ile yeniden kodlamış ve zaman/süre çeşitlemesi yapmıştır. Bu sayede çalışmanın inanırlığı da desteklenmiştir.

Nitel araştırmalarda, iç geçerliği artıran bir diğer durum ise, uzman incelemesidir (Merriam, 2013; Neuman, 2000). Bu çalışma bir doktora tezi olduğundan araştırmanın öneri aşamasından veri analizine ve rapor edilmesine kadar tüm süreçler, tez izleme komitesinde bulunan üç uzman gözetiminde yürütülmüştür. Bu komite tüm süreci izlemiş, değerlendirmiş ve dönütler vermiştir. İfadelerin açık ve anlaşır olması, oluşturulan kodların üç ay sonra yeniden kodlanarak karşılaştırılması, etkinliklere ait yeterlik tablosunun incelenmesi gibi bir çok kısımda tez izleme komitesinde bulunan uzmanların dönütleri belirleyici olmuştur. Bu bakımdan uzman incelemesi tüm süreç boyunca gerçekleştirilmiştir.

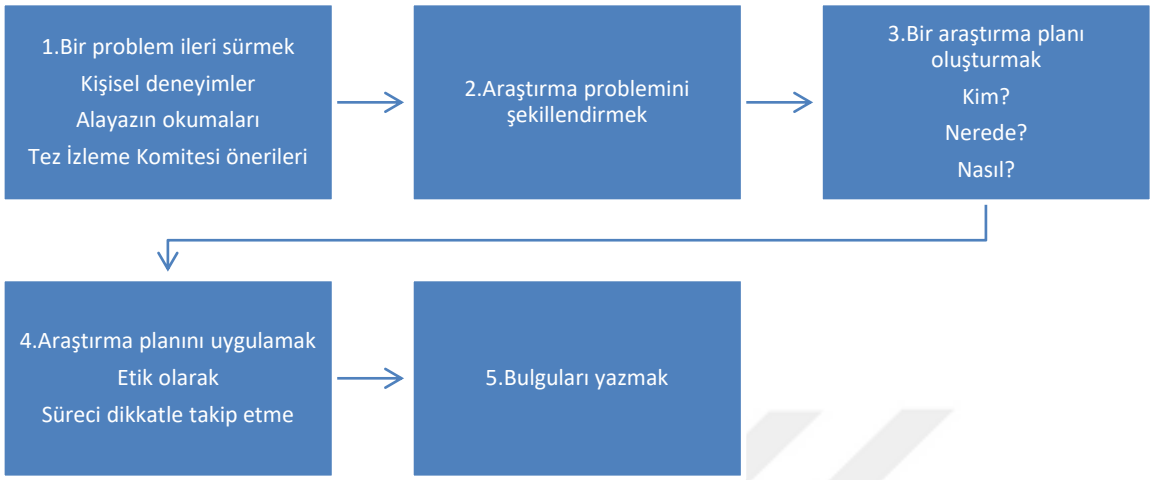
Bir araştırmanın ve araştırma sonuçlarının benzer ortamlarda ve durumlarda ne düzeyde uygulanabileceği dış geçerlik veya aktarılabilirlikle ilgilidir (Merriam, 2013; Miles & Huberman, 1994; Yıldırım & Şimşek, 2015). Dış geçerliği sağlamak amacıyla da tüm süreç, etkinlikler, veri toplama araçları, analiz süreci ayrıntılı bir şekilde açıklanmış, elde edilen bulgular ve sonuçlar doğrudan alıntılarla desteklenerek aktarılabilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın güvenirliği çalışma içindeki bulguların veriler ile tutarlığıyla ilişkilidir (Creswell, 2016; Merriam, 2013; Neuman 2000). Araştırmanın iç geçerliğini arttırmaya yönelik olan tedbirlerden bazıları, aynı zamanda araştırmanın güvenirliği ile de doğrudan ilişkilidir. Yani geçerlik için alınan tedbirlerin birçoğu güvenirliği de artırmıştır. Bu çalışma için kullanılan veri toplama araçlarının çeşitliliği, bu veri toplama araçları ile elde edilen veriler ile bulguların tutarlı olması, analiz aşamasında zaman çeşitlemesi (araştırmacının üç ay süre ile yeniden kodlama yapması), araştırmacı ve uzmanın verileri ayrı ayrı değerlendirip ardından tartışma yapılarak görüş birliği oluşturulması güvenirliği artırmak için alınan tedbirlerdendir. Ayrıca matematiksel modelleme öğretim süreci video kamera ile; yapılan görüşmeler ise ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınarak güvenirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırmacı Rolü

Araştırma sürecinde araştırmacının rolü aşağıda Şekil 13' de verilmiştir.

Şekil 11. *Araştırma Süreci (Creswell, 2017)*



İlk olarak araştırmacı yaptığı çalışmalar, alan yazın incelemesi ve tez izleme komitesinin görüşleri ile bir araştırma problemi belirlemiştir. Ardından araştırma problemini detaylandırmış ve araştırma sorularını tespit ederek bir araştırma planı oluşturmuştur. Bu araştırma planını ilk olarak pilot uygulama ile öğretmen adayları ile tamamlamış ve veri toplama araçlarının son halini almasını sağlamıştır. Esas uygulamada araştırma planına göre çalışma grubunu oluşturmak için önce Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme-I lisansüstü dersini alan öğretmenlerle bir araya gelmiş, çalışma hakkında bilgilendirme yapmıştır. Öğretim sürecinin nerede ve nasıl gerçekleştirileceği hakkında öğretmenlere açıklamada bulunmuş ve süreçteki kazanımlarından bahsetmiştir. Gönüllülük esasına bağlı olarak belirlenen çalışma grubundaki öğretmenler için gönüllülük sözleşmesi araştırmacı tarafından hazırlanıp imzalatılmıştır.

Araştırmacı araştırma planını uygularken video ve ses kayıtlarının neden alındığını detaylı olarak öğretmenlere açıklamış, çalışmada isimlere yer verilmeyeceğini ifade etmiştir. Görüşmelerde ve etkinlik çözümlerinde görüşlerini açıkça ve içtenlikle dile getirmeleri konusunda öğretmenler teşvik edilmiştir. Araştırmacı etkinlik çözümlerinde öğretmenlere rehberlik etmiş, herhangi bir yönlendirmede bulunmamıştır. Araştırmacı uygulama sürecinde gözlem yaparak öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliliklerini tespit etmiştir. Ayrıca öğretmenlerin oluşturduğu etkinlikleri inceleyerek bizzat dönütler vermiş ve etkinlikler son halini alıncaya kadar gerek derste gerek ders dışında sürekli iletişim içerisinde olmuştur. Öğretim sürecinin tamamlanmasının ardından yapılan ders içi gözlemlerde sınıfta bulunan

öğrencilerin ve öğretmenin motivasyonunu etkilemeyecek şekilde arka sırada sabitlenmiş bir kamera yardımıyla dersi kayıt altına almış ve sınıfın uygun olması halinde arka sırada oturarak ders anlatımını yarı yapılandırılmış gözlem formu ile gözlemlemiştir. Bunun yanı sıra uygulama süresince öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi için gerekli olan "uzmanın rehberliği ve katılımcının bağımsızlığı" arasındaki dengeyi kurma (Blum & Borromeo Ferri, 2009) yaklaşımını benimsemiştir. Süreçte araştırmacı verileri toplarken özenli davranmış ve etik kuralları göz önünde bulundurmuştur.

Uygulamanın tamamlanması ile birlikte yapılan görüşme ve gözlem sonuçlarını transkript ederek analiz sürecinde de araştırmacı aktif rol oynamıştır. Yapılan analizlerin ardından bulguları detaylı şekilde sunmuş ve tüm aşamalarda bizzat rol almıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde beş matematik öğretmeni için sırayla

- ✓ Öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim sürecindeki matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi nasıldır?
- ✓ Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecindeki deneyimleri nasıldır?
- ✓ Gerçekleştirilen öğretim süreci sonrası öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama yeterlikleri nasıldır?

araştırma sorularının bulgularına yer verilmiştir.

Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Öğretim Sürecindeki Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Gelişimi

Öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim sürecindeki yeterliklerinin gelişimi gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinliklerinin çözüm sürecinde ölçüt değerlendirme formu ile değerlendirilmiş ve öğretmenlerin etkinlikleri değerlendirmeleri için değerlendirme formları verilmiştir. Bu iki veri toplama aracına ait bulgular bu bölümde sunulmuştur.

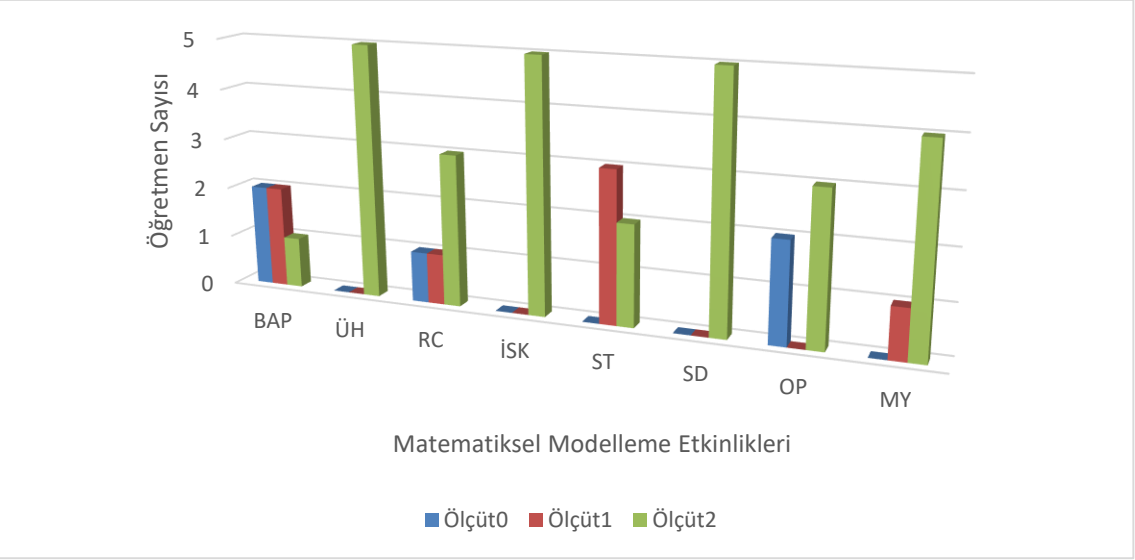
Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Tespit Bulguları

Her bir yeterlik için öğretmenlerin gelişim düzeyleri bu bölümde verilmiştir.

A. Gerçek Problemi Anlama ve Gerçeğe Dayalı Bir Model Oluşturma Yeterliği ile İlgili Bulgular

Bu kısımda gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliğine ait bulgular, bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında beklenilen olası durumlar gözlemlenerek ve alan notları alınarak ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda, oluşturulan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliğinin süreç içindeki gelişimi, grup veya bireysel olarak gerçekleştirilen etkinlik çözümlerine ait video kayıtları, alan notları ve araştırmacı gözlemleri göz önüne alınarak incelenmiştir. Her yeterliğin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafikler, gelişim süreci içinde yaşananlara paralel olarak yorumlanmıştır. Öğretmenler tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en iyi şekilde ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Şekil 12. *Öğretmenlerin A Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı*



Şekil 14'te görüldüğü gibi gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliğine ait durum süreç ilerledikçe değişmektedir. Büyük Ayak Problemi ilk etkinlik olması sebebiyle Ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen sayısı fazladır. Diğer etkinliklere doğru ölçütler farklılık göstermekte ve Ölçüt 2 olarak değerlendirilen öğretmen sayısı artmaktadır. Bu da öğrenme ortamının A yeterliği gelişimine olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

5. haftada çözümü gerçekleştirilen büyük ayak problemi etkinlik kağıdı verilmeden önce öğretmenlere sadece üzerinde ayak izi olan birer kağıt verilmiş ve sorunun ne olabileceği hakkında yorum yapmaları istenmiştir. Gelen yorumlar " *ayağın boyunu tahmin etme, ayağın sahibinin cinsiyetini tahmin etme"* şeklinde matematiksel modellemenin doğasına uygun olarak ilerlemiştir. Ardından büyük ayak problemi etkinlik kağıdı verilmiş ve öğretmenlerden etkinliği çözmeleri istenmiştir. A yeterliği için bu etkinlikte 5 öğretmenden sadece biri (Ö4) ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Diğer öğretmenlerin ise Ö4 kodlu öğretmenin "Bir veri grubuna ihtiyacımız var." söyleminin ardından veri setine ihtiyaç duyulduğunu ifade ettikleri gözlemlenmiştir. Daha sonrasında;

> *"Ö1: Peki bunun (etkinlikle birlikte verilen ayak resmini göstererek) normalin üstünde olduğuna nasıl karar vericez? Yani normal bi ayak uzunluğundan daha uzun olduğuna. Yani kime göre uzun. Bana göre mi uzun?*
>
> *Ö4: Normal bi ayağın uzunluğunu bilmiyoruz. Ayakkabı numarasını biliyoruz ama, normal ayak uzunluğunu bilmiyoruz. Mesela probleme doğru gidersek önce ordakilerin yani yaşayan insanların ayak uzunluklarını bi ölçeriz. Ortalamasını alırız mesela. Ona göre ortalamadan yukarıda mı aşağıda mı bakabiliriz.*
>
> *Ö3: Orda yaşayanlar biz olsak mesela.*
>
> *Ö4: O zaman hepimizin ayak ölçülerini ölçücez."*

Gerçekleşen bu diyaloğun ardından öğretmenler materyal (cetvel) gerekliliğini fark etmişlerdir. Araştırmacı tarafından cetvel getirilmiş ve öğretmenler kendi ayak boyları ile ayakkabı numaralarını karşılaştırarak yorum yapmışlardır.

Şekil 13. *Öğretmenlerin Büyük Ayak Problemi İçin Veri Grubu Oluşturması*



Büyük Ayak Problemi etkinliği çözülürken Ö4 kodlu öğretmenin bir veri setine ihtiyaç olduğunu ifade edip veri grubu oluşturmak adına ayak ölçümlerini yapması, bunları boy ve ayakkabı numaraları ile karşılaştırması ve kendince cinsiyet varsayımını ekleyerek geçici bir model oluşturması; A yeterliği için Ölçüt 2 olarak değerlendirilmesine sebep olmuştur. Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenlerin etkinlik çözüm sürecinde herhangi bir varsayım oluşturmamaları ve bu verilerle çözüme gidilmeyeceğini ifade etmeleri onların Ölçüt 0 olarak değerlendirilmesine sebep olmuştur. Ö1 ve Ö3 kodlu öğretmenlerin ise bir veri setine ihtiyaç olduğunu ifade etmeleri ancak ardından değişkenleri belirleme ya da örnek bir model oluşturma gibi bir sürece geçmemeleri Ölçüt 1 olarak değerlendirilmelerine sebep olmuştur.

İkinci etkinlik olan Üretim Hatası etkinliğinde, etkinlik kağıdı öğretmenlere dağıtılmış ve soruyu incelemeleri için gereken süre tanınmıştır. Ardından soru hakkında konuşulmuş ve öğretmenler çözüme yönelik net bir yol olmadığını dile getirmiştir. Verilen bilgiler ile istenen cevaba ulaşmanın pek mümkün olmadığını ifade eden öğretmenler ardından şu şekilde bir diyaloğa girmişlerdir:

Ö2: Ben bi düzen bulamadım bu seride.

Ö1: Ben de bulamadım.

Ö3: Aslında ben de bulamadım ama. Tam değil ama sanki yine de belli aralıklarla artıyor gibi. En düşük fark 66, en yüksek fark 87 gibi. Yani farklar bu aralıkta değişiyor.

Ö4: Evet bir örüntü yok gibi duruyo. Ama ortalama her 100 lükte bir hatalı seri var gibi düşünüp hatalı seriyi aşağı yukarı tahmin edebiliriz.

Ö5: 3 katı mı 4 katı mı diye bakmaya çalıştım.

Ö1: Bende en sondaki sayıdan ilk sayısı çıkardım. 8 tane sayı var o yüzden 8 e böldüm. 70 buldum. Aradaki fark genel olarak 70 civarı oluyor.

Burada öğretmenlerin değişkenler arası ilişki aradığı ve hatalı seriyi tahmin etmeye yönelik fikirler geliştirdiği görülmektedir. Bu sebeple öğretmenlerin tamamı için Üretim Hatası etkinliğinde A yeterliği Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Diğer etkinlik olan Roller Coaster etkinliği verilmeden önce, 3D gözlük ile öğretmenlere gerçek yaşam deneyimi yaşatıldı. Beş öğretmenden sadece birinin daha önce roller coaster deneyimi olduğu, diğerlerinin ise korktuğu için deneyimlemeye cesaret edemediği etkinlik öncesinde konuşulmuş ve şu an yaşayabilecekleri söylendiğinde çok heyecanlanıp mutlu oldukları gözlemlenmiştir.

Şekil 14. *Roller Coaster Deneyimi Yaşayan Öğretmen*



Sanal gerçeklik uygulaması ile roller coaster deneyimi yaşatıldıktan sonra etkinlik kağıtları verilmiş ve öğretmenlerin yaşadıkları deneyime bağlı olarak problemi çözmeleri istenmiştir. Grup çalışması şeklinde ilerleyen çözüm sürecinde öğretmenler daha heyecanlı bir roller coaster oluşturmak için kendi yaşadıkları 3D deneyimini göz önünde bulundurmuşlardır. Ö2-Ö5 birinci grup; Ö1-Ö3-Ö4 ikinci grup şeklinde ele alınmıştır.

(2. grubun kendi aralarında gerçekleştirdiği diyalog şu şekildedir.)

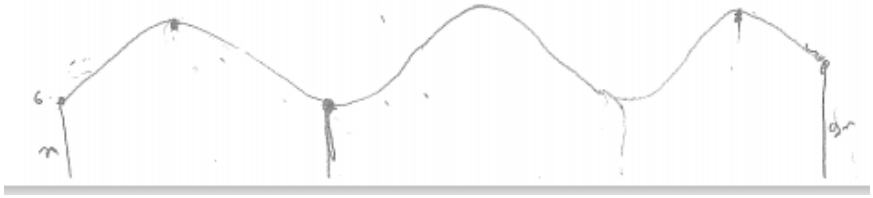
Ö4: Burda bizden istenen yükseklik, eğim. En tepeye çıkıyoruz ordan hızla iniyoruz ya işte o inmeye başladığımız yerin, eğimin. İnişlerde hızlı olması bide.

Ö3: İlkinde iniş yapıp, sonra mı çıkış, yoksa tersi mi?

Ö1: Farklı farklı tasarlayabiliriz aslında. 6 m yükseklikten başlıyor aslında olabilir ama 3 yerde iniş olacak diyor. Bence önce çıksın.

Ö1-Ö4: Grafiğin tepe noktaları sivri olmamalı.

Şekil 15. Grup 2'nin Roller Coaster Etkinliği İçin Oluşturduğu İlk Görsel



Bu diyaloğun ardından 2. grup tahmini bir grafik görseli oluşturup çözüm aşamasında grafiğin son halini ortaya koymuşlardır. Ayrıca verilen ve istenilen durumları ifade

etmişlerdir. Bu sebeple Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler A yeterliği için Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

(1. grubun kendi aralarında gerçekleştirdiği diyalog şu şekildedir.)

Ö2: Top zıplaması gibi düşünülebilir mi? Ya da eğik atış gibi.

Ö5: Olabilir. Ama rapor hazırlamamız da önemli.

Ö2: Formulü hatırlıyo musun serbest düşmenin?

Ö5: Bence bi görsel yapıp onun üstünden düzeltmelerle gidelim.

Ö2: Tamam çizelim.

Bu diyaloğa bağlı olarak 1. grupta yer alan öğretmenlerden Ö5'in tahmini bir grafik çizmek istemesinden dolayı A yeterliği için Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir. Ancak Ö2'nin bu süreçte A yeterliği konusunda değerlendirilme kriterlerine uygun bir davranış sergilemediği görülmüş, bu sebeple de Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Her iki öğretmen de etkinlikte verilen ve istenilen durumları göz önüne almadan kendi istedikleri roller coasterı planlamaya çalışmışlardır. Roller Coaster etkinliğinin grup çalışması şeklinde yürütülmesinin, A yeterliği için aynı grupta bulunan (2. grup) öğretmenlerin birbirlerini olumlu etkilediğini ve ortak karar alırken yapılan tartışmaların yeterliği ortaya çıkarmaya yönelik olduğunu göstermiştir.

Sonraki etkinlik olan İzmir Saat Kulesi etkinliği, öğretmenlere verilmeden önce cardboard gözlükler dağıtılmış ve öğretmenlerden kurmaları istenmiştir. Kurulumunu kısa sürede gerçekleştiren öğretmenler, öğrencilerinin de kurarken zorlanmayacaklarını ve çok keyif alacaklarını düşündüklerini dile getirmişlerdir. Sonrasında etkinlik çözümünde yararlanılmak üzere öğretmenlerden telefonlarına gerekli uygulamayı indirmeleri istenmiş ve etkinlik kağıtları öğretmenlere verilmiştir. İzmir Saat Kulesi'nin görseli bulunan bu etkinlikte öğretmenlerden istenen şey, hiçbir sayısal veri olmaksızın kulenin boyunu tahmin etmeleridir.

Şekil 16. *İzmir Saat Kulesi Etkinliğinde Öğretmenlerin Cardboard Deneyimleri*



Ö5: Bizden istenen kulenin boyu. Ama işlem yapabileceğimiz hiçbir şey yok.

Ö1: Yanında ağaçlar insanlar falan var aslında. Onlar bizim için veri olabilir.

Ö2: Ben canlı gördüm. Bu gözlük ile de aynısı zaten. Benim boyumun kaç katı acaba?30 metre var gibi ya.

Ö5: Bence 35 metre var ya.

Ö3: Ben yerdeki karoları saydım 30 tane karo var. Yani o da tahminen 9 metre yapar. Pisagordan bi tahmin yürütücem eğimden. Bence 20 metreye yakın kulenin uzunluğu.

Ö4: Ben kuleyi 3 parça olarak düşündüm. İlk parça 4-5 metre olsa, ikinci kısım da aynı. Sona kalan ise bunların toplamı kadar yani yarısından biraz fazla gibi. 20-25 metre civari düşünüyorum kulenin boyunu.

Ö1: Ben de 20 metre civarı olarak düşünüyorum.

Öğretmenlerin ifade ettikleri göz önüne alındığında tamamı Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Çünkü A yeterliği için öğretmenlerden beklenen, verilen ve istenilen durumların ifade edilmesi ve tahmini bir uzunluk belirtmeleridir. Bu diyalogdan da anlaşılacağı üzere öğretmenler A yeterliği için beklenen durumları ortaya çıkarmışlardır.

8. haftada çözümü gerçekleştirilen Satranç Tahtası etkinliği öğretmenlere verilmeden önce, bahsi geçen etkinlikte rivayet edilen duruma ait bir video izletilmiştir. Ardından öğretmenlerden etkinliği çözmeleri istenmiştir. Bireysel olarak yapılan çözümlerin ardından öğretmenler kendi aralarında cevabı tartışmışlardır. Geometrik dizi ile ilişkilendirilen bu etkinlik için Ö5, lisede görev yapan öğretmenlerin çözüme daha kolay ulaşabileceğini ifade etmiştir. Kendisinin çözüm yaparken zorlanıp zorlanmadığına dair sorulan soru karşısında ise zorlanmadığını ama formülleri hatırlayamadığını söylemesi üzerine formül kullanmaksızın nasıl çözülebileceği tartışılmıştır.

Etkinliğin sonunda bir tercih yapmak zorunda olan vezir için genellemeye varılması gerektiğini fark eden öğretmenler altın ile buğday fiyatlarını internet üzerinden araştırıp karşılaştırmışlardır. Etkinlik çözümünün tamamlanmasının ardından dersin başında izlenmeye başlanan video tamamlanmıştır. Ne kadar çok duyu organı öğrenmeye dahil edilirse öğrenmenin o kadar verimli olduğunu düşünen öğretmenler, video izleyerek başlanan dersin çok keyifli ilerlediğini ve akılda kalıcı olduğunu ifade etmişlerdir.

A yeterliğini belirlemeye yönelik diyalog şu şekildedir:

Ö5: Problem liseye yönelik. Lisede öğretmenlik yapanlar için kolay bizim için zor. Çünkü burda dizi toplamı isteniyor. Onun da formülü var ama ben hiç hatırlamıyorum.

Ö3: Formülü bilmeye gerek yok ki. Bi kaç tanesini toplayarak ilerleyin. Bir kural çıkar bence.

Ö1: Şimdi 64 tanede her birinde kaç buğday var bulup toplıycaz. Ama nasıl toplıycaz?

Ö3: Dediğim gibi önce basit küçük başlardan bi kaçını toplayın. Bi kural çıkar. Ben onu deniyorum.

Ö2: Açıkçası ben olsam buğdaya razı olurdum da altın fiyatları çok yüksek.

Ö4: Ben (Ö3 kodlu öğretmeni göstererek) hocamın dediği gibi yapmayı denedim ama bi genellemeye varamadım. Bu dizi seri olayını unutmuşum.

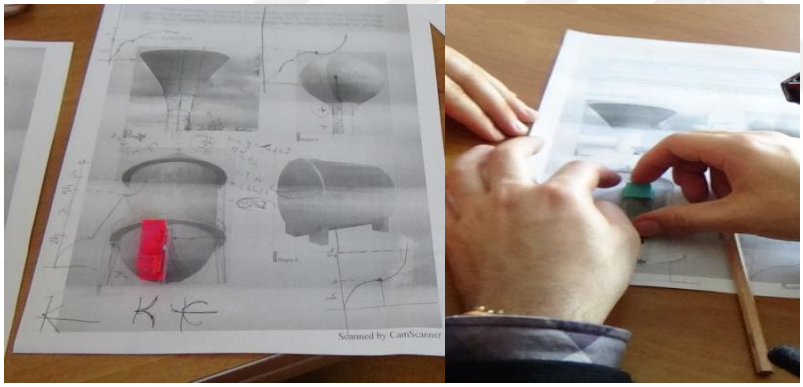
Ö1: Aslında formülü verseniz kolay.

Ö3: Ben tahmini bir toplam buldum.

Yukarıdaki diyalogdan da anlaşılacağı üzere öğretmenler A yeterliği için problemde yer alan durumları, verilen ve istenilenleri belirlemişlerdir. Ancak sadece Ö2 ve Ö3 kodlu öğretmenler tahmini birer model dile getirmişlerdir. Bu sebeple 2 öğretmen için A yeterliği Ölçüt 2, diğerleri için Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

9. haftada çözümü gerçekleştirilen Su Deposu etkinliği öğretmenlere verilmiş ve grup çalışması ile etkinliğin çözülmesi istenmiştir. Kalemtıraş, uç kutusu, silgi gibi araç-gereçlerle uzunluk tahmini yapan öğretmenler grafikleri çizmeye çalışmışlardır.

Şekil 17. *Su Deposu Etkinliğinin Çözümüne Ait Bir Görsel*



Etkinlikte yer alan depo modellerinin dışında iki farklı modelde cam su şişesi sınıfa getirilmiş ve öğretmenlerden bu şişelerin içine su doldurulması durumunda yükseklik-hacim grafiğinin nasıl olacağı sorulmuştur. Ardından şişelerin içine su doldurulmuş ve belli noktalarından işaretlenerek su, musluk yardımı ile boşaltılmaya başlanmıştır. Kronometre tutularak boşaltılan su, çizilen grafiklerle de kıyaslanmış ve ders tamamlanmıştır.

Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenler birinci grubu, Ö1-Ö2 ve Ö4 kodlu öğretmenler ise ikinci grubu oluşturmaktadır. Grup içerisinde geçen konuşmalarda birbirlerine istenilen durumları açıkça ifade etmişlerdir. Ö3 kodlu öğretmen Ö5'e depo modellerine göre grafikleri çizmeleri gerektiğini söylerken Ö5 durumu onaylamış ve depolara ait tahmini birer grafik çizmişlerdir. Benzer şekilde 2. grupta da depoların görsellerine bağlı olarak birer grafik çizmeleri gerektiği ifade edilmiş ve ardından ilk model olarak birer grafik çizilmiştir. Etkinlik çözüm sürecinde

öğretmenler problem durumunu ifade edip görselde verilen depolara ait olası grafikleri sözel olarak (belli noktaya kadar artan sonra azalan gibi ifadelerle) dile getirmiş olmaları onların A yeterliğine sahip olduklarını göstermektedir. Bu sebeple Su Deposu etkinliğinde bütün öğretmenlerin A yeterliği için değerlendirilmesi Ölçüt 2 olmuştur.

10. haftada çözümü gerçekleştirilen Obezite Problemi etkinliği öğretmenlere etkinlik kağıdı olarak verilmiş ve grup olarak etkinliğin çözülmesi istenmiştir. Ö1-Ö3 ve Ö4 1. grubu, Ö2 ve Ö5 ise 2. grubu oluşturmaktadır.

(1.grubun kendi aralarında gerçekleştirdiği diyalog şu şekildedir.)

Ö4: Şimdi Can obez. Biz onu fazla kiloluya çekicez.

Ö1: Önce ne kadar vermesini gerektiğini mi bulsak?

Ö4: Olabilir. Sonra da etkinliği seçeriz.

Ö3: Peki nasıl seçicez neye göre yani?

Ö1: Aynen bir sürü var. Hangisini yapacak. Ya da hepsini mi yapacak ben anlamadım.

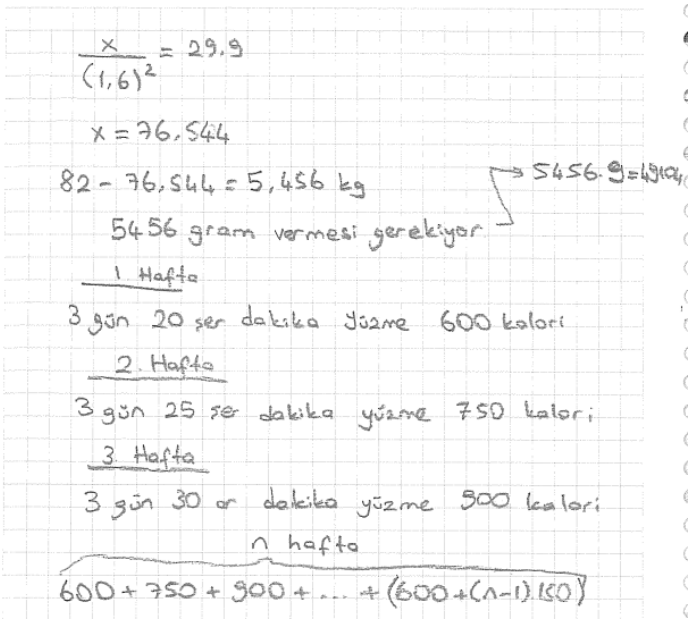
Ö4: Bence birini seçip ona göre işlem yapıcaz.

Ö3: Evet mantıklı. Hepsini birden yapma olayı olmaz bence.

Ö1: Doğru zaten burda da birini seçin diyor.

(Ardından grup, bir aktivite belirlemiş (yüzme) ve ona göre bir model oluşturmuştur.)

Şekil 18. *1. Grubun Obezite Problemi Etkinliği İçin Oluşturduğu İlk Model*



1. grupta yer alan öğretmenler etkinlik için verilen ve istenilen durumları ifade etmiş ve ardından örnek bir aktivite seçerek ilk modeli oluşturmuşlardır. Dolayısıyla bu grupta yer alan Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler için A yeterliği Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

(2. grubun kendi aralarında gerçekleştirdiği diyalog şu şekildedir.)

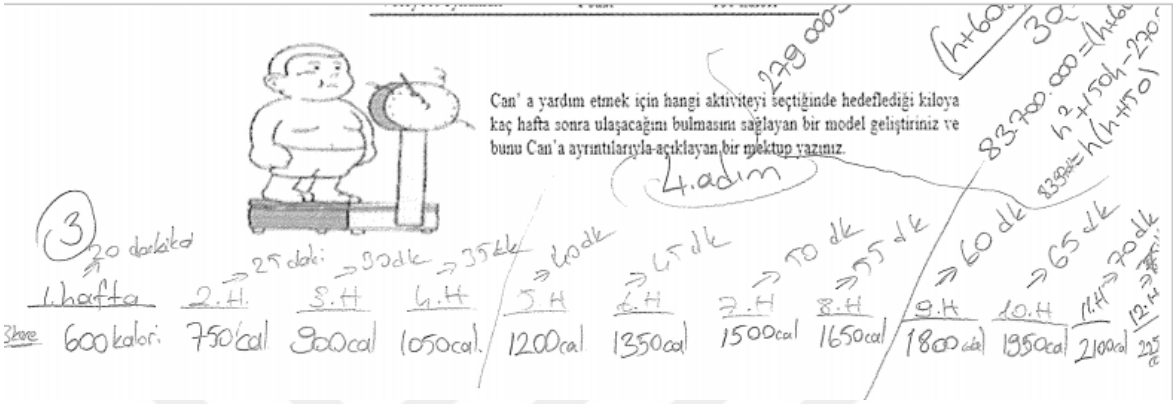
Ö2: Ya burda bir sürü alternatif var.

Ö5: Bence birini seçicez.

Ö2: 20 dakika ile başlayan bir tane var zaten o da yürüyüş yapmak. Onu seçicez mecbur.

Ö5: Ha doğru.

Şekil 19. *2. Grubun Obezite Problemi Etkinliği İçin Ortaya Koyduğu Çözüm*



Yukarıda geçen diyalog ve yapılan işlemler göz önüne alındığında Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenlerin verilen ve istenilen durumları tam olarak anlamlandıramadığı ve bir model oluşturamadığı görülmektedir. Bu sebeple bu iki öğretmen için A yeterliği Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Çünkü verilen etkinlikte Can'ın 20 dakikalık egzersiz ile başlaması, öğretmenleri sadece yürüyüş yapmak egzersizine yöneltmiştir. Aslında böyle bir seçim yapma zorunlulukları yoktur. Bu sebeple öğretmenlerin yaptığı seçimin gerekçesi göz önüne alındığında, onların soruda verilen ve istenilen kısımları yanlış yorumladıklarını düşündürmüştür. 1. grupta yer alan öğretmenler ise verilen ve istenilen durumları açıkça ifade etmiş ve seçtikleri bir etkinlik ile model oluşturmuşlardır. Bu sebeple 1. grupta yer alan öğretmenler A yeterliği için Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

11. haftada çözümü gerçekleştirilen Mayon Yanardağı etkinliği öğretmenlere verilmeden önce artırılmış gerçeklik ile bir yanardağın patlama sahnesi görüntülenmiştir. Dersin başında telefonlarına gerekli programı indirmeleri istenen öğretmenlere birer yanardağ resmi verilmiş ardından cep telefonlarını kullanarak yanardağın patlama sahnesini görmeleri sağlanmıştır. Bu durumun öğrencilerin de fazlasıyla dikkatini çekeceğini ifade eden öğretmenler, derse böyle başlamanın çok daha etkili olacağını belirtmişlerdir.

Şekil 20. *Öğretmenlerin Artırılmış Gerçeklik ile Mayon Yanardağı Etkinliğini İncelemeleri*

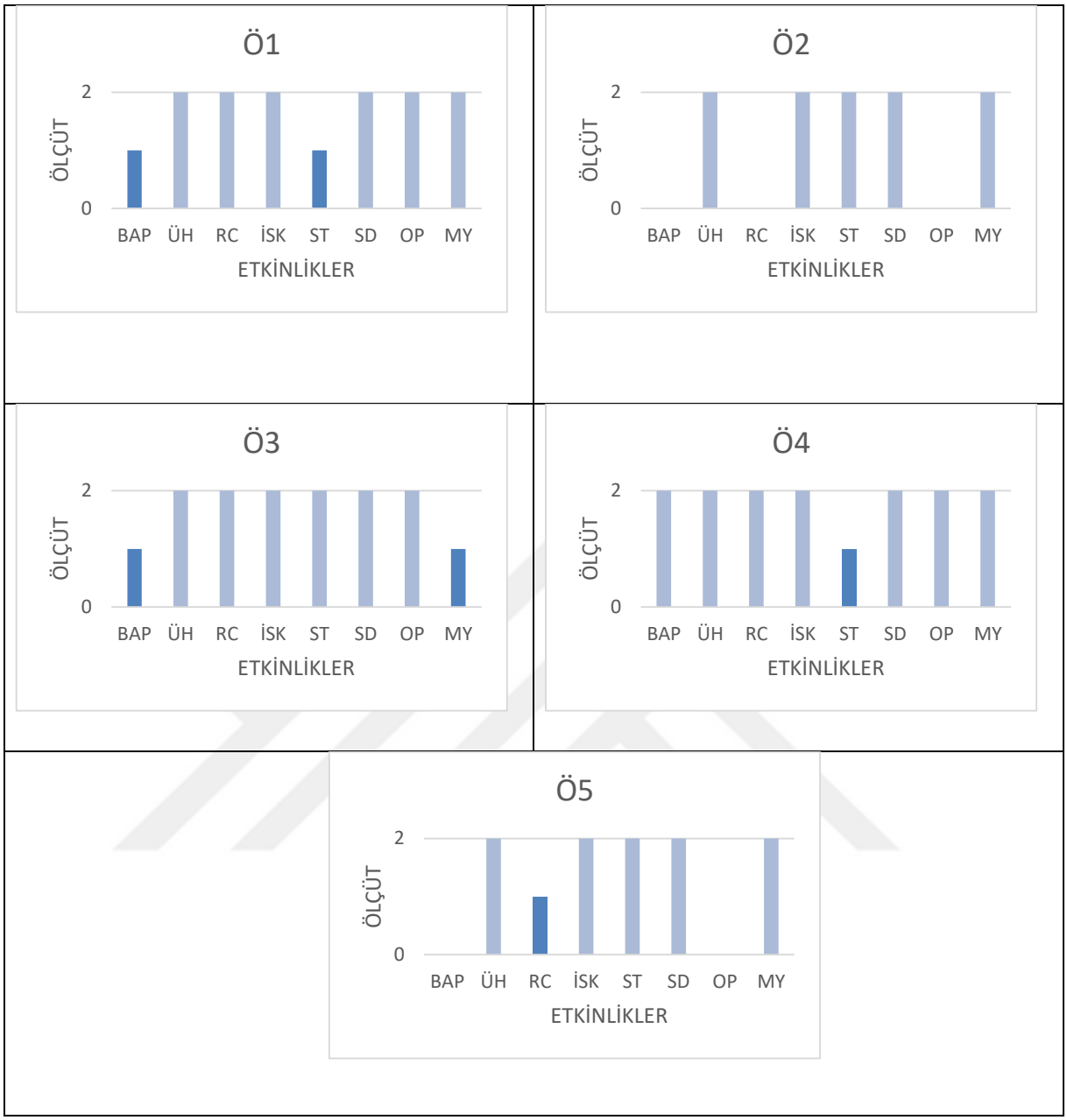


Sonrasında etkinlik kağıtları öğretmenlere verilmiş ve bireysel olarak etkinliği çözmeleri istenmiştir.

> *Ö2: Yani şimdi etkinliğe bakınca amaç tahmini bir patlama zamanı ifade edebilmek.*
>
> *Ö5: Evet. Gittikçe azalma olmuş patlama sayısında bence 2000 lerde daha az patlama olacak. 2018 de 1 kez olmuş. 2020 ye kadar daha olmaz. 2020 den hemen sonra bir patlama olabilir.*
>
> *Ö4: Ben patlama dönemlerine bakınca 2000 lerde aşağı yukarı her yıl olmuş diyebiliriz. O yüzden 2000 li yıllarında her yılında patlama olur gibime geldi.*
>
> *Ö3: Ben de daha önceki bir etkinliğe benzettim bunu. Hani şu fabrikalı olan. Bu yüzden burda da regresyon kullanmayı düşünüyorum. Patlama yıllarını yazıp tahmini bir denklem elde edebiliriz.*
>
> *Ö1: Ben de verileri inceleyip bir örüntü oluşturmayı denedim ama bir düzen elde edemedim. Yani belli bir düzen yok ama her 100 yılda kaç patlama olduğundan yola çıkmayı düşündüm. Sonra 100 yılın çok uzun bir dönem olduğunu düşünüp vazgeçtim. 10 yıl olarak baktım bende. 2020 lerde bir patlama olur bence.*
>
> *Ö2: Ben patlama yıllarına bakınca bir önceki 10 yılda patlama sayısının zirve yaptığını düşünüyorum. Bu sebeple 2019 dan sonraki 10 yıl da 2 ya da 3 kez patlama olur diye düşünüyorum. Sıklığa bakınca da bence 2020 de bir kez.*

Öğretmenlerin tamamı değişkenler arası ilişki aramış ancak dördü tahmini bir patlama yılı ifade etmişlerdir. Bu sebeple öğretmenlerin dördü Ölçüt 2, biri (Ö3) ise Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 21. *Öğretmenlerin A Yeteriliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı*



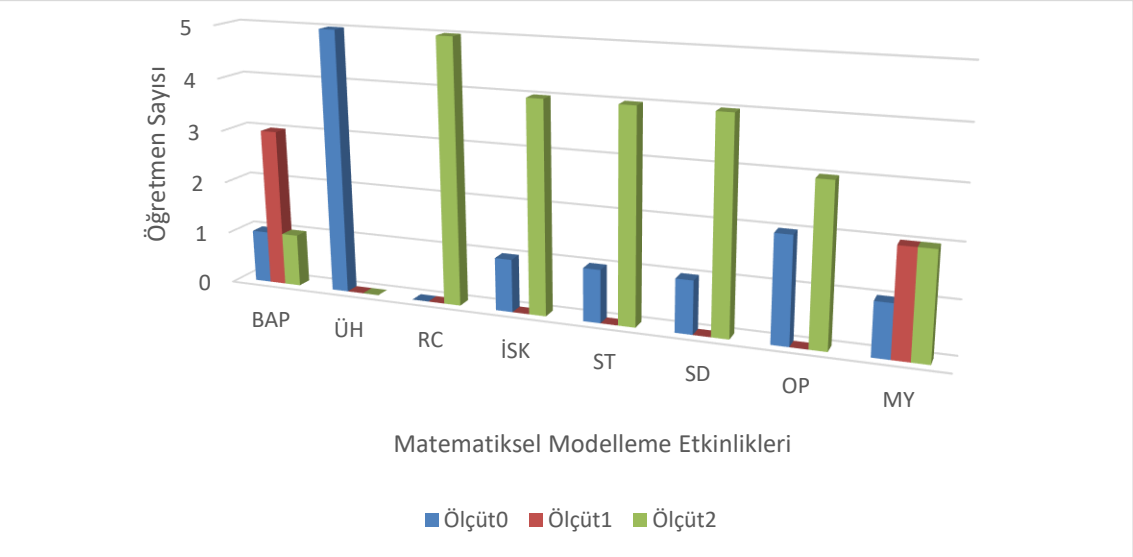
Şekil 23 incelendiğinde A yeterliği ilk etkinlik olan Büyük Ayak Problemi etkinliğinde sadece bir öğretmenin Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği, diğer öğretmenlerin Ölçüt 0 ve Ölçüt 1 olarak değerlendirildiği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliğin doğasına, öğretmenlerin öğretim sürecine katılımına ve grup çalışmalarına dahil olmasına bağlı olarak A yeterliğinde artış olduğu görülmektedir. Bu ise oluşturulan öğrenme ortamının A yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir denilebilir.

B. Gerçek Modelden Bir Matematiksel Model Oluşturma Yeterliği ile İlgili Bulgular

Bu kısımda gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliğine ait bulgular, bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında beklenilen olası durumlar gözlemlenerek ve alan notları alınarak ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda, oluşturulan öğrenme ortamında,

öğretmen adaylarının gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliğinin süreç içindeki gelişimi incelenmiştir. Her yeterliğin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafikler, gelişim süreci içinde yaşananlara paralel olarak yorumlanmıştır. Öğretmenler tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en iyi şekilde ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Şekil 22. *Öğretmenlerin B Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı*



Şekil 24 göz önüne alındığında B yeterliği için süreç ilerledikçe ölçütlerde değişmeler olduğu görülmektedir. Büyük Ayak Problemi etkinliği ilk etkinlik olmasına rağmen öğretmenlerin çoğunluğunun Ölçüt 1 olarak değerlendirilmesi dikkat çekmektedir. Diğer etkinlikler için etkinliklerin doğasına veya grup çalışmasında öğretmenlerin birbirlerini etkilemesine bağlı olarak ölçüt değerlendirmeler farklılık göstermektedir. B yeterliğinin süreç içerisindeki gelişimi konusunda genel bir resim elde edilememesine rağmen, süreçteki ölçüt değerlendirmeler göz önüne alındığında öğrenme ortamının B yeterliği konusunda olumlu yansımalar gerçekleştirdiği düşünülmektedir.

Sürecin başında uygulaması gerçekleştirilen Büyük Ayak Problemi etkinliği için öğretmen yeterlikleri incelendiğinde üç öğretmenin Ölçüt 1 olarak değerlendirildiği görülmektedir. Büyük Ayak Problemi etkinliğinde çalışılırken Ö1 kodlu öğretmen, herhangi bir fikir belirtmemiş sadece diğer öğretmenleri dinlemiştir. Bu sebeple Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Ö4 kodlu öğretmen ise değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirmiş ve uygun matematiksel gösterimle temsil etmiştir. Bu sebeple Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Diğer öğretmenlerin çözüm sürecinde ifade ettikleri ise aşağıdaki gibidir:

> *Ö3: Şöyle bişey mi vardı? Ayak uzunluğuyla altın oranı çarpınca ayakkabı numarası?*
>
> *A: Öyle genel bi ifade siz daha önce duymuş muydunuz?*

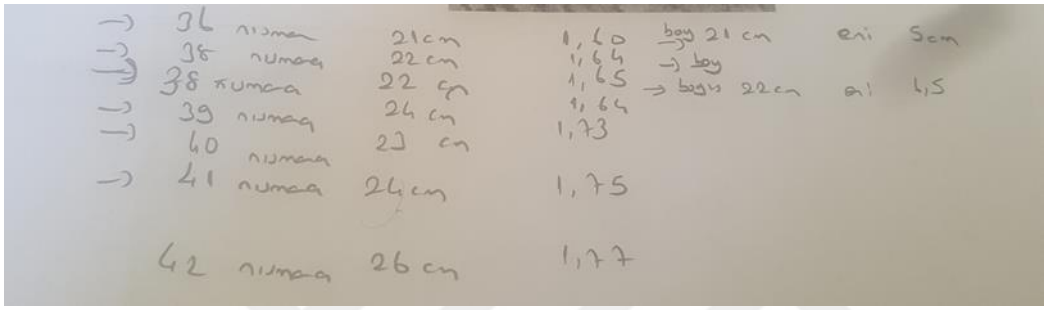
Ö3: Öyle bişey duymuştum evet. Resimdeki ayak 24 cm. 24 ile 1,618 i çarparak ordan.

A: Ayakkabı numarasını mı bulmaya çalışıyosunuz?

Ö3: Aynen evet.

Burada Ö3 kodlu öğretmen problem durumunu etkileyen nicelikleri matematiksel olarak ifade etmek için çalışmalarda bulunuyor. Değişkenleri matematiksel olarak ifade etmek için, altın oranı kullanabileceğini dile getiriyor. Ancak bunu sadece resimdeki görsel ve kendi ayak uzunluğu ile yapıp ilgili değişkenleri artırmaya yönelik bir hamlede bulunmuyor. Bu sebeple Ö3 kodlu öğretmen Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 23. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Oluşturduğu Veri Seti*



Diğer öğretmenlerin çözüm sürecinde ifade ettikleri aşağıdaki verilmiştir :

Ö4: Bence dediğim gibi eğer mesela ortalama kimin ayağı gibidir ya da kimden büyüktür falan diye bakılacak olursa hepimizin ayak numaralarına bakıcaz. Ve ordaki ayak uzunluklarına bakıp ortalamaya göre en azından diyicez ki atıyorum bu ayak benim ayağımdan büyük, hocamın (Ö3 kodlu öğretmeni göstererek) ayağından küçük. O zaman bizim aramızda.

Ö2: Evet. Mesela benim ayağımdan küçükse, benim ayağımdan daha küçük bi erkek ayağı olamaz. O zaman demek ki bu bi erkek değil ya da çocuk diyebiliriz.

…

Ö2: Altın oran çok mantıklı geldi hocam.

Ö4: Aritmetik ortalamadan gitmek gerekiyor bence.

Ö5: Ya herkesin ayağı altın orana mı uyacak yani. Bence de aritmetik ortalama kullanmalıyız.

Görüldüğü gibi 5 öğretmenden sadece Ö4 kodlu öğretmen, ortamda bulunan kişilerden elde ederek bir veri seti ortaya koymuş ve bu nicelikler arasında matematiksel bir temsil kullanarak ilişki kurmuştur. Bu sebeple Ö4 kodlu öğretmen Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler ise sadece kendi ayak uzunlukları ve etkinlikteki ayak uzunluğu dikkate alarak matematiksel temsil kullanmışlardır. Bu sebeple Ölçüt 1 olarak değerlendirilmişlerdir. Bu süreçte Ö1 kodlu öğretmen herhangi bir fikir dile getirmemiş, arkadaşlarını dinlemeyi tercih etmiştir. Dolayısıyla da Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Diğer etkinlik olan Üretim Hatası incelendiğinde öğretmenlerin çözüm sürecinde matematiksel temsiller kullanamadığı, sadece değişkenler arası ilişki aramaya devam ettikleri gözlenmiştir.

Ö4: Evet bi örüntü yok. Ama Ö1'in dediği gibi farka bakıp ortalama olarak ben de 80 düşündüm. Yani 80 80 gidiyo. Sadece bi yerde fazla. Orada 100 e çıkıyo. Onun dışında yine 70 olarak devam ediyor. Yani şöyle bi genellemeye varabiliriz. Sanki her yüzlükte bi tane hatalı oluyomuş gibi. Yani her yüzlük seride bir hata çıkıyo.

Ö2: 2 tane çıktığı da olmuş ama.

Ö3: Evet o yüzden fark 80 gibi bişe.

Ö4: Yani genel olarak. Kesin bişe söyleyemiyorum ama. Ortalama 80-80 olduğu için hani 100 olsaydı her yüzlük seride ilerlerdi.

Ö1: Bi örüntü yok gibi. Yani böyle ne doğrusal bir durum var. Ne de sabit bi fark. Ama aritmetik ortalamadan 80 olduğunu düşünüyorum. Yani her 80 de bir tane hatalı seri.

Çözüm sürecinde doğrusal bir durum olmadığını, o yüzden de net bir cevaptan bahsedilemeyeceğini ifade eden öğretmenlere araştırmacı tarafından bazı matematiksel programlarla bunun mümkün olabileceği söylenmiş ve bu eğitim süreci ile eş zamanlı aldıkları temel istatistik dersinde kullandıkları program (SPSS programı) hatırlatılmıştır. Ardından programı kullanarak bir çözüm getirip getiremeyecekleri sorulmuş ve öğretmenlerden olumlu dönütler alınmıştır. Verileri programa girerek aralarında doğrusal bir ilişkinin var olup olmadığının kontrol edilmesinin hangi işlemle yapılabileceği öğretmenlere yöneltilmiş ve öğretmenlerin dördü (Ö1 hariç) regresyon kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacı yönergeleri ile program ve işleme karar veren öğretmenler değişkenler arası ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Üretim Hatası etkinliği için hiçbir öğretmen değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirememiş ve uygun matematiksel gösterimleri belirleyememiştir. Bu sebeple B yeterliği için bütün öğretmenler Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Sonraki etkinlik olan Roller Coaster etkinliğinde öğretmenlerden beklenen ilk oluşturdukları grafiği soruda ifade edilen matematiksel durumlara göre düzenlemeleri ve nitelikler arası ilişkileri matematikselleştirmeleridir. Grup çalışması şeklinde yürütülen etkinlik çözüm sürecinde birinci grupta yer alan Ö2 ve Ö5'in kendi aralarında gerçekleştirdiği diyalog aşağıda sunulmuştur:

Ö2: Bu yaptığımız grafikte eğim 5'ten küçük. Eğimi artıralım heyecan için. Bide başlangıç 6 metre, bitiş 9 metre diyo.

Ö5: Evet 5,67'ye yaklaşması lazım.

Ö2: Tamam. Eğimi 5,67 yapalım.

Ö5: Şimdi de eğimi hep 5,67 mi aldın? Farklı da alabiliriz. En yüksek 5,67 olabilir diyo.

Ö2: Tamam. Peki yatayda mı 100 metre diyo sence yoksa burayı (iniş çıkışlı rayları göstererek) mı?

Ö5: Rayların 100 metre olmasından bahsediyor.

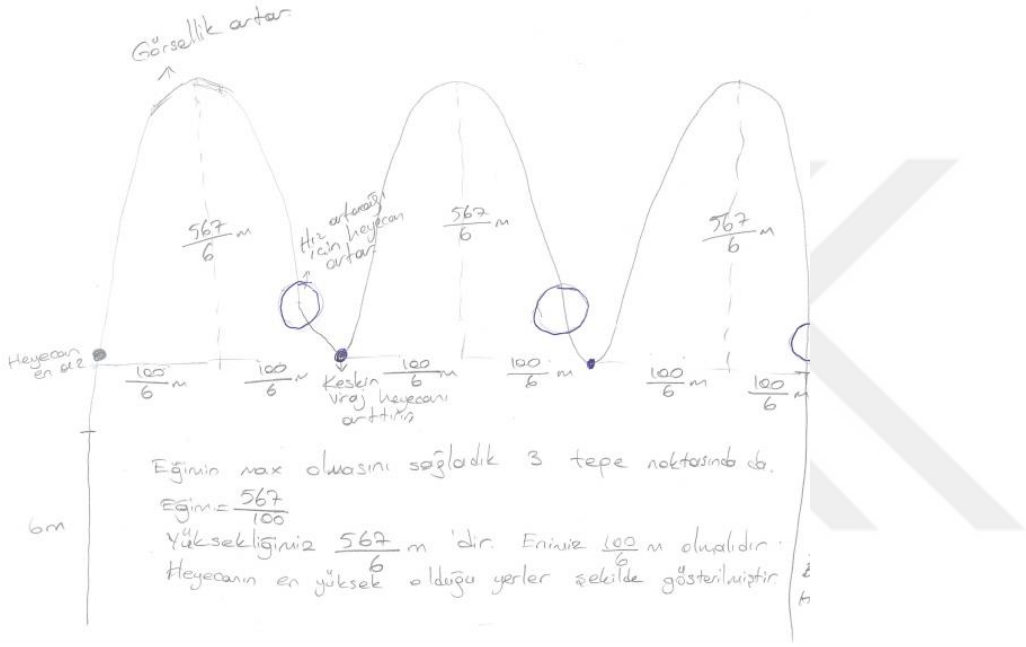
Ö2: O zaman eğimi Pisagordan da kullanabiliriz. Pisagordan da gidebiliriz.

Ö5: Bence pisagora girmeyelim. Değerler tam sayı değil çok uğraştırır bizi. Eğimden yapalım sadece.

Ö2: Ve 3 eşit şekilde bölelim ne dersin? Yani her bir bölüm 100/3 m. Çünkü 3 yerde ani iniş çıkış istiyor.

Ö5: Eşit olmak zorunda değil ama olur 3'e bölelim hadi.

Şekil 24. *Grup 1'in Roller Coaster Etkinliği İçin Oluşturduğu Çözüm*



Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenlerin aralarında geçen diyalog göz önüne alındığında her ikisi de oluşturdukları tahmini grafiği verilen şartlara göre düzenlemiş ve verilenleri matematikselleştirmiştir. Bu sebeple birinci grupta yer alan Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler için B yeterliği Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. İkinci grupta yer alan Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenlerin kendi aralarında gerçekleştirdiği diyalog ise şu şekildedir.

Ö4: Başlangıç 6 metre. Yani şurası (oluşturulan tahmini grafikteki başlangıcı göstererek) 6. Şurası (grafikteki bitişi göstererek) da 9 metre olacak.

Ö3: Tepe noktalarını sivri yapmayalım. Gerçekçi değil.

Ö4: Eğim de önemli.

Ö1: Evet 5,67'yi geçmemeli.

Ö4: Bide mesafe 100 m.

Ö1: Karşı bölü komşu 5,67 mi?

Ö4: Eğim ne kadar çok olursa heyecan o kadar çok olacak ya, o yüzden eğimi en fazla değer olan 5,67 alalım.

Ö1: Bence en zoru bu 100 metreyi kullanmak olacak.

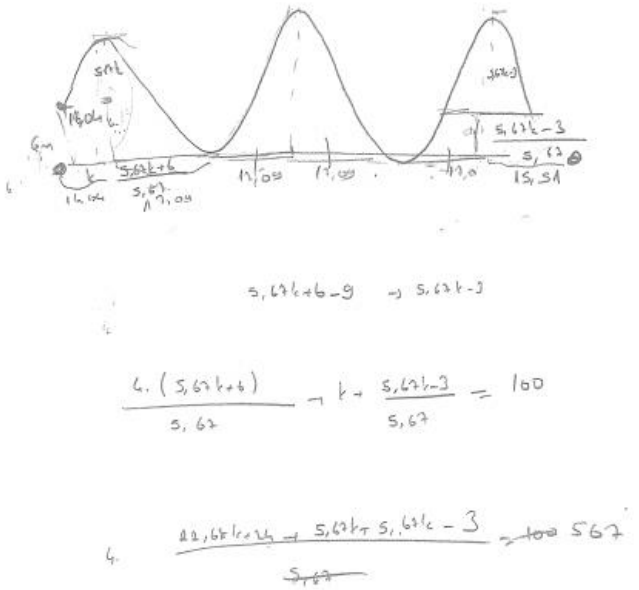
Ö4: Evet ya. Bide 3 yerde iniş çıkış isteniyor.

Ö3: Evet 3 tane tepecik yapıcaz şöyle. (Grafikte göstererek)

Ö1:Şimdi bi grafiğe bakalım. Başlangıç 6, bitiş 9 metre bu tamam. Bu roller coaster yolu 100 metre olacak. Şimdi bu eğimi halledelim.

Ö3: Eğim değeri de çok garip 5,67. Biz 6 alsak olmuyor di mi? En fazla 5,67 diyo.

Şekil 25. *Grup 2'in Roller Coaster Etkinliği İçin Oluşturduğu Çözüm*



İkinci grupta yer alan öğretmenlerin kendi aralarında gerçekleştirdiği diyalog ve çözümleri göz önüne alındığında öğretmenlerin tamamı B yeterliği için Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Çünkü başlangıçta oluşturdukları grafiği verilen ve istenilen durumlara göre düzenleyip, nitelikler arası ilişki kurmaya çalışmışlardır. Ayrıca veriler arası matematikselleştirme de yapan öğretmenler bu yeterliği Ölçüt 2 seviyesinde sergilemektedir.

Diğer etkinlik olan İzmir Saat Kulesi etkinliğinde ise öğretmen yeterlikleri bir öğretmen hariç Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Ö2: (Araştırmacıya doğru) Hocam ben bu gözlükle kuleye yaklaşabiliyor muyum?

A: Deneyebilirsiniz.

Ö2: Aa evet oldu. Bi dakika ben 1.74 boyum. Ben merdivene çıkamıyorum doğal olarak. Ama aşağıdan kapının şurasına (etkinlik kağıdındaki görseli göstererek) geliyorum. Biraz daha yukarıyı alırsam merdivene çıktığımı düşünsem 1,90 olarak yerden yukarıyı düşünebilirim. Hatta bi dakka. Şurda ağacın yanında bi adam var. Onun boyu ile ağacı kıyaslarsam adamı ortalama 1,80 alayım. Ağaç adamın 6 katı. Kule de ağacın 2 katı. O zaman kule adamın boyunun 12 katı. O zaman kulenin boyu yaklaşık 25 metre.

Şekil 26. *Ö2'nNin İzmir Saat Kulesi Etkinliğini Çözüm Süreci*



Şekil 27. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Cardboard ile Etkinlik Çözümü*



Ö4: Ben kapının yanındaki karoları saydım (cardboard gözlük kullanarak). 6 tane karo var üst üste. Biri yaklaşık 50 cm olsa kapı 3 metre olur. Kapı (cetvelle ölçüm yaparak) 1 cm'ye denk geliyor. Kulenin tamamı ise 6,5 cm. O zaman kule 19,5 metre. Yani benim cevabım yaklaşık 20 metre.

Ö3: Ya kağıttan yorum yapılmıyor ki. Gözlükle yerdeki taşları sayabiliyorum. Yani ne kadar uzaktayım kuleye belirleyebiliyorum. Mesela şuradaki ağaç ile kulenin arasında kaç metre var onu karoları sayarak bulabilirim. Yerde 30 tane karo var. Bir karoyu 30 cm alsam yaklaşık 9 metre yapar. Sonra kulenin tepe noktasını düşünüp Pisagor yapabilirim diye düşündüm. O da 18 ile 20 metre arası değişir. Yaklaşır 20 metre demek istiyorum.

Şekil 28. *Ö3 ve Ö5 Kodlu Öğretmenlerin İzmir Saat Kulesi Etkinliğinin Çözüm Sürecinde Cardboard Kullanımı*



Ö5: Yani şimdi gözlükle bakınca yerdeki gölgeler dikkatimi çekiyor. Hani ağaç ile kulenin gölge boylarını karşılaştırabilirim diye düşünüyorum. Ama gölgenin

tamamını görmem için biraz yürümem gerekiyor. Yerdeki karoları sayarak ilerliyorum. Ağacın gölgesinde yaklaşık 12 karo var. Aslında tam 12 değil de. 12 denebilir. Kulenin gölgesi, yok bu karoların dışına çıkıyor. Gölge ile olmadı. Ağacın kendi boyu ile kulenin boyunu karşılaştırayım. Ağaç yanındaki kişinin kaç katı bi bakayım. 2,5 katı. Ağaç ortalama 5 metre yani. Kule de ağacın 6 katı. O zaman kule 30 metre civarı.

Ö1: Ben görseli incelediğimde tahminen 20 metre demek istiyorum.

Görüldüğü gibi etkinlik çözümüne dair gerçekleştirilen süreçte öğretmenler ilk tahmin üzerine yansımalar yapıp matematiksel işlemler ile o tahminlerini desteklemeye çalışmışlardır. Bu sebeple bu etkinlikte öğretmenlerden Ö1 hariç tüm öğretmenler Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Ö1 ise A yeterliğinde ifade ettiği tahminini desteklemeye yönelik herhangi bir matematiksel yansıma yapmamış, yine tahmini bir ifade ile cevabını dile getirmiştir. Halbuki B yeterliği için öğretmenlerden beklenen, oluşturulan ilk tahmin üzerine yansımalar yapıp bunu matematiksel olarak desteklemektir. Ö1 kodlu öğretmen bu etkinlikte matematiksel olarak herhangi bir yorumda bulunmamış, bu sebeple de Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Sonraki etkinlik olan Satranç Tahtası ekinliğinde öğretmenler genel olarak durumu matematiksel olarak ifade etmişlerdir. Şöyle ki problem durumunda ifade edilen buğday sayısı mı ağırlığınca altın mı sorusu için güncel altın ve buğday fiyatlarını web üzerinden karşılaştırarak durumu matematiksel dile çevirmişlerdir.

Ö4: Ya sadece 64. karedeki buğday sayısı bile o kadar fazla ki. Toplamı çok uçuk bi miktar yani. Sadece 64. kare için bile 16 milyon gram buğday gerekiyor ki bu gerçekten çok büyük ki ben azaltarak yaklaşıyorum sayılara.

Ö5: Ben de toplamı bulmadım henüz ama zaten bence gerek de yok. Sadece son karedeki buğday miktarı için 16 ton buğday gerekiyor. Buğdayın fiyatı da 1 tonu 1350 lira. Bu sadece 64. kare için 86400 lira demek.

Ö1: Ben de arkadaşlar gibi düşünüyorum. İşlem yapmadım aslında çünkü rakamlar tam ifadeler değil.

Ö3: Ben toplamı buldum. 2 üzeri 64 eksi 1. Yani maliyet çok yüksek. Ama adam ortalama 70 kilo olsa altın 217,9 liraymış. Ortalama 220 lira desek 15400 lira yapıyor. Yani buğday daha pahalıya denk geliyor.

Ö2: Şimdi şöyle düşündüm. Genel bi toplam bulsak bile sayılar çok büyük ve yorum yapmayı zorlaştırıyor. Ama 64. karede kaç buğday olduğunu buldum. 2 üzeri 63. 2 üzeri 10'un 1024 olduğunu biliyorum. Bu sayı bunun 6. kuvvetinden daha büyük. Aslında ben altın pahalı diye düşünmüştüm ama bu hesaplara göre buğday daha pahalıya geliyor.

Görüldüğü gibi öğretmenlerden dördü problem durumunu çözebilmek için verilenleri matematiksel olarak ifade etmiş ve oluşturdukları tahminlerini matematiksel olarak desteklemeye çalışmışlardır. Bu yüzden bu dört öğretmen için B yeterliği Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Ancak Ö1 kodlu öğretmen matematiksel herhangi bir gösterim seçme

yoluna gitmemiş, diğer öğretmenlerin fikirlerine katıldığını dile getirmiştir. Bu sebeple Ö1 kodlu öğretmen için B yeterliği Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

9. haftada çözümü gerçekleştirilen Su Deposu etkinliğinde grup çalışması yapan öğretmenler başlangıçta tahmini grafiklerini oluşturmuşlardır. Ardından öğretmenlerden beklenen görsellere bağlı olarak oluşturdukları bu grafikleri matematiksel olarak desteklemeleri ve grafiklerin son halini vermeleridir.

Şekil 29. *Grup 2'nin Su Deposu Etkinliğini Çözme Süreci*



Grup çalışması şeklinde gerçekleştirilen süreçte Grup 1'de bulunan Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenlerin Depo-1 için gerçekleştirdikleri diyalogları aşağıdaki şekildedir.

Ö5: Depoyu bölsek bölgelere ayırarak grafiği yorumlamamız kolay olur.

Ö3: Şöyle mi? (Etkinlik kağıdını göstererek) h, 2h, 3h gibi eşit olarak bölelim.

Ö5: Aynen aynen. Bölelim. Sonra grafiği de bölelim. Yükseklik-hacim grafiği ya. Yüksekliği de h, 2h, 3h bölelim. Hacim için de yorum yapalım. Mesela orta kısım düz ya düz bi artış.

Ö3: Ha burası dar hızlı dolar.

Ö5: Aynen.

Grup 1, diğer depo modelleri için de aynı kriterleri göz önüne almış ve benzer matematiksel işlemlerle grafikleri yorumlamışlardır. Depo-1 için, Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenler depoyu bütün olarak, Depo-2 için 4 parçaya ayırarak, Depo-3 için 3 parçaya ayırarak ve Depo-4 için 2 parçaya ayırarak hacim artışını kıyaslamış ve grafikleri bu durumları göz önüne alarak düzenlemişlerdir. Yani matematiksel işlemler ile verileri düzenlemiş ve grafiklerin son halini almasını sağlamışlardır. Bu sebeple Grup 1'de yer alan Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenler için B yeterliği Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Grup 2'de yer alan Ö1, Ö2 ve Ö4 kodlu öğretmenlerin kendi aralarında gerçekleştirdiği diyalog aşağıdaki gibidir.

Ö2: Türevden mi yapıcaz?

Ö4: Sayısal bilgi yok ki. Bence tahmini yükseklikler alıp özellikle şu kırılma olacak bölgelerden ayırarak çizicez grafiği. Tahmini bişe demiştik. Şimdi onu yükseklik h'lar şeklinde ekleyip düzenliycez bence.

Ö2: Tamam sen mi ayırıyosun bölgelere?

Ö4: Olur. Bence 1. depoyu 3'e ayırmamız lazım.

Ö2: Aynen. h1, h2, h3 diye ayıralım.

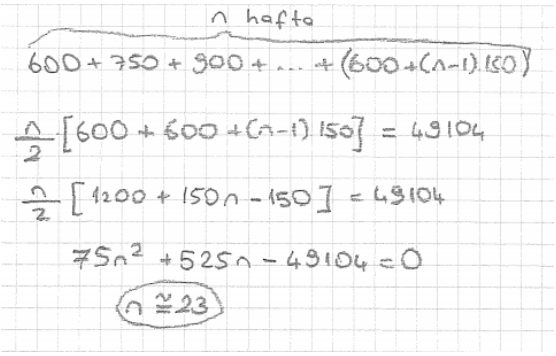
Ö4: Olabilir ama eşit gibiler. h, h, h mı desek?

Ö1: Olur bencede eşit.

Görüldüğü gibi Ö2 ve Ö4 kodlu öğretmenler taslak olarak oluşturdukları grafikleri matematiksel olarak desteklemeye çalışmışlar, ancak Ö1 kodlu öğretmen grup arkadaşlarını dinlemekle yetinmiş, çözüme dair herhangi bir fikir beyan etmemiştir. Bu durum diğer depo modellerinde de aynı şekilde devam etmiştir. Bu sebeple Ö2 ve Ö4 kodlu öğretmenler B yeterliği için Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiş, fakat Ö1 kodlu öğretmen herhangi bir fikir sunmadığı ve bu süreçte grupta yer alan diğer öğretmenlere herhangi bir destek sağlamadığı için B yeterliği, Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Sonraki hafta Obezite Problemi etkinliğini öğretmenler, grup çalışması şeklinde çözmüşlerdir. 1. grupta yer alan öğretmenler sadece yüzme etkinliğini seçerek yüzmeye dair bir çözüme ulaşmışlar, diğer etkinlikleri seçmesi durumunda kaç hafta gereklidir sorusunu akıllarına getirmemişlerdir. Ardından araştırmacı tarafından farklı egzersiz için de model oluşturulabileceği ifade edilmiş, böylece öğretmenler diğer egzersizlere ait de çözümler ortaya koymuşlardır. Dolayısıyla Obezite Problemi etkinliğinde B yeterliği için oluşturulan modeli farklı egzersizlerde deneme ölçütü Grup 1'de bulunan öğretmenler için Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 30. *Grup 1'in Obezite Problemi Etkinliğine Ait Model Çözümü*



2. grupta yer alan öğretmenler ise problem durumunu anlamlandıramadıkları için herhangi bir egzersize dair çözüme ulaşamamış, dolayısıyla da bir model ortaya koyamamışlardır. Herhangi bir egzersize yönelik çözüme ulaşamayan öğretmenler diğer egzersizleri de göz önünde bulundurmamışlardır. Dolayısıyla Grup 2'de yer alan öğretmenlerin B yeterliği Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Son etkinlik olan Mayon Yanardağı etkinliğinde öğretmenler problem durumu üzerine tahminlerini dile getirmiş ancak sayısal işlemler yapabilmek için hesap makinesine ihtiyaç duyulacağını belirtmişlerdir. Bunun üzerine araştırmacı cep telefonlarında bulunan hesap makinelerini kullanabileceklerini ifade etmiştir.

Ö2: Ben ilk yıllardan beri bakıp ilişki kurmaya çalışmıştım ama son 100 yıldaki verilere bakarak diyormuş. O yüzden son 100 yıldaki patlama sayısını göz önüne alarak bir genelleme oluşturmaya çalıştım. 10 yıllık periyotlarla patlama sayılarını yazdım. Tam bi örüntü olmasa da bir genelleme yapmak mümkün.

Ö5: Son 100 yıl mı diyordu? Ben 100 yıllık periyotlarla baktım. 1800'ler 1900'ler ve 2000'ler şeklinde.

Ö4: Ben 1900'lerden başlayarak son 100 yılı dikkate alarak başladım.

Ö1: Ben fark etmedim son 100 yıl ifadesini.

A: (Ö3 kodlu öğretmene) Siz fark ettiniz mi son 100 yıl ifadesini?

Ö3: Yok hayır.

Ö4: Başlarda 26 yılda 21 yılda falan var ama 2000 den sonra her yıl 1 kere olmuş. Hatta 2006 da 2 kere olmuş. Yani her yıl olacağını varsayabiliriz.

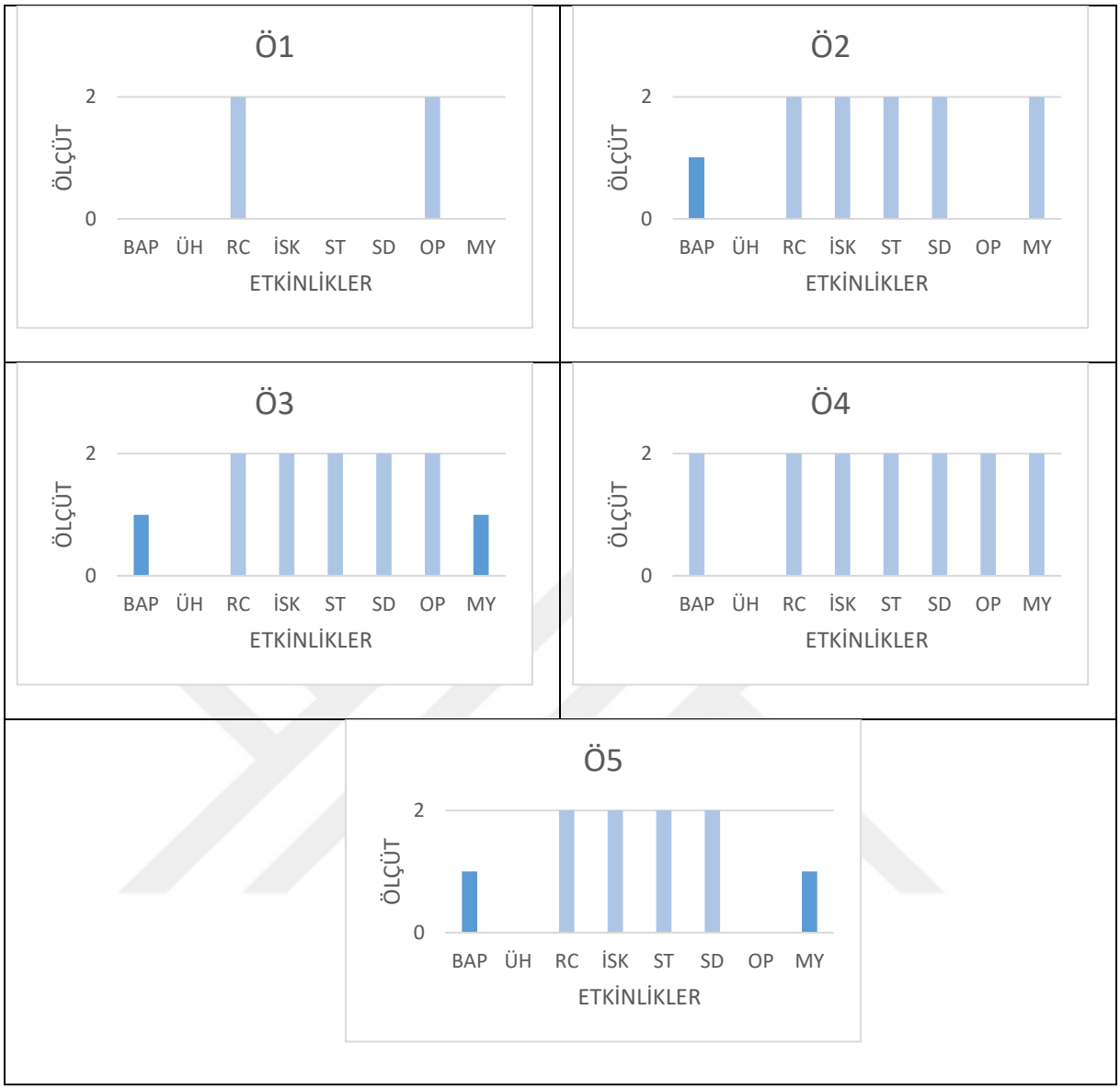
Ö5: Ay olarak değerlendirdiğimizde Temmuz-Ağustos arası çok fazla patlama olmuş. Ve 1800'lerde 31 defa patlama olmuş. 1900 lere gelince daha az patlama olduğunu görüyoruz. Hatta 2000'lerde biraz daha düşmüş. Aritmetik ortalamadan yola çıkarsak 2018 için düşündüğümüzde de daha az patlama olacağını düşünüyorum. 2018 temmuz diyorum ben.

Ö3: Ben 1600'lerden başlayarak incelemiştim ve etkinlikteki son 100 yıl ifadesi dikkatimi çekmemişti. Ama ben daha önceki bir etkinlikte olduğu gibi grafik çizerek doğrusallık bakmayı düşündüm. Regresyon yani.

Ö1: Örüntü bulmaya çalıştım ama yok. Yapamıycam galiba.

Yukarıdaki diyalog göz önüne alındığında öğretmenlerden yalnız ikisinin (Ö2 ve Ö4) gerekli-gereksiz bilgiyi ayırt edebildiği görülmektedir. Ayrıca Ö1 kodlu öğretmen dışında diğer öğretmenlerin matematiksel yansımalar yapmaya çalıştığı ve tahminlerini matematiksel olarak desteklemeye çalıştıkları görülmektedir. Bu sebeple Ö1 kodlu öğretmen Ölçüt 0, Ö2 ve Ö4 kodlu öğretmenler Ölçüt 2 ve diğerleri de Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 31. *Öğretmenlerin B Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı*



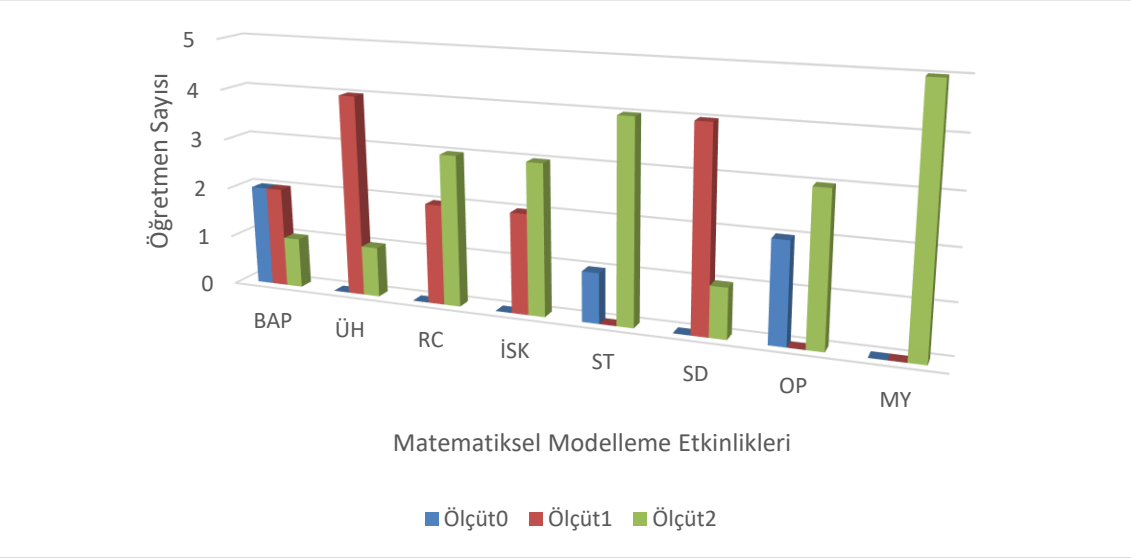
Bu bölümde sunulan bulgular incelendiğinde B yeterliği ile ilgili genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmüştür. Ancak Ö1 kodlu öğretmen dışında etkinliğin doğasına, öğretmenlerin öğretim sürecine katılımına ve grup çalışmalarına dahil olmasına bağlı olarak B yeterliğinde artışlar olduğu görülmüştür. Üretim Hatası etkinliğinde hiçbir öğretmenin beklenilen performansı sergileyemediği, Roller Coaster etkinliğinde ise tüm öğretmenlerin Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği ön plana çıkmıştır.

C. Oluşturulan Matematiksel Model ile Matematiksel Problemleri Çözme Yeterliği ile İlgili Bulgular

Bu araştırmada oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler göz önüne alınarak oluşturulan ölçütler çerçevesinde nitel olarak analiz edilmiştir. Bu doğrultuda bu bölümde, tasarlanan öğrenme ortamında, öğretmenlerin oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme

yeterliğinin süreç içindeki gelişimi incelenmiştir. Grupça veya bireysel yürütülen matematiksel modelleme etkinliklerine ait videolar, yazılı dokümanlar ve alan notları göz önüne alınarak bulgular sunulmuştur. Grup veya bireysel çalışmalardaki yeterlikler ve yeterlik ölçütleri her öğretmen adayı için bireysel olarak belirlenmiştir. Takip eden bölümde her yeterliğin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafik verilmiş ve gelişimleri, süreç içinde yaşananlar ile ifade edilmiştir. Öğretmenler tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en iyi şekilde ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Şekil 32. *Öğretmenlerin C Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı*



Şekil 34'te görüldüğü gibi süreç sonuna doğru C yeterliğinin gelişiminin artış gösterdiği görülmektedir. Büyük Ayak Problemi ilk etkinlik olması sebebiyle Ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen sayısı fazladır. İlerleyen etkinliklerde ise gerek öğretmenlerin sürece katılımı gerekse de etkinliğin doğası gereği C yeterliğine ait değerlendirmelerde Ölçüt 2 olarak belirlenen öğretmen yeterliklerinin sayısı artmıştır. Ayrıca süreçteki ölçüt değerlendirmeler göz önüne alındığında öğrenme ortamının C yeterliği konusunda olumlu yansımalar gerçekleştirdiği düşünülmektedir.

İlk etkinlik olan Büyük Ayak Problemi etkinliğinde öğretmenlerin C yeterliğini belirlemek adına öncelikle kendilerinin oluşturdukları model ile problemi çözmeleri, karmaşık gelen durumları kendilerince basitleştirmeleri beklenmiştir. Öğretmenlerin çözüme ulaşamadığı bazı durumlarda ise araştırmacı tarafından yönerge kullanılmıştır.

> *Ö4: Ortalamalarını alırsak verilerin bu resimdeki ayak numarası yaklaşık 40-41 numara.*

Şekil 33. *Ö2'nin Oluşturduğu Matematiksel Modeli Anlatma Süreci*



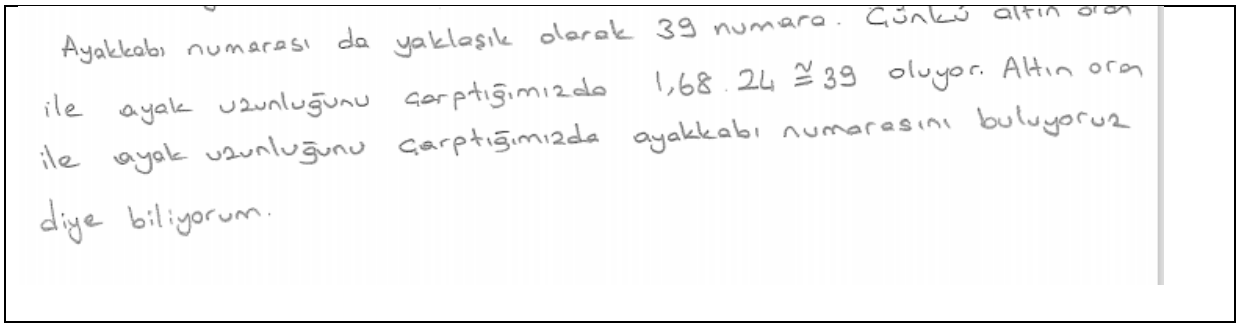
Ö2: (Yukarıdaki resimde gösterdiği gibi) Şöyle hocam ya bi insanın ayak ölçüsü şu kadardır. Şöyle ölçsek mi acaba? O zaman çok da büyük çıkmıyo. 38 numara falan duruyo. Ama kol ile kişi boyunu nasıl hesaplarım. Ha evet altın orandan. Şimdi bu kısım 24 cm. O zaman elin uzunluğu 14 cm. Yani kolun dirseğine kadar 38 cm. Bide üst kolun alt kola oranı da altın oranmış şimdi baktım internetten. O zaman üst kol da 40 cm. Yani bir kol uzunluğu 78 cm. İki kolun boyunun toplamı kendi boyumuzu verir ama kafa hariç. 1,56 bide kafayı eklesek üstüne yaklaşık 1,70 boylarında biri.

A: Hocam şimdi ne yaptığınızı tekrar eder misiniz? Yani hangi verileri kullandınız?

Ö2: Ben bu resimdeki ayak uzunluğu ile kişinin kol boyunu ordan da boyunu buldum. Böylece kişi hakkında yorum yapabilicem.

Ö3: Ben de altın oranı kullandım model olarak ve ayakkabı numarasını buldum.

Şekil 34. *Ö3'ün Oluşturduğu Model İle Problemi Çözme Süreci*


Ayakkabı numarası da yaklaşık olarak 39 numara. Çünkü altın oran
ile ayak uzunluğunu çarptığımızda 1,68 . 24 ≅ 39 oluyor. Altın oran
ile ayak uzunluğunu çarptığımızda ayakkabı numarasını buluyoruz
diye biliyorum.

Ö1: Ben ayağın eninin 5 cm olmasına takıldım. Çok garip değil mi?

Ö4: Evet bu ayağın boyu normalden çok ince.

A: Normal derken, normal olan kaç cm?

Ö1: Yani ben bir bayan olarak benim 7 cm ki incedir de ayağım. Bu ayak da o yüzden bana çok ince geldi.

A: Peki siz ayağın eninden yola çıkarak mı bir model geliştirdiniz?

Ö1: Evet önce onu düşündüm eni ile bir yorum yapmayı denedim ancak bir genelleme elde edemedim.

Ö5: Bana da eni çok az geldi o yüzden yorumlarken cılız zayıf biridir diye yorumladım ama matematiksel bir işleme dahi edemedim enini.

A: (Ö5'e yönelik) Peki siz nasıl yaklaştınız?

Ö5: Ben resimdeki derinlikten kilo hakkında yorum yapmayı düşündüm ama bunun için bir kum üzerinde falan bizlerin ayak derinliğinin ölçülmesi gerektiğini fark ettim. O yüzden kilolarınızı sormaktan vazgeçtim. Burdaki veri seti ile (Ö4'ün not ettiği) altın oran geldi aklıma ama altın orana ne kadar yaklaşırsa o kadar güzel olur. Ama herkes için ölçüler altın orana yakın olacak diye bişey yok. O yüzden ondan da vazgeçtim. Aritmetik ortalamaya bakarak (Ö4'ün yaptığı aritmetik ortalama ile) yorum yapıcam.

A: Anladım. Hepinizin oluşturduğu matematiksel modelleri dinledik. Peki sizce oluşturduğunuz bu matematiksel modellerle benzer problemler çözülebilir mi?

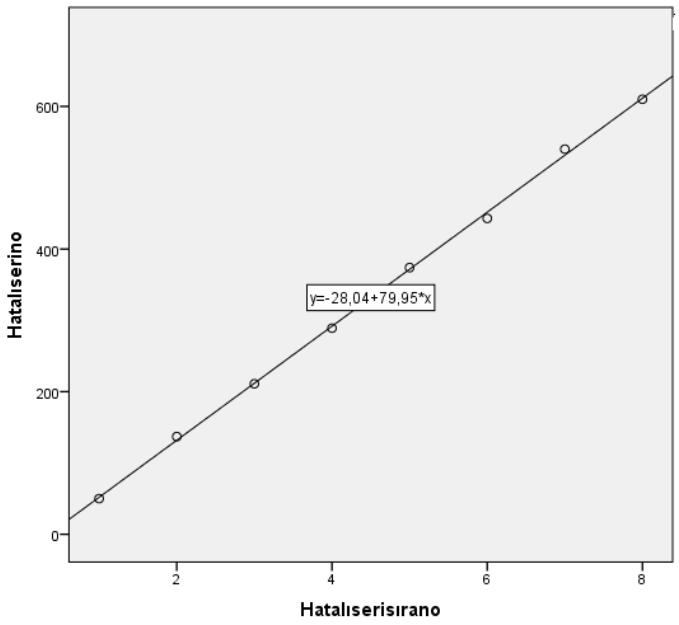
Ö4: Mesela araba gidiyo, araba yüklü iken bıraktığı lastik izi ile yükünü boşaltmışken oluşan lastik izini farkedebiliyosun. Bunun sayesinde işte kaçakçılık, yük boşaltılmış hani ya da değiştirilmiş onları tespit edebiliyorlar hocam. O yüzden ayak izi problemi kullanışlı ve dikkat çekici bence.

Ö3: Evet doğru.

Ö1: Sanki başka da oluşturulmaz gibi.

Yukarıdaki diyalogdan görüldüğü gibi öğretmenler birer matematiksel model oluşturmak için düşündükleri süreçleri anlatmışlardır. Ö1 kodlu öğretmen ayağın eni ile yaklaşarak bir matematiksel model oluşturmayı düşünmüş ancak bir sonuca varamamış; farklı bir model oluşturma yoluna gitmemiştir. Ö5 kodlu öğretmen ise farklı yollar düşünmüş ancak onlarla bir sonuca varamamıştır. Ardından kendisi matematiksel bir çözüm süreci gerçekleştirmeyerek, Ö4 kodlu öğretmenin oluşturduğu veri seti ve aritmetik ortalama ile bir sonuca ulaşmıştır. Diğer öğretmenler ise kendi oluşturdukları matematiksel modeller ile sonuca ulaşmışlardır. Ardından oluşturulan matematiksel modeller ile benzer problemlerin çözülüp çözülemeyeceği yönergesi araştırmacı tarafından sorulmuş sadece Ö4 kodlu öğretmen tarafından problem cevaplandırılmıştır. Bütün bunlar göz önüne alındığında Ö4 kodlu öğretmen Ölçüt 2; Ö2 ve Ö3 kodlu öğretmenler Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir. Ö5 kodlu öğretmen ise model oluşturma yolunda farklı fikirler oluşturmuş ancak nihai bir sonuca ulaşamadığından Ölçüt 0; benzer şekilde Ö1 kodlu öğretmen ise matematiksel model oluşturup çözme adına bir veri sunmadığından Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Üretim Hatası etkinliğinde araştırmacının yönergeleri ile regresyon yapılarak bir matematiksel model oluşturulmuş ve öğretmenler tarafından gerekli matematiksel bilgiler kullanılarak işlemler gerçekleştirilmiştir.



Ö1: Lineer. Yani aslında veriler birbirinden tamamen bağımsız değil.

A: SPSS de regresyon yaptığımız zaman da bize doğrusal bir grafik ve denklemini veriyor.

Ö1: Aritmetik ortalama ile bulduk ya az önce bi ifade. Ö1 dedi hatta 80 diye. Aslında burdaki 79,952 ifadesi de aritmetik ortalama.

Ö5: Ve burda görünen regresyon eğrisinin denklemi y= 79,952x- 28,036 şeklinde. Bunu da 80x-28 olarak alırız zaten.

A: Evet. Peki buna göre sonraki üç seriyi bulabilir miyiz?

Ö2: Tabiki. 9, 10 ve 11 i yerine koyarak.

A: Evet doğru. Peki diğer soruya bakalım. Fabrikanın üretim bantlarının yeniden yapılandırılmasına gerek olup olmadığına karar vermek için ilk 50.000 seriden kaçının hatalı üretim olabileceğini tahmin ediniz, demiş. Bunun için nasıl bir yaklaşım sergilersiniz?

Ö3: Denklemi ona eşitleyerek.

A: (Ö4'e yönelerek) Az önce siz bi yorum getirmiştiniz. Her yüzlükte ortalama 1 tane hatalı seri çıkıyor diye. Ordan da yaklaşılabilir mi?

Ö4: Hı hı evet. Ordan yaklaşık 500 tane en az deriz ama denklem üzerinden gidince 624 tanesi hatalı çıkıcak.

Ö3: Şöyle bişey yapsak 7 tane yüzlükte 8 tane hatalı seri varsa 50.000 de 500 tane yüzlük var. 500 tane yüzlük te kaç tane hatalı seri vardır dersek 571 çıkar.

A: Elbette bakılabilir.

Ö4: Ben direkt doğrusal denklemde yerine koydum. Hangi değerin 50.000 e denk geleceğini buldum. O da 625. oluyo. Bu da 50.028 oluyo aslında. Bu da demek oluyo ki 50.000 e kadar en az 624 tanesi hatalı seri.

Ö2: Ben şuna karar verdim. Her yüzlükte bir tane hatalı var. O yüzden 500 tane dedim. Biraz deneme-yanılma gibi.

Elif: Ben aritmetik ortalamayı 80 bulmuştum. Yani her 80 de 1 tane hatalı seri var diyerek baktım. 50000 i 80 e bölünce de 625 çıkıyor. Yani denklemle elde edilen değere en yakın değer.

Öğretmenler SPSS programı ile oluşturulan matematiksel modelin ardından, matematiksel bilgiyi kullanarak çözüme ulaşmışlardır. Araştırmacı tarafından oluşturulan bu matematiksel model ile benzer problemler çözülebilir mi sorusu öğretmenlere yöneltilmiş, yalnızca Ö4 kodlu öğretmenden "*Edilen kar veya zarar için de kullanılabilir olduğunu düşünüyorum."* şeklinde bir yorum gelmiştir. Üretim Hatası etkinliğinde C yeterliğinin ölçütü kabul edilen matematiksel bilgiyi kullanarak problemi çözme ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirerek matematiksel modeli yorumlama, Ö4 kodlu öğretmen tarafından gerçekleştirilmiş ve Ölçüt 2 olarak değerlendirilmesini sağlamıştır. Diğer öğretmenler ise matematiksel bilgiyi kullanarak problemi çözmüş ancak benzer problemlerle ilişkilendirememişlerdir. Bu sebeple Ölçüt 1 olarak değerlendirilmişlerdir.

6. haftada çözümü gerçekleştirilen Roller Coaster etkinliğinde 1. grupta yer alan Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler verilen şartlara uygun hale getirdikleri grafik için matematiksel işlemleri tamamlamış, gerekli çözümleri yapmışlardır. Benzer şekilde 2. grupta yer alan Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler de matematiksel bilgiyi kullanarak gerekli işlemleri yapmışlardır. Ardından araştırmacı "problemi benzer problemlerle ilişkilendirmek" için yönergesini sunmuş ve öğretmenler aşağıdaki şekilde cevaplar vermişlerdir.

Ö2: Lunaparktan başka böyle bi durum nerelerde kullanılabilir çok bilmiyorum açıkçası.

Ö4: Aslında kullanım alanı yine geniş. Mesela yol yapımında, virajlarda, baraj yapımında mesela çünkü eğim çok önemli.

Ö1: Bişeyi tasarlarken matematiği nasıl kullanabileceğimize dair küçük de olsa bi fikir edinmiş olduk. Yani bu lunapark olmak zorunda değil. Ev yapımı falan da olabilir.

Ö3: Evet. Mesela bunları tasarlayanların matematikçiler olduğu pek bilinmez. Öğrenci de soruyo ya zaten matematik nerde diye. İşte matematik her yerde. Bu etkinlik güzel oldu. Eğimin olduğu her yerde benzer modeller kullanılabilir. Kayak pisti mesela.

Ö4: Ya da öğrenci için gidip baktınız lunaparkta. Bunun güvenli olduğunu anlamak için ne yapmak lazım diyebiliriz. Eğimine bakmak lazım.

Ö5: Öğrenciye sorulabilir tabi. Bi hız trenine baktınız neye göre binip binmeme kararı alırsınız falan.

Görüldüğü gibi Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler probleme benzer ve farklı problemler oluşturulabileceğini ifade etmiştir. Ancak Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler arkadaşlarını dinleyip onaylamayı tercih etmiş ve herhangi bir fikir dile getirmemişlerdir. Tüm öğretmenler

matematiksel bilgiyi kullanarak çözümleri yapmış ve grafiğin son halini almasını sağlamışlardır. Bu sebeple problemi benzer problemlerle ilişkilendiren Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler Ölçüt 2, ilişkilendirme yapmayan Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler ise Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

İzmir Saat Kulesi etkinliğinin matematiksel model oluşturma sürecinde Ö1 kodlu öğretmen dışında tüm öğretmenler birer matematiksel model oluşturmuşlardır. Bu süreçte oluşturdukları matematiksel modeli matematiksel bilgiyi kullanarak çözüme ulaştırmışlardır. Problem durumunun ve çözüm sürecinin ilgi çekici olduğunu ifade eden öğretmenlerin ardından Ö4 kodlu öğretmen herhangi bir yönerge olmaksızın problemi benzer problemlerle ilişkilendirmiştir.

> *Ö4: Taşınma esnasında bu eşya bu kapıdan geçer mi veya dışardayım masaya örtü alıcam masanın ölçüleri ne olabilir şeklinde aslına hep düşünürüz. Bence aynı mantık yani. Tahmin ediyoruz sonuçta.*
>
> Ö4 kodlu öğretmenin bu söyleminin ardından diğer öğretmenlerde herhangi bir yönergeye gerek kalmaksızın kendi düşüncelerini dile getirmişlerdir.
>
> *Ö1: Tahmin olan her yerde kullanılır bu doğru. Yani birine hediye alırken boy kilo aslında tahmin edip bu ona olur diyoruz.*
>
> *Ö3: Evet doğru bu benim de aklıma gelmişti.*
>
> *Ö2: Ya da aldığımız ürünler bu dolaba sığar sığmaz deyip aslında boyutunu tahmin ediyoruz.*
>
> *Ö5: Şey olabilir mi mesela bi hırka bulduk bu kimin olabilir diye kişileri tahmin etme. Sonuçta hem hırkanın hem kişinin boyutlarını göz önüne alıyoruz.*
>
> *Ö3: Olur bence.*

Yukarıdaki diyalog göz önüne alındığında Ö3 kodlu öğretmen dışında tüm öğretmenler problemi benzer problemlerle ilişkilendirmişlerdir. Ö1 kodlu öğretmen ise öncesinde bir matematiksel model oluşturamadığından matematiksel bir çözüm gerçekleştirememiştir. Ancak Ö2, Ö4 ve Ö5 kodlu öğretmenler hem matematiksel çözümler yapmış hem de problemi benzer problemlerle ilişkilendirmişlerdir. Bu sebeple Ö1 ve Ö3 kodlu öğretmenler Ölçüt 1, diğerleri ise Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Satranç Tahtası etkinliğinde öğretmenlerin dördü (Ö1 hariç) matematiksel model oluşturmuş ve çözmüşlerdi. Altın ve buğday fiyatlarını internetten karşılaştırarak çözümü yapan öğretmenlerin bu aşamada problemi benzer problemlerle karşılaştırmaları için araştırmacı tarafından "*Peki sizce oluşturduğunuz bu matematiksel modellerle benzer problemler çözülebilir mi?*" yönergesi sorulmuştur.

> *Ö4: Benim aklıma bişe gelmedi.*
>
> *Ö2: Ben de düşünüyorum ama yok gibi sanki.*

Ö3: Nüfus artış problemleri olabilir aslında. Yani mesela bir toplumun nüfusu her yıl bir öncekinin şu kadarı kadar artıyor ya da azalıyor şeklinde mesela.

Ö5: Ağacın boyunun uzaması da olabilir. Her yıl ½ katı kadar artıyor denebilir.

Ö1: Ben de şeyi hatırlıyorum ama. Tavşanların çoğalması ile ilgili bi soru. Ama şimdi tam hatırlayamadım. 1 çift tavşan var. Sonraki ay sanırım 2 yavruları oluyo. Sonra onların yavruları olunca 4. Bu şekilde ilerliyordu sanırım. Yani tavşanların çoğalması durumu bu soruyla benzerlik gösteriyo. Ve çözüm şekli de burda oluşan model ile mümkün.

Ö4: Şimdi sen deyince bu örneği ben de hatırladım. Fibonacci'ydi sanki.

Görüldüğü gibi öğretmenlerden Ö2 ve Ö4 probleme benzer durumlar için yorum yapamamışlar ancak oluşturdukları matematiksel modelleri çözmüşlerdir. Bu sebeple Ö2 ve Ö4 kodlu öğretmenler Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir. Ö1 kodlu öğretmen ise matematiksel model oluşturamadığından çözüme gidememiş ancak problemi benzer durumlar için yorumlayabilmiştir. Bu sebeple Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir. Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenler ise hem oluşturdukları matematiksel modelleri çözmüş hem de problemi benzer problem durumları ile ilişkilendirmişlerdir. Bu sebeple Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenler Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

9. haftada çözümü gerçekleştirilen Su Deposu etkinliğinde öğretmenler grup çalışması ile matematiksel bilgiyi kullanarak depo modellerine ait grafikleri çizmişlerdir. Yapılan çözümün ardından etkinlikte yer alan depo modellerinin dışında iki farklı modelde cam su şişesi sınıfa getirilmiş ve öğretmenlerden bu şişelerin içine su doldurulması durumunda yükseklik-hacim grafiğinin nasıl olacağı sorulmuştur. Ardından farklı şekilleri olan şişelerden biri 1. gruba, diğeri 2. gruba verilmiştir. Sonrasında şişelerin içine öğretmenler tarafından su doldurulmuş ve belli noktalarından işaretlenerek su, musluk yardımı ile boşaltılmaya başlanmıştır. Kronometre tutularak su boşaltılmış ve buna bağlı olarak gruplar kendi grafiklerini çizmişlerdir. Ardından gruplar birbirlerine ait şişe modeli ile grafiği yorumlamışlardır.

1. gruba ait diyalog aşağıdadır:

Ö5: (Ö3'e yönelerek) Bu su şişesini de kağıttaki gibi bölelim. 4'e bölebiliriz. Burası dar çünkü.

Ö3: Tamam bencede. 4 doğru.

Şekil 35. *Grup 1'in Su Şişesi*



2. gruba ait diyalog aşağıda verilmiştir:

Ö4: Şişeyi 3 bölüm olarak düşünücez bence.

Ö1: Tam kapağa kadar su dolduracaksak burda bi artış var. 4'e bölelim.

Ö2: Yok bence şu kısım yeterli. (şişe üzerindeki c noktasını göstererek)

Ö1: Ha tamam o zaman 3.

Şekil 36. *Grup 2'nin Su Şişesi*



Ardından gruplar kendilerine ait olan şişelerin içine su doldurmuşlar ve kronometre ile suyun bahsi geçen bölümlerdeki boşalma hızını belirlemişlerdir. Grup 1'de bulunan Ö3 ve Ö5, şişeyi 4 bölüm olarak ele almışlardır. En üste yer alan ilk bölümde bulunan su dereceli bardağa boşaltılmış ve 1100 ml olan bu bölümden su 13 saniyede; bir alt kademede bulunan su 1100 ml olup 10 saniyede; 3. bölümdeki su 2000 ml olup 15 saniyede ve en alt kademede bulunan su 1000 ml olup 9 saniyede boşalmıştır. Grup 2'de bulunan Ö1, Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler ise şişeyi 3 bölüme ayırmıştır. En üste yer alan ilk bölümdeki su 1000 ml olup 10 saniyede, ikinci bölüm olan orta kısımda 4050 ml su olup 31 saniyede, en alt kademede

bulunan su ise 1000 ml olup 10 saniyede boşalmıştır. Buna bağlı olarak öğretmenler kendi gruplarına ait grafikleri çizmişlerdir. Ardından gruplar birbirlerinin çizdiği grafikleri incelemiş ve kendilerinin de aynı şeyleri düşünüp yapacaklarını ifade etmişlerdir. Gruplarda bulunan tüm öğretmenler süreçte aktif rol almış ve çözüm sürecine dahil olmuşlardır. Problem durumunun ise fizik dersinde yer alan hız-zaman problemlerinde aslında sürekli kullanıldığını ifade eden Ö2 kodlu öğretmene diğer öğretmenlerden destek gelmiştir. Ancak benzer problemlerle ilişkilendirme adına herhangi bir fikir oluşturulamamıştır. Bu sebeple Ö2 kodlu öğretmen Ölçüt 2, diğer öğretmenler ise Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

Sonraki etkinlik olan Obezite Problemi etkinliğinde öğretmenler grup çalışması şeklinde etkinliği çözmüşlerdir. 1. grupta yer alan öğretmenler tek bir etkinlik için çözüme ulaşmış, 2. gruptaki öğretmenler ise herhangi bir çözüme ulaşamamışlardır. Bu sebeple araştırmacı tarafından farklı egzersizleri de göz önünde bulundurmaları için çözümün detaylandırılabilmesi adına yönerge sunulmuştur. Bunun ardından Grup 1'de yer alan Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler "Tenis oynamak, voleybol oynamak ve yürüyüş yapmak" egzersizleri için de çözümler ortaya koymuşlardır. Ancak Grup 2'de yer alan Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler problem çözümünü anlamlandıramadıklarından, başlangıçta tek egzersiz için dahi çözüm oluşturamadıklarından farklı egzersizlere yönelik de herhangi bir çözüme ulaşamamışlardır. Yani, Grup 1'de yer alan öğretmenler farklı egzersizler için modeller oluşturabilmiş, Grup 2'de yer alan öğretmenler ise model oluşturamamıştır. Obezite Problemi etkinliğinde C yeterliğinin ölçütü ise farklı egzersizler için oluşturulan modelleri değerlendirme ve modeli benzer problemlerle ilişkilendirmektir.

Ö2: Problem karışık geldi bana. Başka problemlerle ilişki kuramadım.

Ö5: Aynen bende.

Ö3: Aslında problemin çözümü karışık gibi çözümü kolaydı. Sadece diyetisyen için değil aslında günlük hayatta farklı alanlarda da kullanılabilir bu tarz şeyler. Mesela ağacın boyunun uzaması için fizikte oluyo ya güneş enerjisi ile şu kadar, su verilince şu kadar gibi. Bence o tarz problemlerle de ilişkilendirilebilir.

Ö4: Telefon faturası tarifeleri de varya. Hangi tarife sana en uygun. Onu tespit ederken de bu yaklaşımla aynı yaklaşıyoruz. Burda Can'a uygun egzersizi belirlemeye çalıştık. Orda da karşı tarafa en uygun tarifeyi belirlemek amaç.

Ö1: Aslında kullanışlı bir model oldu. Bir çok egzersizi hatırlamış olduk. Arkadaşların dediği mantıklı geldi ama yeni fikir aklıma gelmiyor. Onlara katılıyorum.

Ö5: Ben de (Ö2'yi göstererek) katılıyorum. Belki biz anlamlandıramadığımız için kullanışlı değil gibi düşünmüş olabiliriz. Ama arkadaşlar söyleyince mantıklı geldi. Birisi için en uygun durumu seçmek, ona çözüm sunmak zaten modellemenin doğası. Böyle düşününce kullanım alanı geniş gibi geliyor.

A: Peki arkadaşlar konu, hikaye benzerliğinin dışında çözüm sürecinde oluşturduğunuz modelleri düşünürsek. Bu modellerle ya da buna benzer modellerle ne gibi problemleri çözebiliriz ya da çözebilir miyiz?

Ö4: Tabi çözebiliriz. Biz burda genel bir toplam ifadesi bulduk. Aritmetik dizi ile. Dolayısıyla kullanım alanı geniş. Aritmetik dizinin olduğu her yerde kullanılır.

Ö3: Aslında oran-orantı modelini de kullandık çözüm sürecinde ama. Yani oran orantının kullanımı çok yaygın. Her yerde kullanabiliriz. Ama tabi asıl modelimiz aritmetik dizi.

Ö1: Aritmetik dizinin günlük hayatta kullanımı için yorum getirmek zor. Çünkü hep formül gibi sorular üzerinde çözüme gidiliyo gibi.

Görüldüğü gibi Ö3 ve Ö4 problem durumunu benzer problemlerle ilişkilendirmiş ve farklı egzersizler için modeller oluşturmuşlardır. Ö1 kodlu öğretmen ise problem durumunu benzer problemlerle ilişkilendirmek için yeni bir fikir ortaya koymamış, diğer arkadaşlarının dile getirdiği durumlara katıldığını ifade etmiştir. Ancak Ö1 bulunduğu grup itibari ile diğer egzersizler için model oluşturmuştur.

Ö1: Mesela biz tenis için baktık. Orda haftalık 5 dakika arttıkça 20 kalorinin de arttığını gördük. Voleybol ve yürüyüş için 5 dakika artınca 15 kalori attığını gördük. Ama mesela biz ilk önce yüzmeyi seçmiştik. Orda 5 dakika artırınca 50 kalori artıyor. O yüzden hedeflediği gruba daha erken geçmesi için bu tarz egzersizler seçmeli.

Ö3: Aynen. Yüzme gibi, basketbol oynamak gibi daha yüksek kalori harcayacak egzersizleri seçmesi daha çabuk sonuç getirir. Biz mektubu böyle yazdık.

Ö2: Biz sonuca ulaşamadık bir egzersiz için bile işin içinden çıkamadık. Başlangıçta 20 dakika yazıyo diye biz 20 dakikalık egzersiz olacak sandık.

Ö4: Oran-orantı ile hepsinin 20 dakikalık kısmını hesaplayabilirdiniz aslında.

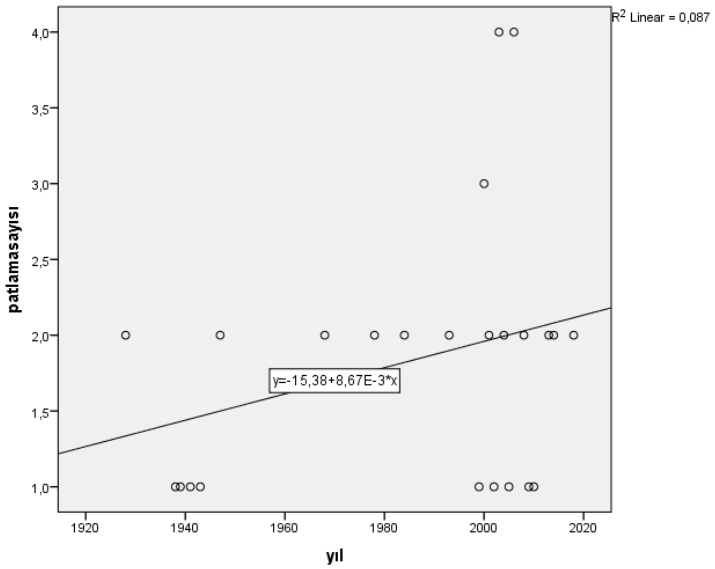
Ö5: İşte biz soruyu yanlış anladık.

Ö4: Hmm. Biz de zaten arkadaşlar söyledi farklı egzersizler denedik. Mantıklı olan daha az sürede daha çok kalori harcanan egzersizi seçmek.

Grup 1'de yer alan öğretmenler problemi farklı egzersizler için denemiş oldukları için bu aşamada da bu egzersizler üzerine yorumlar yapılabilmiştir. Ancak Grup 2'de bulunan öğretmenler farklı egzersizler üzerine herhangi bir yorum oluşturamamışlardır. Bütün bunlar göz önüne alındığında Ö1 kodlu öğretmen Ölçüt 1; Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler Ölçüt 0; Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Son hafta çözümü gerçekleştirilen Mayon Yanardağı etkinliğinde Ö3 kodlu öğretmenin ifade ettiği regresyon durumu için araştırmacı tarafından veriler SPSS programına girilmiş ve aşağıdaki grafik oluşturulmuştur.

Şekil 37. *Mayon Yanardağı Etkinliğine Ait Regresyon Grafiği*



Ö3: Aslında grafiğe bakınca zoraki doğrusallık oluşturulmuş gibi.

A: Nasıl yani?

Ö3: Yani mesela 4 kez patlamanın olduğu yıllar var onlar çok dışarda kalmış. Ama yine de verileri bi yerine koyup bakalım. Mesela ben 1928 yılı için denedim. 2,34 çıktı. Yani 2 patlama düşünelim, oldu. 2019 için bakınca 3,17 yani en az 3 patlama gibi düşünebiliriz.

Ö2: Şu uç değerler yani 4 patlamalar için değerler olmuyo. Mesela ben 2003 için baktım. 3,02 çıkıyo. Yani 3 patlama. Halbuki o yıl 4 patlama olmuş.

Ö4: Yani sonuçta bu bir tahmin. Hiç patlama olmayadabilir. Amacımız tahminlerimizi destekleyecek yollar aramak. Bu regresyon eğrisi bence iyi oldu. Daha net fikirler elde ediyoruz.

Ö1: Evet bencede. Ben örüntü aramıştım bi sonuca ulaşamamıştım. Böyle iyi oldu.

A: Peki bu problemi benzer problemlerle ilişkilendirebilir miyiz?

Ö3: Ben zaten hatalı üretim yapan bir fabrika etkinliğimiz vardı onunla ilişkilendirdim. Çünkü o da tahmindi.

A: Peki başka neler olabilir?

Ö2: Yani yanardağ patlaması olursa deprem de olabilir. Mesela deprem bilimciler sürekli uyarıyor ya Ege'de ve Marmara'da büyük bi deprem bekleniyor diye. Muhtemelen onların da matematiksel modelleri vardır.

Ö4: Şey geldi benim de aklıma. Yani doğal afetler dışında. Mesela bankadasınız ve sıra size tahminen ne zaman gelir. Kaç kişi var önünüzde. Bir kişinin işlemi kaç dakika sürüyor, kaç farklı yerden işlem yapılıyor. Farklı değişkenler göz önüne alınarak tahmin oluşturma sonuçta.

Ö5: Benim de aklıma define haritaları geldi ama matematiksel yaklaşım nasıl olur bilemedim. Gerçi ölçme olayı var işin içinde. Yok bide o bununla pek ilgili olmadı.

A: Peki arkadaşlar konu, hikaye benzerliğinin dışında çözüm sürecinde oluşturduğunuz modelleri düşünürsek. Bu modellerle ya da buna benzer modellerle ne gibi problemleri çözebiliriz ya da çözebilir miyiz?

Ö3: Oluşturduğumuz model regresyon eğrisi ve burdaki doğrusal denklem.

Ö4: Doğrusal denklemin kullanım alanı geniş. Mesela çocukları doktora götürüyoruz. Boy kilo değerlerine bakarak gelişim hakkında yorum yapılıyor. Aslında orda da doğrusal bir denklem var. Gelişim az mı iyi mi ona göre yorumluyorlar.

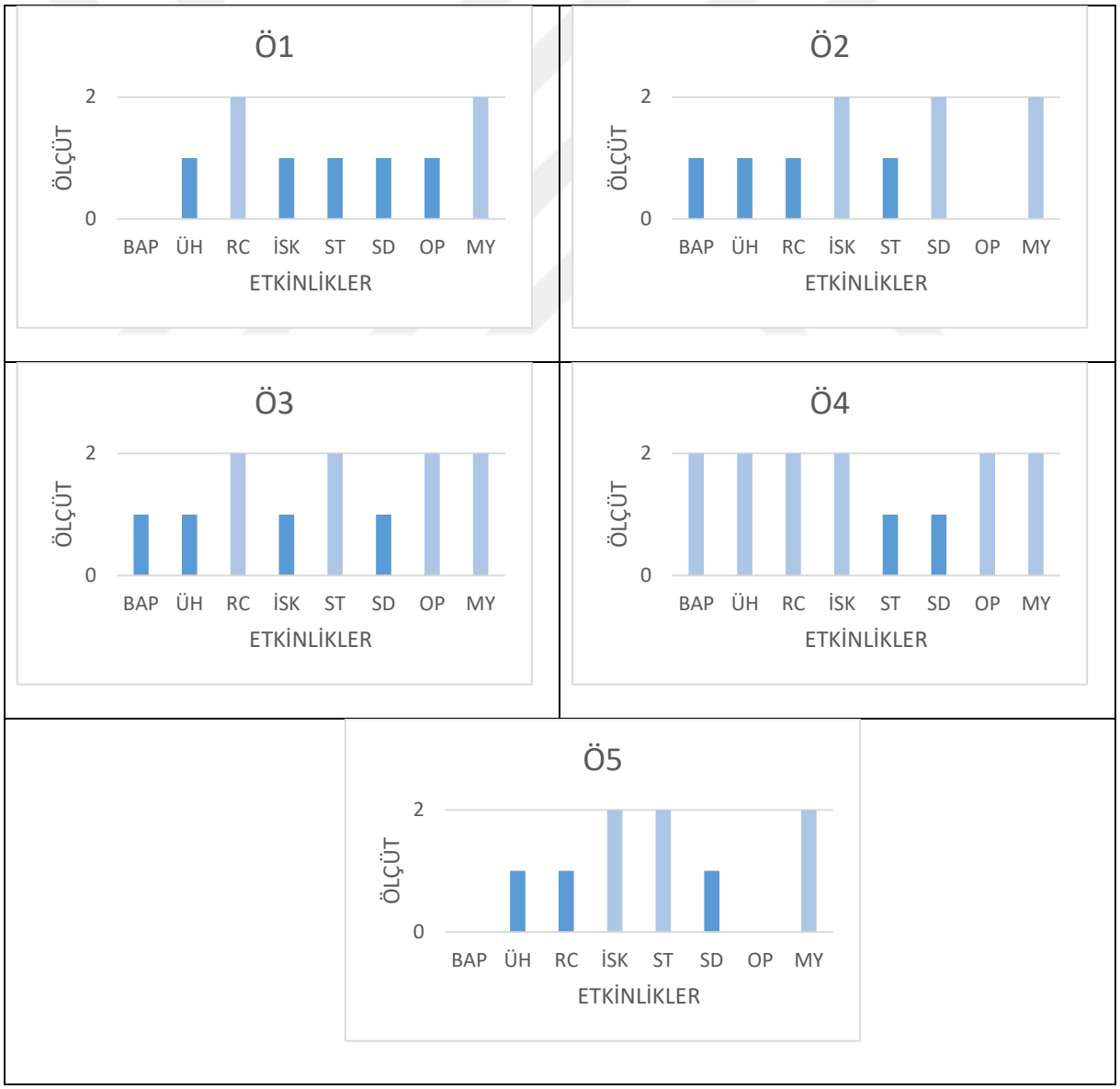
Ö2: Havadaki basınç miktarı ile nemlilik oranı mesela.

Ö5: Aynen örnekler çoğaltılabilir. Fizikte mesela. $d = \frac{m}{v}$ *hepimiz biliriz.*

Ö1: Yol=Hız x Zaman da çok bilindik bir denklem. Yani doğrusal denklem örneği günlük hayatta çokça kullanılıyor.

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde bütün öğretmenlerin oluşturulan modeli benzer problemlerle ilişkilendirebildiği görülmektedir. Bu sebeple tüm öğretmenler C yeterliği için Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 38. *Öğretmenlerin C Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı*

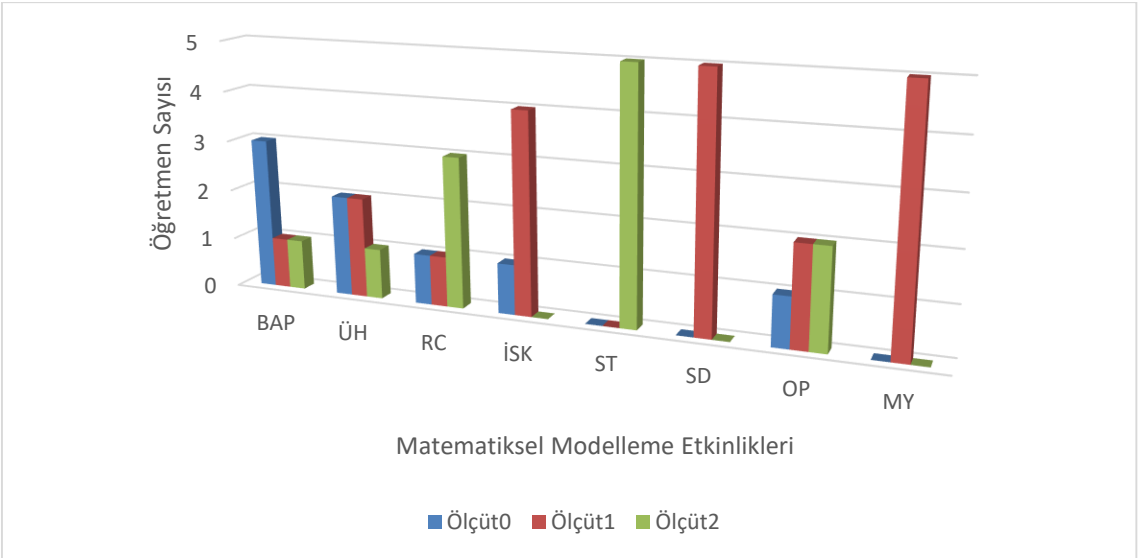


Şekil 40 incelendiğinde öğretmenlerin çoğunun matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları Büyük Ayak Problemi etkinliğinde C yeterliğinin Ölçüt 2 olarak değerlendirilmediği; ilerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmenlerin etkin katılımına bağlı olarak C yeterliğinde artış olduğu görülmektedir. Grup çalışmalarında, aynı grupta bulunan kişilerin birbirlerini hem olumlu hem de olumsuz olarak etkiledikleri ve yeterlik gelişiminde benzer gelişim gösterdikleri diğer yeterliklerde olduğu gibi bu yeterlikte de görülmüştür. Grafikler incelendiğinde ise C yeterliği için Ölçüt 0 kriterinin çok az ortaya konduğu, öğretmenlerin genel olarak Ölçüt 1 seviyesinde değerlendirildiği göze çarpmaktadır.

D. Matematiksel Sonuçları Gerçek Durumlarda Yorumlama Yeterliği ile İlgili Bulgular

Bu kısımda matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği, bu yeterlik için ele alınan alt yeterlikler kapsamında incelenmiştir. Bu alt yeterlikler ise, matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterlikleridir. Bu bağlamda oluşturulan öğrenme ortamında, öğretmenlerin elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliğinin süreç içindeki gelişimi, bu alt yeterliklerin gelişimine bağlı olarak oluşturulan ölçütler göz önüne alınarak incelenmiştir. Bireysel ve grup olarak çözümü gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri de bu ölçütlere göre nitel olarak analiz edilmiştir. Ardından D yeterliğinin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafik verilmiş ve gelişim süreç içinde yaşananlara bağlı olarak yorumlanmıştır. Öğretmenler tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en güzel ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Şekil 39. *Öğretmenlerin D Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı*



Şekil 41 incelendiğinde D yeterliği ile ilgili durum süreç ilerledikçe bazı etkinliklerde değişmekte ve Ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen sayısının düşmekte olduğu görülmektedir. Satranç Tahtası ve Su Deposu etkinliklerinde Ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen hiç yokken Obezite Problemi etkinliğinde bir öğretmenin Ölçüt 0 olarak değerlendirildiği görülmektedir. Süreç içerisinde D yeterlik ölçütlerinin dağılımının Ölçüt 1 olarak yoğunlaştığı; genel duruma bakıldığında ise öğrenme ortamının D yeterliğinin gelişiminde olumlu etki ettiği görülmektedir.

İlk etkinlik olan Büyük Ayak Problemi etkinliğinde öğretmenlerin D yeterliğini belirlemek için elde ettikleri matematiksel sonuçları, matematik dışı bağlamlarda yorumlamaları ve özel bir durum için geliştirdikleri çözümleri genellemeleri beklenmiştir.

Ö1: Ben ayağın eninin 5 cm olmasına takıldım. Çok garip değil mi?

Ö4: Evet bu ayağın boyu normalden çok ince.

A: Normal derken, normal olan kaç cm?

Ö1: Yani ben bir bayan olarak benim 7 cm ki incedir de ayağım. Bu ayak da o yüzden bana çok ince geldi.

…

Görüldüğü gibi Ö1 ve Ö4 kodlu öğretmenler oluşturacakları matematiksel model için kullanacakları verileri tespit aşamasında ayağın eninin gerçek bağlamda yorumladıklarında bunun çok da mümkün olmadığını düşünmüşlerdir. Herhangi bir dayanakla bu fikirlerini destekleme yoluna gitmeyen Ö1 ve Ö4 sadece kendileri ile kıyaslayarak matematiksel sonuçları matematik dışı durumlarda yorumlamışlardır.

A: Peki oluşturduğunuz model sadece verilen durum için mi geçerlidir yoksa farklı durumlar için de geçerli olabilir mi?

Ö2: Şimdi hocam hiçbir mahalle muhtarı gelip böyle bişey yapmaz.

Ö4: Mahalle muhtarı öyle yapmaz ama hocam poliste kriminolojik incelemede çok fazla kullanılır bu.

Ö2: Hıu çok mantıklı.

A: Etkinliğin senaryosundan değil de sizlerin oluşturduğu matematiksel modellerin genellenebilirliğinden bahsettim aslında.

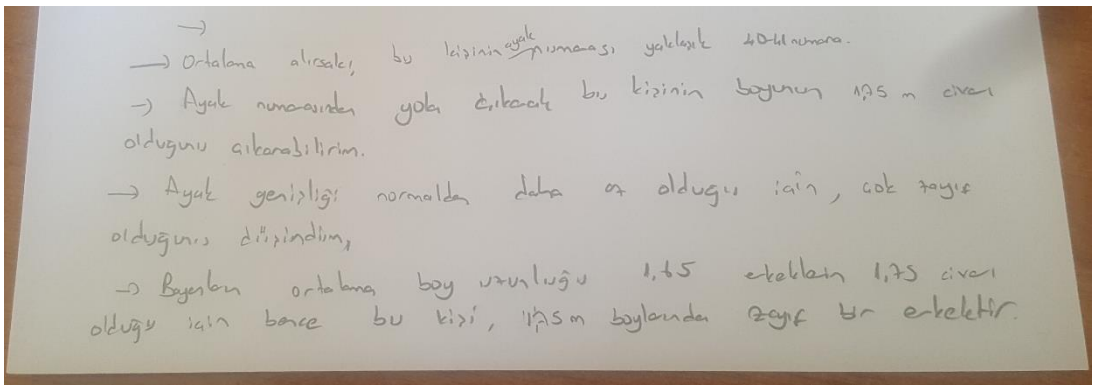
Ö2: Ha anladım. Ben kişilerin kol uzunluğu ile boylarını hesapladım. Bu genellenebilir elbette. Yani iki kol uzunluğu ile kafanın toplamı kişinin boyunu verir bu zaten genel bir ifade. Bu herkes için genellenir dolayısıyla.

Ö3: Benim modelimde ayak uzunluğu ile ayakkabı numarasını bulmak altın oran kullanarak. Bu da genellenebilir ki zaten genel olduğu için ben de kullandım. Yani zaten genel bir ifade olarak biliyodum ben ayak uzunluğu ile altın oranı çarparsak ayakkabı numarasını elde ederiz.

Ö4: Ben aritmetik ortalamayı kullanmıştım. Kişilerin ayak uzunluklarını ve ayakkabı numaralarından. Veri sayısı artırıp daha genel bir ifade elde

edebiliriz, genelleyebiliriz yani. Yani deriz ki şu şu boylardaki kişilerin ayak uzunlukları yaklaşık şu kadar ve şu cinsiyette diye.

Şekil 40. *Ö4'ün Büyük Ayak Problemi Etkinliğine Yönelik Oluşturduğu Modeli Yorumlaması*



Ö1: Bana kalırsa Afrikadaysa erkek, Türkiyede bayan.

Ö2: Ülke coğrafyası önemli tabi ama buraya göre o da biziz. Yani yaşayanlar biziz. Bize göre de o bayan. Grubumuzda erkek de var bayan da var. Yani kıyaslama şansımız var.

Görüldüğü gibi Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler özel bir durum için geliştirdikleri modelleri genelleme adına yorumlar getirmişlerdir. Ancak içlerinden sadece Ö4 kendi oluşturduğu modeli genellenebilir kılacak durumu doğru ifade etmiştir. Diğer öğretmenlerin kullandıkları modeller zaten her birey için doğru kabul edilebilir modeller olduğu için genelleme yoluna gidememişlerdir. Ö5 ve Ö1 kodlu öğretmenler bu süreçte herhangi bir fikir ortaya koyamamıştır. Çünkü daha öncesinde kendilerine özgün birer matematiksel model oluşturamamışlardır. Ancak Ö1 kodlu öğretmen matematiksel verileri, matematik dışı bağlamlarda yorumlama yoluna gittiğinden Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir. Ö4 kodlu öğretmen ise hem matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamış, hem de özel bir durum için geliştirdiği matematiksel modeli genellenebilir kılacak durumu ifade etmiştir. Bu sebeple Ö4 kodlu öğretmen Ölçüt 2 olarak; diğer öğretmenler ise Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Üretim Hatası etkinliğinde araştırmacının yönergeleri ile regresyon yapılarak grupta bulunan öğretmenler için ortak bir matematiksel model oluşturulmuştur. Yapılan çözümlerin ardından matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel bir durum için geliştirilen bu modeli genellemek için öğretmenlere yönergeler sunulmuştur.

A: Oluşturduğumuz model sadece verilen durum için mi geçerlidir yoksa farklı durumlar için de geçerli olabilir mi sizce?Yani bir genelleme yapabilir miyiz?

Ö3: Yani regresyonun kullanıldığı her durum için geçerli olur.

Ö5: Biz zaten genelledik şu an. Genel bir denklem bulduk yani modelimiz bu denklem 80x-28. Yani başka ne genellemesi ben anlamadım.

Ö4: Burda x yerine 1,2,3 falan yazdıkça hatalı seriyi buluyoruz. Demek istenen bu model ile sadece bunları mı bulabiliriz başka bi şekilde de karşımıza çıkar mı?

Ö2: Bence genellenebilir. Yani sadece hatalı seri ile kalmak zorunda değil. Biz bide buna hatalı seriden ne kadar zarar ediyoruz bunu ekleyebiliriz. Ya da hatalı olmayandan ne kadar kar ediyoruz.

Ö4: Aynen az önce benim kasttettiğimde buydu.

Ö2: Evet zaten siz deyince kar-zarar ordan aklıma geldi hocam.

Ö5: Ha anladım şimdi. Genellemeden kasıt bu demek. Bende denklemi bulduk çözdük daha ne isteniyo diyodum.

Ö1: Kar-zarar denilince çok mantıklı geldi bana da. Ama yeni bişey aklıma gelmiyor. Fabrika olunca ürün ve ücret geliyor akla.

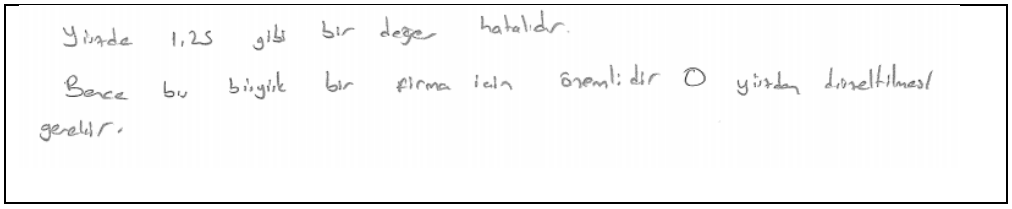
Ö5: Şey olabilir mi? Hani hatalı üründe ortaya çıkan atık miktarı gibi bişey.

A: Biraz açıklar mısınız?

Ö5: Yani şöyle denklemi şöyle kursak. Hangi serilerde hata olduğunu bu denklem ile bulduk ya. Farklı ama benzer bir denklem ile de hatalı ürünlerde ortaya ne kadar atık miktarı oluştuğunu bulabiliriz.

Görüldüğü gibi öğretmenlerden Ö2, Ö4 ve Ö5 kodlu öğretmenler, özel bir durum için oluşturulan matematiksel modeli genelleme yoluna gidebilmiştir. Ancak Ö1 ve Ö3 kodlu öğretmenler bu anlamda fikir ortaya çıkaramamıştır. Ayrıca matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamaya yönelik Ö4 kodlu öğretmenin ifadeleri aşağıdaki gibidir.

Şekil 41. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Üretim Hatası Etkinliğindeki İfadeleri*



Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamaya yönelik sadece Ö4 kodlu öğretmen bir veri ortaya koymuştur ve hata yüzdesinin fazla olduğunu belirtmiştir. Bu sebeple Ö4 kodlu öğretmen Ölçüt 2; Ö3 ve Ö5 kodlu öğretmenler Ölçüt 1; diğerleri ise Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

6. haftada çözümü gerçekleştirilen Roller Coaster etkinliğinde 1. grupta yer alan Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler verilen şartlara uygun hale getirdikleri grafik için matematiksel işlemleri tamamlamış, gerekli çözümleri yapmışlardır. Benzer şekilde 2. grupta yer alan Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler de matematiksel bilgiyi kullanarak gerekli işlemleri yapmışlardır.

Ö2: (Araştırmacıya yönelerek) Şimdi siz diyeceksiniz ki başka nerde geçerli olur bu model?

A: Aynen. Oluşturduğumuz model sadece verilen durum için mi geçerlidir yoksa farklı durumlar için de geçerli olabilir mi diyicem. Yani genelleme yapabilir miyiz?

Ö5: Bence bu özel bir tasarım.

Ö2: Genellemeden kasıt şartları değiştirerek bu çözümden daha genel bir durum elde etmek. Bu zaten özel bir durum.

Ö5: Ha doğru. Geçen haftada konuşmuştuk.

A: Ama bu durumu da kapsayacak. Yani başka bir problem oluşturmıycaz.

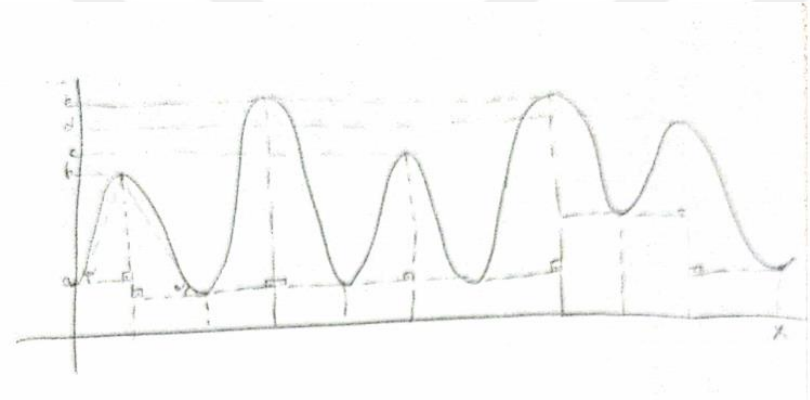
Ö3: Soruda şey diyo ya. Sizin bölümünüz 100 metrelik bölüm diye. 3 kere iniş-çıkış falan. Biz bunların yerine genel ifadeler yazamayız ki.

Ö4: Ama x metrelik bölümde n defa iniş-çıkış yazabiliriz.

Ö2: Evet doğru. Katılıyorum hocama (Ö4'ü göstererek).

A: İfade ettiklerinizi yazabilir misiniz?

Şekil 42. *Grup 2'nin Roller Coaster Etkinliğinde Oluşturduğu Görsel*



Ö4: Aslında olmuyo. Yine de özel şartlar gerektiriyor. Yani eğim açısı genel bir durum olabilir belki standartı budur. Ama diğerleri için de başlangıç bitiş falan bilmemiz gerekiyor.

A: Evet. Ama aslında elde ettiğiniz bu görsel özel durumu genelleme.

Ö5: Biz yapamadık hocam.

Grup 2'de yer alan öğretmenlerden Ö4'ün grup arkadaşlarını da etkileyerek oluşturduğu görsel aslında özel bir durum için geliştirilen modeli genelleme alt yeterliğini ortaya koymaya yönelik bir hamle olarak düşünülebilir. Ancak grupta yer alan Ö1 ve Ö3 kodlu öğretmenler, Ö4 kodlu öğretmeni dinlemekle ve görseli izlemekle yetinmişler, grup çalışmasına herhangi bir katkıda bulunmamışlardır. Ayrıca matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamaya yönelik Grup 1'de yer alan öğretmenlerin ifadeleri aşağıdaki gibidir.

Ö5: Hızı azaldıkça heyecan azalır. O yüzden bence tepe noktalarında heyecan olmaz.

Ö2: Ama o zamanda yükseklikten dolayı heyecan olur.

Ö5: Bizden istenen yükseklik heyecanı değil bence. İzlediğimiz şeyi düşün. Yukardayken değil ani değişimlerde heyecanlandık.

Ö2: Doğru diyosun. O zaman dönüm noktalarını işaretleyelim heyecan için.

Grup 2'de yer alan öğretmenler ise tepe noktalardan inişlerde heyecanın artacağını ifade etmiş ancak herhangi bir açıklama getirmemişlerdir.

Yukarıdaki durumlar göz önüne alındığında Grup 1'de bulunan Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler ile Grup 2'de bulunan Ö4 kodlu öğretmen Ölçüt 1, diğerleri ise Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Çünkü D yeterliğinin ölçütü matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel bir durum için geliştirilen modeli genelleme durumlarının aynı anda gerçekleştirilmesidir. Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamış; Ö4 kodlu öğretmen ise özel bir durum için geliştirilen modeli genelleyebilmiştir. Bu sebeple Ö2, Ö4 ve Ö5 kodlu öğretmenlerden hiç biri bu iki durumu aynı anda gerçekleştiremediğinden Ölçüt 1 olarak, diğerleri ise herhangi bir durum ortaya koymadığından Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

7. haftada çözümü gerçekleştirilen İzmir Saat Kulesi etkinliğinde öğretmenler matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayabilmişlerdir. Şöyle ki, kulenin boyunu tahmin ederken etkinlik kağıdı üzerindeki ve coardbord ile gördükleri görsellerden yola çıkmışlardır. Bu görselleri ise, matematik dışı bağlamlarda yorumlayarak sonuca ulaşmışlardır. Ayrıca özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme adına öğretmenler ile şu diyalog gerçekleştirilmiştir.

A: Oluşturduğunuz modeller sadece verilen durum için mi geçerlidir yoksa farklı durumlar için de geçerli olabilir mi sizce?

Ö5: Yani benimki bu durum için geçerli. Çünkü burdaki ağacın boyu ile kulenin boyunu kıyasladım. Yani bunu nasıl genelleyebilirim ki.

Ö2: Aynen bende de aynı durum geçerli. Ağacın yanındaki adamın boyu ile ağacı oranladım. Ağaç ile de kuleyi. Yani hepsi bu görsele özgü şeyler.

Ö4: Yani burda oluşturduğumuz modeller spesifik şeyler hocam. Genel bir model oluşturulamaz bence yani hepimizin cevabı için diyorum.

Ö3: Aynen.

Yukarıdaki diyalog göz önüne alındığında öğretmenlerin matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayabildiği ancak özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleyemedikleri görülmüştür. Ancak Ö1 kodlu öğretmenin önceki yeterlik bulgularından matematiksel bir model oluşturamadığı ve herhangi bir yorum geliştiremediği bilinmektedir. Dolayısıyla Ö1 kodlu öğretmen Ölçüt 0, diğerleri Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

Satranç Tahtası etkinliğinde öğretmenlerin dördü (Ö1 hariç) matematiksel model oluşturmuş ve çözmüşlerdi. Altın ve buğday fiyatlarını karşılaştırırken, altının gram fiyatının

çok yüksek olduğunu dile getirmeleri, Türkiye'nin yıllık buğday üretimini merak edip araştırmaları ve çözüme bağlı olarak rahibin teklifinin ödenebilir olmasının mümkün olmadığını ifade etmeleri tüm öğretmenlerin matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumladıklarını göstermektedir. Ayrıca elde ettikleri matematiksel model ile de genelleme yapabileceklerini söylemeleri, özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleyebildiklerini göstermektedir.

Ö3: Biz burda toplam formülünü kullanarak matematiksel model oluşturduk. Bunu altın fiyatı ile karşılaştırdık. Altın ile buğday yerine başka değerler yazarak yani formülde bu değerleri genel ifadeler alarak genelleyebiliriz.

Ö4: Kesinlikle. Toplam formülünü elde ettikten sonra altın olmuş, gümüş olmuş, para olmuş kıyaslama için genellenebilir.

Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenlerin dile getirdiği ifadeleri diğer öğretmenler de yinelemiş ve hepsi aynı durumları belirtmiştir. Dolayısıyla tüm öğretmenler Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

9. haftada çözümü gerçekleştirilen Su Deposu etkinliğinin çözümünü tamamlayan öğretmenler, su şişeleri ile de birer grafik elde etmişlerdir. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama adına öğretmenler şu diyaloğu gerçekleştirmişlerdir.

Ö3: Türev yorumlamalarını yaptık aslında bu soruda. Geçişlerde falan türevde olduğu gibi yaklaştık. Türevin yorumlamaları da günlük hayatta çok karşılaştığımız bir durum.

Ö1: Maksimum-minimum problemlerindeki gibi.

Ö2: Parçalı fonksiyon da olabilir yani öyle de düşündük sonuçta.

Ö4: Ama halen matematik içindeyiz dışında değil. Benim aklıma gelmiyor bişe.

Ö5: Aynen matematik dışı yorumlayamadık sonuçları. Çünkü sonuçlar anlamlı ve kullanışlı. Tekrar yorumlamaya gerek yok ki. Ama genellenebilir. Şöyle ki biz burdaki şişeleri özel çözümlerle ele aldık ama etkinlikteki zaten genel görüntüydü.

Ö4: Aynen öyle genellenebilir ama matematik dışı bağlamlarda yorumlayamadım ben de hocam.

Yukarıdaki diyalog göz önüne alındığında hiçbir öğretmenin matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamadıkları görülmüştür. Ancak tüm öğretmenler elde ettikleri çözümleri genelleyebilmiştir. Bu sebeple tüm öğretmenler Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

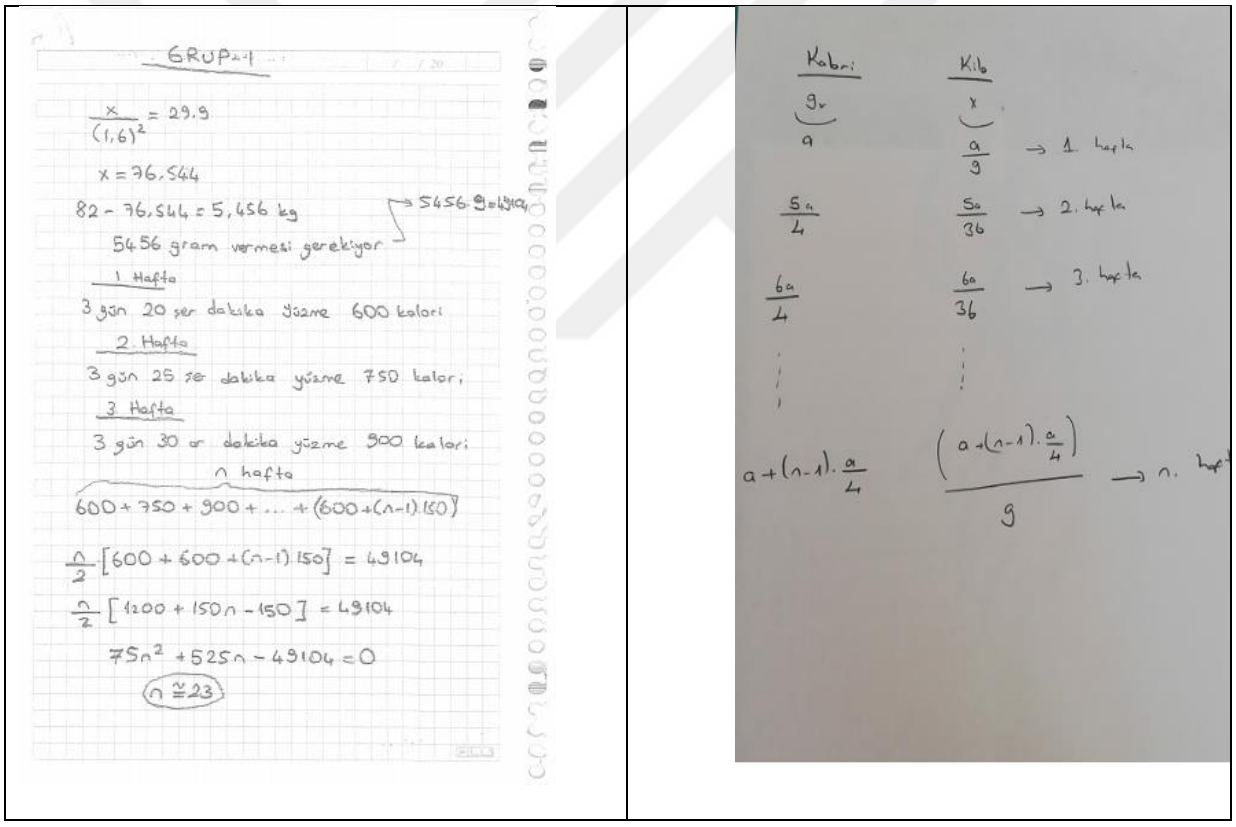
Sonraki etkinlik olan Obezite Problemi etkinliğinde öğretmenler grup çalışması şeklinde etkinliği çözmüşlerdir. 1. grupta yer alan öğretmenler farklı etkinlikler için çözümler ortaya koyarken; 2. gruptaki öğretmenler hiçbir etkinlik için çözüm geliştirememiştir.

Geliştirilen çözümleri matematik dışı bağlamlarda yorumlama adına öğretmenlerle genel bir tartışma ortamı oluşturulmuş ve aşağıdaki diyalog gerçekleştirilmiştir.

> *Ö4: Mantıklı olan daha az sürede daha çok kalori harcanan egzersizi seçmek. Biz burda farklı egzersizler için denerken aslında günlük hayatta en işlevsel olanı da göz önüne almalıyız.*
>
> *Ö2: Evet doğru. En az sürede en çok kalori mantıklı olan.*
>
> *Ö3: Bulduğumuz sonuçlara da bakınca ben zaten öyle derim. En çok kalori harcadığını tercih etsin derim. Çünkü mantıklı olan bu.*

Öğretmenlerden Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler çözümlerini matematik dışı bağlamlarda yorumlama adına düşüncelerini ifade etmiş, Ö1 ve Ö5 kodlu öğretmenler ise herhangi bir fikir dile getirmemiştir. 1. grupta yer alan öğretmenler (Ö1, Ö3 ve Ö4), çözüme ulaşmış; ardından da çözümle ilgili genel bir ifade elde etmişlerdir.

Şekil 43. *1.Grubun Obezite Problemi Ait Çözümü*



Elde ettikleri genel denklemin ardından araştırmacı "Oluşturduğumuz model sadece verilen durum için mi geçerlidir yoksa farklı durumlar için de geçerli olabilir mi sizce?" yönergesini sunmuş ve aşağıdaki cevapları almıştır.

> *Ö1: Mesela yiyecek ekleyerek bu süreçte şu kadar da kalori alıyor denebilir.*
>
> *Ö4: Aynen. Biz bunu konuştuk hatta çözüm yaparken. Diyetlerde boş serbest gün oluyo ya mesela o gün bol kalorili bişey yese diye.*
>
> *Ö3: Ya da haftanın belli günleri yüzme, belli günleri başka bir egzersiz gibi bi genelleme de düşünülebilir.*

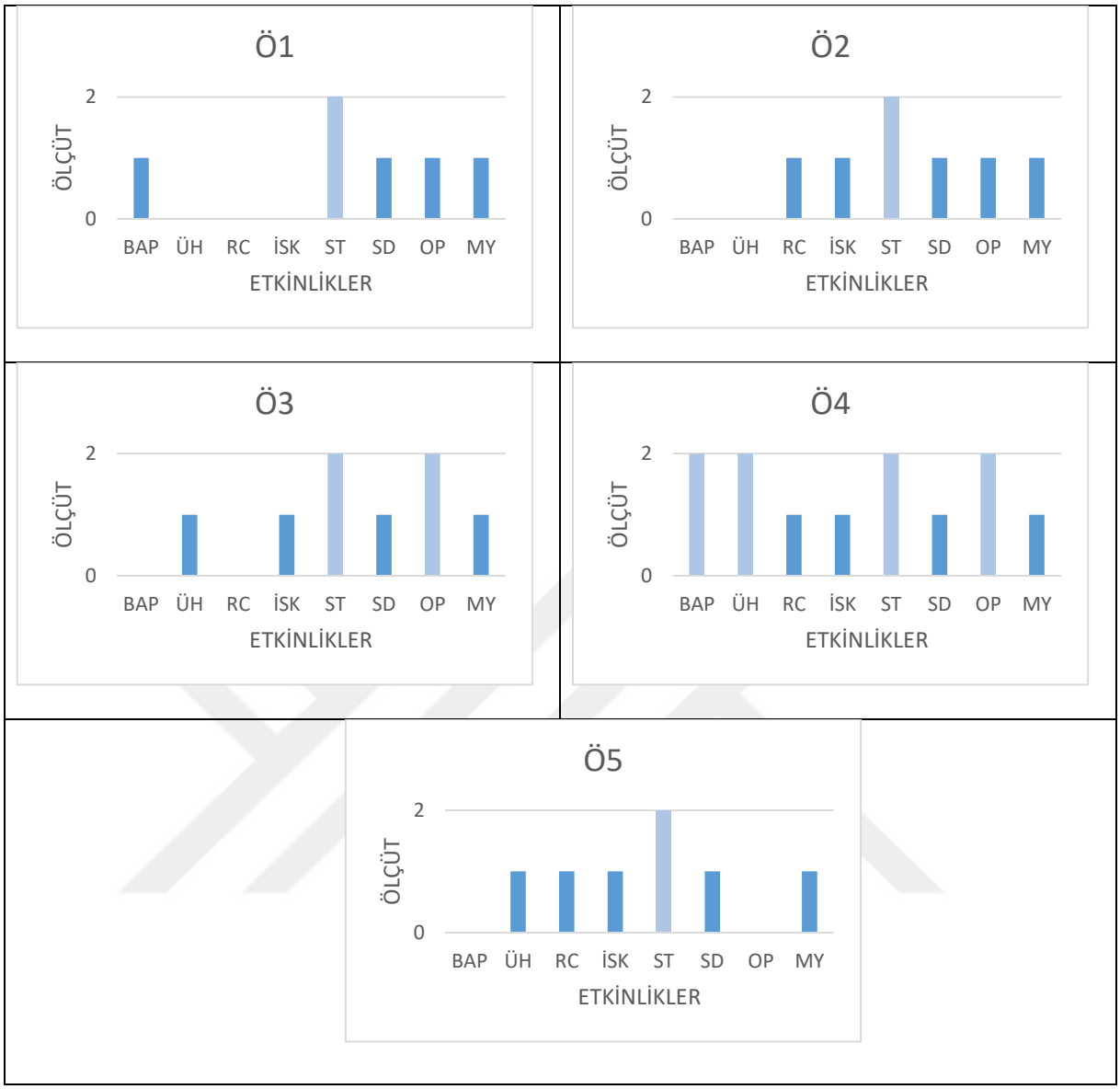
Yukarıdaki diyalog ve çözümler göz önüne alındığında Ö1 kodlu öğretmen, çözümü genelleyebildiği ancak matematik dışı bağlamlarda yorumlayamadığı için Ölçüt 1 olarak; Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler hem çözümü genelleyip hem de matematik dışı bağlamlarda yorumlayabildiği için Ölçüt 2; Ö2 kodlu öğretmen yapılan çözümleri matematik dışı bağlamlarda yorumladığı ancak çözümü genelleyemediği için Ölçüt 1; Ö5 kodlu öğretmen ise hem çözümü genelleyemediği için hem de matematik dışı bağlamlarda yorumlayamadığı için Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Son hafta çözümü gerçekleştirilen Mayon Yanardağı etkinliğinde, SPSS programı ile regresyon eğrisi oluşturulmuş ve genel bir denklem elde edilmiştir. Elde edilen çözümleri matematik dışı bağlamlarda yorumlama yoluna giden öğretmenlerin tamamı aslında yanardağ patlamaları gibi doğal afetlerin önceden saptanamayacağını ancak oluşturulan regresyon eğrisinin çözümü genelleme konusunda önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Yanardağ patlamasında elde edilen çözüme farklı değişkenlerin eklenebileceğini böylece özel bir durum için geliştirilen çözümlerin genellenebileceğini belirtmişlerdir.

> *Ö4: Volkanik patlamalarda neler etkilidir bilmiyorum ama belki iklim etkisi vardır. Öyle bir değişken eklenebilir.*
>
> *Ö1: Aynen. Aslında volkanlarla ilgili araştırma yapabiliriz.*
>
> *(Web üzerinden yanardağ patlamasında etkili olan faktörler nelerdir diye araştırma yapılmıştır.)*
>
> *Ö2: Bilimsel açıklamalar var ancak etki eden faktörler yok.*
>
> *Ö3: Farklı değişkenler eklemek zorunda değiliz ki. Zaten genelleme yaptık.*

Mayon Yanardağı etkinliğinde öğretmenlerin tamamı D yeterliği için Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir. Çünkü özel bir durum için geliştirilen çözümü genelleme yoluna gidememişler ancak matematik dışı bağlamlarda yorumlayabilmişlerdir. Bu sebeple tamamı Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 44. *Öğretmenlerin D Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı*



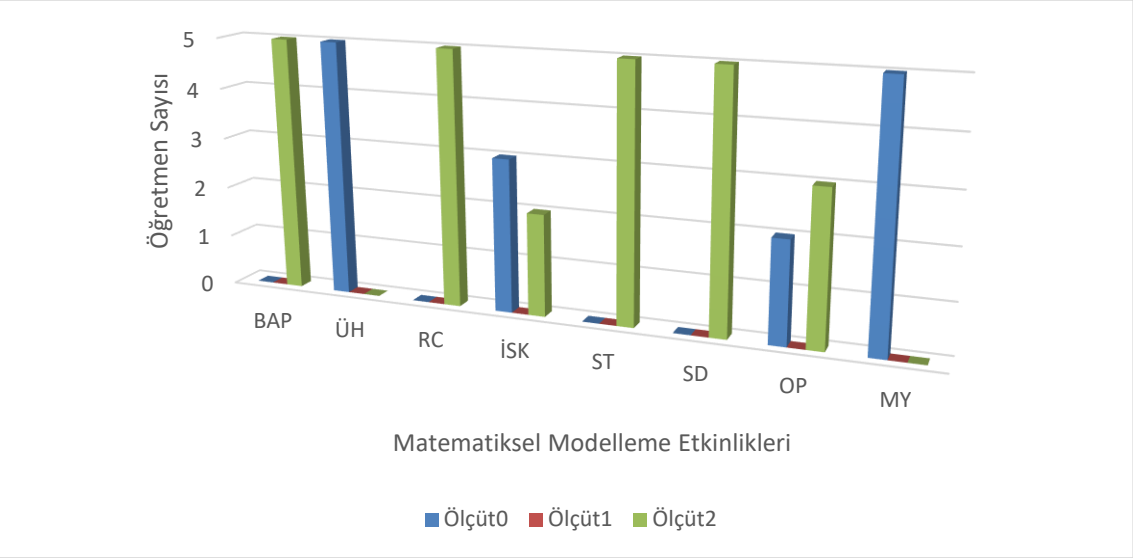
Şekil 46 incelendiğinde öğretmenlerin çoğunun matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları Büyük Ayak Problemi etkinliğinde C yeterliğinin Ölçüt 0 olarak değerlendirildiği görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmenlerin aktif katılımlarına bağlı olarak D yeterliğinin düşük ölçütte de olsa ortaya çıktığı görülmektedir. Satranç Tahtası etkinliğinde öğretmenlerin tamamının Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği göze çarpmaktadır. Ö1 kodlu öğretmen ise süreçte çok aktif olmamasından, düşüncelerini dile getirmemesinden yani D yeterliğine ait beklenen ölçütleri ortaya koymamasından dolayı, Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Sadece Ö4 kodlu öğretmenin tüm etkinlikler için bakıldığında Ölçüt 1 ve Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği; diğer öğretmenlerin de ikişer etkinlik dışında Ölçüt 1 ve Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği görülmektedir. Bu da D yeterliğinin gelişime dirençli olmadıklarını, öğrenme ortamının arzulanan seviyede olmasa da D yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir.

Bu bölümde sunulan bulgular incelendiğinde D yeterliği ile ilgili genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmektedir. Çünkü D yeterliğine ait ölçütler (D1 ve D2 alt yeterlikler) etkinlikler bağlamında farklı ölçütlerde değerlendirilmekte ve süreç içinde farklı dağılım göstermektedir.

E. Çözümü Doğrulama Yeterliği ile İlgili Bulgular

Bu kısımda çözümü doğrulama yeterliği bu yeterliğe ait alt yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının çözümü doğrulama yeterliğinin süreç içindeki gelişimi, bu alt yeterliklerin gelişimine bağlı olarak oluşturulan ölçütler göz önüne alınarak incelenmiştir. Bireysel ve grup olarak çözümü gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri de bu ölçütlere göre nitel olarak analiz edilmiştir. Ardından E yeterliğinin süreç içinde dağılımını gösteren verilere ait grafik verilmiş ve gelişim süreç içinde yaşananlara bağlı olarak yorumlanmıştır. Öğretmenler tarafından sergilenen davranışlar dikkate alınarak, her yeterlik için ölçüt değerlendirmesini en güzel ortaya koyan durumlar doğrudan alıntı olarak verilmiştir.

Şekil 45. *Öğretmenlerin E Yeterliğine Ait Gelişimlerinin Süreç İçindeki Dağılımı*



Şekil 47 incelendiğinde öğretmenlerin E yeterliğine yönelik değerlendirilmelerine yönelik genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmektedir. İlk defa karşılaştıkları Büyük Ayak Problemi etkinliğinde Ölçüt 2 olarak değerlendirilen öğretmenlerin öğretim süreci sonunda Ölçüt 0 olarak değerlendirildiği göze çarpmaktadır. Tabloya genel olarak bakıldığında ise oluşturulan öğrenme ortamının E yeterliğinin gelişimi için "olumlu ya da olumsuz etkileme" konusunda net bir durum ortaya koymadığı düşünülmektedir.

Öğretmenlerin E yeterliğini belirlemek adına, problemi çözmek için diğer çözüm yollarını düşünebilmeleri yani sonucun farklı oluşturulup oluşturulamayacağını belirlemeleri

beklenmiştir. Bu süreçte çalışma grubunda yer alan diğer öğretmenlerin geliştirdiği çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma, avantajlı olan modeli tespit edebilme de bu yeterlik için göz önünde bulundurulmuştur. Çünkü çalışma grubunda birden fazla çözüm ortaya konmuş ve farklı çözüm yolu geliştirmek çoğu kez gerçekleştirilememiştir. Bu sebeple yapılan çözümler üzerine yansımalar yapıp kullanışlı olan çözümü belirlemek E yeterliği için ölçüt olarak belirlenmiştir.

İlk etkinlik olan Büyük Ayak Problemi etkinliğinde öğretmenlerin E yeterliğini belirlemek adına, gerçekleştirilen çözümler üzerine yansımalar yapıp kullanışlı olan modeli belirlemeleri ölçüt olarak ele alınmıştır.

> *A: Problemi çözmek için farklı modeller geliştirdiniz. Peki sizce en kullanışlı olan hangisiydi?*
>
> *Ö2: (Ö4'ü göstererek) En kullanışlı olan aritmetik ortalamaydı bence.*
>
> *A: Ama siz altın oranı tercih ettiniz.*
>
> *Ö2: Evet ama ben öğretmen olduğum için yılmadan sonuca ulaştım. Öğrenci tek tek hepsini yapmaz sıkılır. Öğrenciye anlatmak açısından düşünürsek aritmetik ortalama kullanışlı.*
>
> *Ö5: Ben daha öncede söyledim herkesin ayağı altın orana uyacak değil. Aritmetik ortalama mantıklı.*
>
> *Ö4: Ben aritmetik ortalamayı tercih ettim. Kullanışlı olan da bu bencede. Çünkü veri grubunu artırarak daha gerçekçi sonuçlar elde edebiliriz. Hem öğrenci için de düşünüyorum daha kullanışlı.*
>
> *Ö3: Bence aritmetik ortalamada veri grubunun fazla olması sonuca ulaşmada zorluk oluşturur. Altın oran şöyle mantıklı ayak uzunluğu ile altın oranı çarp ayakkabı numarası sana. Bence gayet güzel ve rahat bir model.*
>
> *Ö1: Bana da aritmetik ortalama veri grubu kalabalık değilse kullanışlı geldi. Ama veri grubu kalabalıksa (Ö3'ü göstererek) haklısınız sıkıntı olabilir. Ama altın oran da kesin mi ben emin olamadım o modelden. O yüzden aritmetik ortalamada gerçek veriler var daha mantıklı gibi.*

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi tüm öğretmenlere tek tek söz hakkı verilerek oluşturulan modeller ve yapılan çözümler hakkında yansımalar yapmaları istenmiştir. Tüm öğretmenler yapılan çözümlerden kendilerince kullanışlı olanı gerekçeleriyle birlikte açıklamışlardır. Bu sebeple tüm öğretmenler Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Üretim Hatası etkinliğinde araştırmacının yönergeleri ile regresyon yapılarak grupta bulunan öğretmenler adına ortak bir matematiksel model oluşturulmuştur. Etkinliğin çözüm sürecinde de değişkenler arası ilişki arama yolunu tercih eden öğretmenlerden hiç biri farklı bir çözüm geliştirememiştir. Var olan model de araştırmacının yönergeleri ile ortaya konmuştur. Dolayısıyla bu etkinlik için tüm öğretmenler Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

6. haftada çözümü gerçekleştirilen Roller Coaster etkinliğinin uygulama süreci grup çalışması şeklinde olup iki çözüm ortaya konmuştur. Gruplar birbirlerinin çözümlerini inceledikten sonra araştırmacı kullanışlı olanın hangisi olduğunu öğretmenlere sormuştur.

1.grup (Ö2 ve Ö5): Bizimki daha iyi. Çünkü biz eğim ve büküm noktalarını da dikkate aldık. Diğer grup almamış. 2.türevi göz önünde bulundurmamış. Sonuçta lise son seviyesinde bir etkinlik için göz önüne alınmalıydı diye düşünüyoruz.

2.grup (Ö1, Ö3 ve Ö4): Evet diğer grup doğru söylüyo. Biz onu akıl edemedik. Sonuçta hızlıdan yavaşa geçtiği ya da yavaştan hızlıya geçtiği nokta bizim için önemliydi. Diğer grubun çözümü daha kullanışlı ve daha anlaşılır diye düşünüyoruz. Aslında aynı şeyleri yapmışız ama biz sadece onu göz önüne almamışız. O da önemli.

Roller Coaster etkinliğinde gruplar birbirlerinin yaptıkları çözümleri incelemiş ve kullanışlı olan çözüm için fikirlerini grup sözcüleri ile beyan etmişlerdir. Bu sebeple tüm öğretmenler Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

7. haftada çözümü gerçekleştirilen İzmir Saat Kulesi etkinliğinde öğretmenlerden biri hariç (Ö1), diğerleri matematiksel çözüm ortaya koymuştur. Bu çözümler üzerine yansımalar yapmak için araştırmacı tarafından yönerge sunularak tüm öğretmelere fikirlerini dile getirmeleri için söz hakkı verilmiştir.

A: Problemi çözmek için birbirinize yakın modeller geliştirdiniz. Birbirlerinize ait çözümleri dinlediniz. Peki sizce en kullanışlı olan hangisiydi?

Ö4: Genel olarak bakınca herkes ağaçla yanındaki kişiyi, ordan da kuleyi oranlamış. Ben gözlüğü (cardboard) kullanarak karoları saydım kapı boyunu tahmin edip kule ile oranladım. Benim ki bence öğrenci için de düşününce daha kullanışlı ve keyifli olur. Çünkü öğrenci için de gözlük kullanımı zevkli olur.

Ö3: Ben de gözlük ile çözüme ulaştım Pisagor kullandım.

Ö5: Aslında etkinliği kullandığımız derse göre değişir. Yani mesela Pisagor anlatıyorsak Ö3'ün çözümü kullanışlı, oran orantı anlatıyosak diğer hepimizin kullanışlı.

Ö1: Evet ben de katılıyorum Ö5'e.

Ö2: Öğrenci çözüme ulaşsın da hangi yol ile olursa olsun.

Yukarıdaki diyalog göz önüne alındığında Ö4 ile Ö5'in probleme ait çözümler için kendilerince kullanışlı olanı gerekçeleriyle birlikte açıkladıkları görülmektedir. Bu süreçte araştırmacı tarafından diğer öğretmenlere tekrar söz hakkı verilmesine rağmen fikirlerini gerekçelendirmedikleri tespit edilmiş, bu sebeple Ö4 ve Ö5 kodlu öğretmenler Ölçüt 2; diğer öğretmenler Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Sonraki etkinlik olan Satranç Tahtası ekinliğinde öğretmenler bireysel olarak çözümlerini gerçekleştirmişler, daha sonra birbirlerine ait çözümleri dinlemiş ve tartışmışlardır.

A: Çözümlerinizi dinlediniz. Size farklı gelen bir çözüm var mıydı?

Ö1: Herkes aynı şeyi yapmış gibi geldi bana. Yani herkes toplamı bulmayı denemiş.

Ö4: Aynen hepimiz aynı şeyleri düşünerek işlemler yapmışız.

A: Peki sizce, sizlerin düşündüğü çözümler dışında farklı çözüm yolları da olabilir mi?

Ö3: Bence olmaz hocam. Çünkü soru da çözüm de net. Toplamı istiyo ve karşılaştır diyo.

Ö4: Aynen bencede. Yani olmaz farklı. Çünkü zaten bize toplam buğday sayısı ile adamın kilosunca altını karşılaştır diyo. Biz de bu dizinin toplamını bulduk.

Ö2: Mesela ben toplamı bulmak istedim ama çok büyük sayılar. Bu yüzden üslü sayı olarak kaldı. Üslü sayı değil de hesap makinesi olsa net bi sayı bulabilirdik. Ama aynı şey yani.

Ö5: Aynı çözüm sonuçta. Hepimiz toplam buğdayı bulduk kaç ton olur acaba kıyasladık.

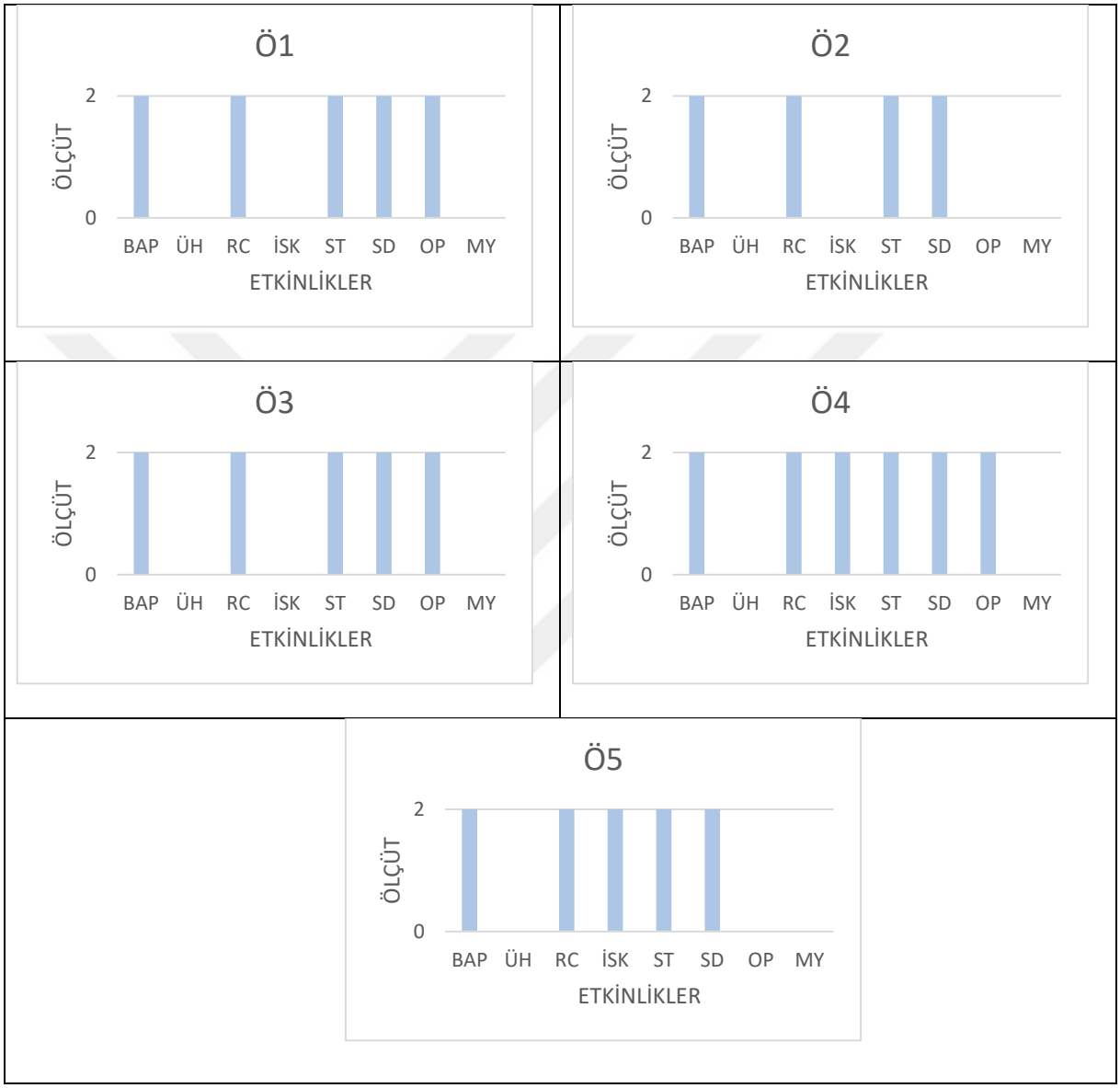
Satranç Tahtası etkinliğinde yer alan problem durumunun çözüm sürecinde bir geometrik dizi elde edilip, bu dizinin toplamı hesaplanarak süreç tamamlanmaktadır. Etkinliğe yönelik farklı bir çözüm yolu bulunmadığından ve öğretmenler de bunu fark ederek gerekli açıklamaları yaptıklarından dolayı Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Çünkü çözümlere yönelik yansımalar yapabilmiş ve bunları gerekçelendirmişlerdir.

Su Deposu etkinliğinde öğretmenler grup çalışması şeklinde çözüme ulaşmışlardır. Etkinliğin çözümünde öğretmenlerden görsellere ait grafik oluşturmaları istenmiştir ve çözüm yolu tektir. Bu sebeple öğretmenlere en kullanışlı çözüm yolunun hangisi olabileceği ile ilgili herhangi bir yönerge sunulmamış, sadece farklı çözüm yollarının olup olmadığı sorulmuştur. Tüm öğretmenler farklı çözüm yollarının olmadığı gerekçelendirerek ifade etmiştir. Bu sebeple tüm öğretmenler Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir.

Sonraki etkinlik olan Obezite Problemi etkinliği, grup çalışması şeklinde çözülmüş ve 1. grupta yer alan öğretmenler farklı egzersizleri de göz önünde bulundurarak çözüme ulaşabilmiştir. 2. grupta yer alan öğretmenler ise herhangi bir çözüm yolu geliştirememiştir. 1. gruba ait çözümler grup sözcüsü tarafından ifade edildikten sonra öğretmenlerden çözüme dair yansımalar yapmaları istenmiştir. 1. grupta bulunan Ö1, Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler, farklı egzersizler için yapılan çözümlerin ardından ulaştıkları matematiksel modelin en kullanışlı çözüm yolu olduğunu ifade etmişlerdir. Gerekçeleri olarak da farklı egzersizler için kolay yorumlama sağlayacağını ifade eden öğretmenler Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Ancak 2. grupta bulunan Ö2 ve Ö5 kodlu öğretmenler çözüme ulaşamadıklarından ve yapılan çözümler için de yorum yapmadıklarından Ölçüt 0 olarak değerlendirilmişlerdir.

Son etkinlik olan Mayon Yanardağı etkinliğinde Ö3 kodlu öğretmenin talebi ile regresyon eğrisi oluşturulmuş ve bu eğri ile çözüm gerçekleştirilmiştir. Öğretmenler tarafından farklı çözüm yolu gerçekleştirilemediğinden tamamı Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 46. *Öğretmenlerin E Yeterliğine Yönelik Performanslarının Süreç İçindeki Dağılımı*

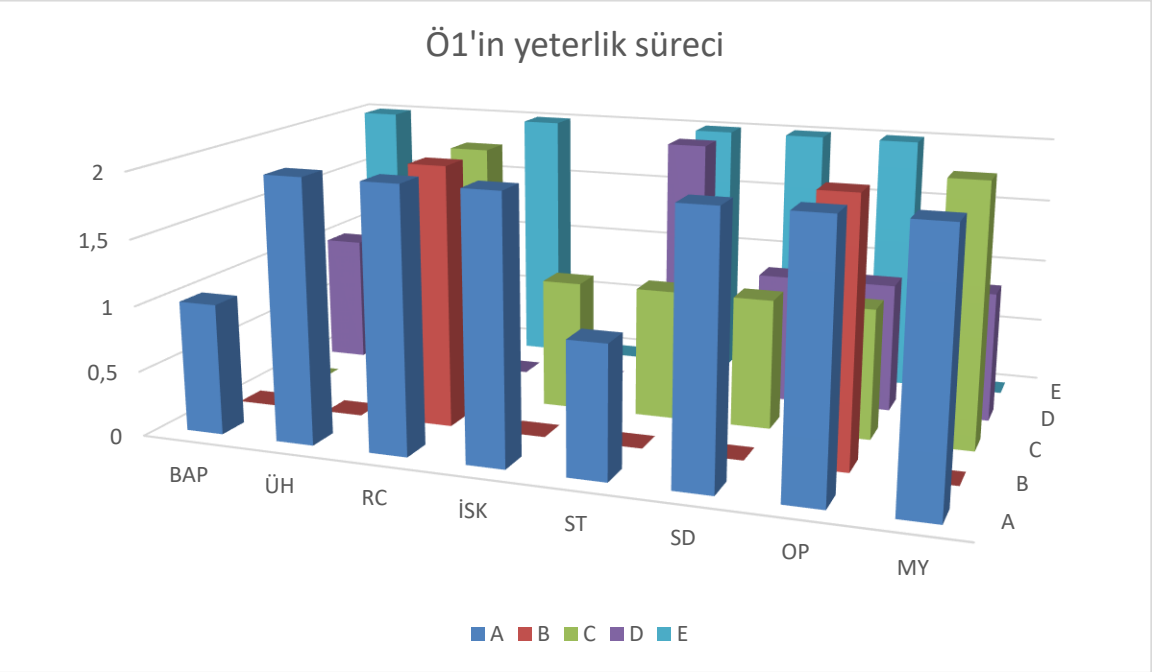


Şekil 48 incelendiğinde tüm öğretmenlerin matematiksel modelleme deneyimine sahip olmadan karşılaştıkları Büyük Ayak Problemi etkinliğinde E yeterliğini sergiledikleri görülmektedir. İlerleyen süreçte ise etkinliklerin doğasına ve öğretmenlerin grup çalışmalarına aktif katılımlarına bağlı olarak E yeterliğine yönelik ya Ölçüt 0 ya da Ölçüt 2 olarak değerlendirildikleri göze çarpmaktadır. Bunun gerekçesi olarak E yeterliğine ait değerlendirilme ölçütünün "var" ya da "yok" şeklinde ele alınmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu yeterliğe ait bulgular incelendiğinde aslında genel bir resmin ortaya konulmadığı; etkinliklere bağlı olarak durumun değişiklik gösterdiği görülmektedir.

Her bir öğretmene ait yeterliklerinin etkinlik bazlı değişimi aşağıda grafiklerle (Şekil 49, Şekil 50, Şekil 51, Şekil 52, Şekil 53) verilmiştir. Grafiklerde yer alan veriler öğretmenlerin her etkinliğin ardından cevaplandırdıkları *etkinlik değerlendirme formuna* verdikleri cevaplar ve dönem sonunda cevaplandırdıkları *genel değerlendirme sorularından* 2. ve 3. soruya ait bulgularla yorumlanmıştır.

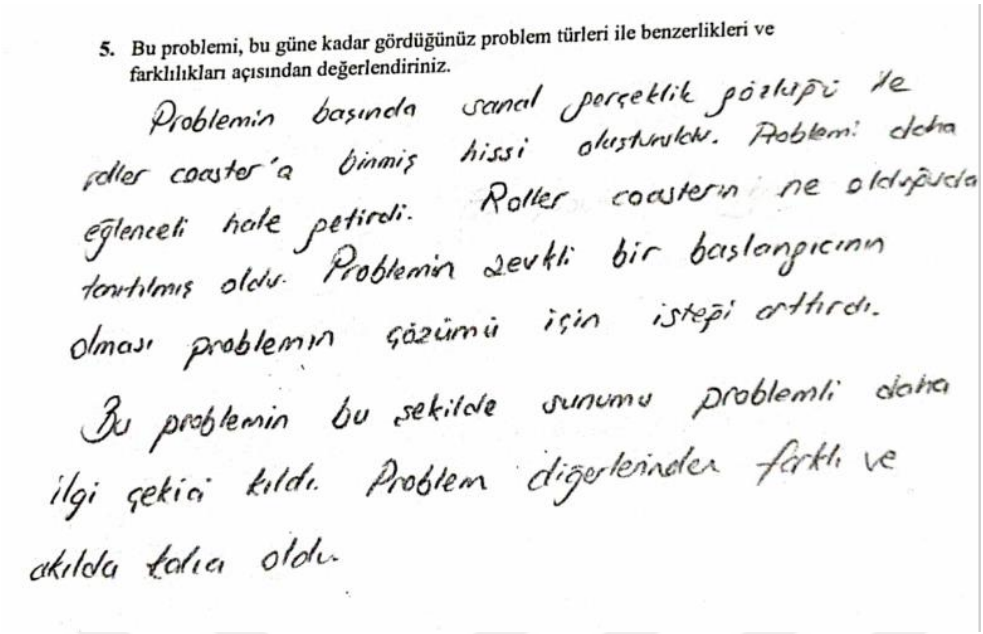
- Ö1 kodlu öğretmene ait etkinlik bazlı yeterlik değişim süreci

Şekil 47. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci*



Ö1'in yeterlik süreci incelendiğinde A yeterliği için hiçbir etkinlikte Ölçüt 0 olarak değerlendirilmediği görülmektedir. Ancak B yeterliği için bakıldığında Roller Coaster ve Obezite Problemi etkinlikleri dışında diğer tüm etkinliklerde Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Ö1'in etkinlik değerlendirme formları incelendiğinde de özellikle Roller Coaster etkinliği için öğretmenin olumlu tutum geliştirdiği söylenebilir.

Şekil 48. *Ö1'in Etkinlik Sonrası Değerlendirme Formunda 5.Soruya Ait Cevabı*

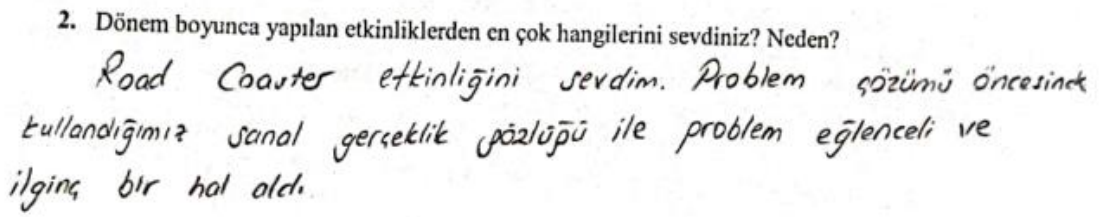

5. Bu problemi, bu güne kadar gördüğünüz problem türleri ile benzerlikleri ve farklılıkları açısından değerlendiriniz.

Problemin başında sanal gerçeklik gözlüğü ile roller coaster'a binmiş hissi oluşturuldu. Problem daha eğlenceli hale getirdi. Roller coasterin ne olduğunda tanımlanmış oldu. Problemin zevkli bir başlangıcının olması problemin çözümü için isteği arttırdı.

Bu problemin bu şekilde sunumu problemli daha ilgi çekici kıldı. Problem diğerlerinden farklı ve akılda kalıcı oldu.

Gerçekleştirilen eğitim-öğretim sürecinin ardından öğretmenlere verilen genel değerlendirme formunda yer alan 2. soruya Ö1'in cevabı aşağıdaki gibidir.

Şekil 49. *Ö1'in Genel Değerlendirme Sorularından 2.Sine Ait Cevabı*


2. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en çok hangilerini sevdiniz? Neden?

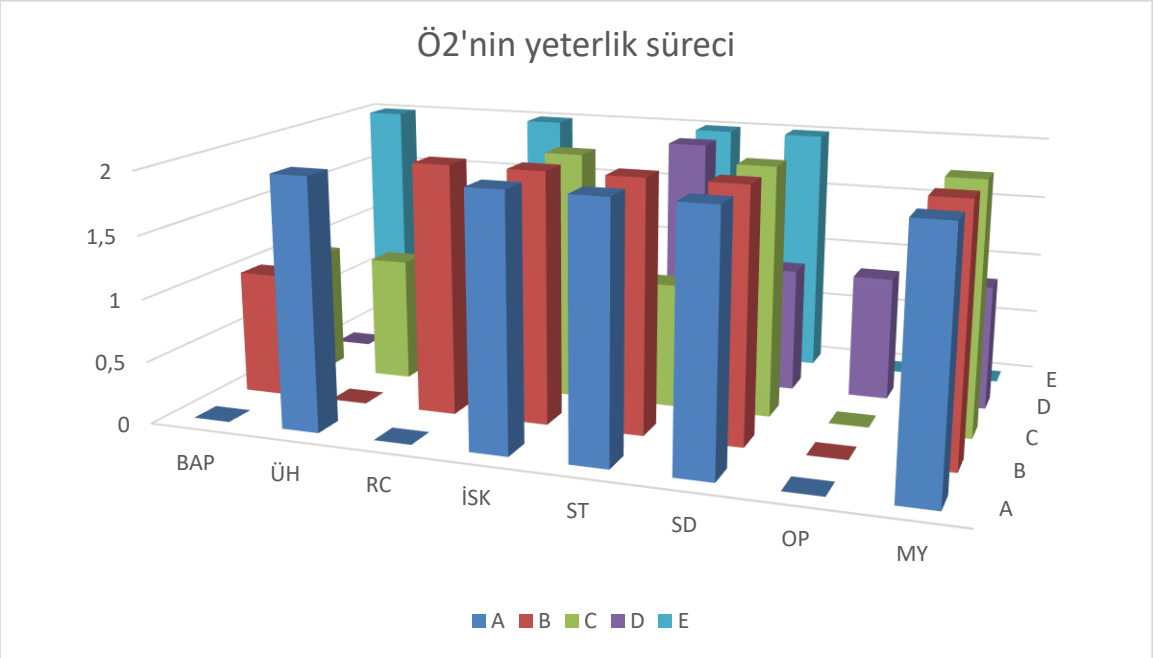
Road Coaster etkinliğini sevdim. Problem çözümü öncesinde kullandığımız sanal gerçeklik gözlüğü ile problem eğlenceli ve ilginç bir hal aldı.

Yukarıda Ö1'e ait yanıtlar incelendiğinde Roller Coaster etkinliğine yönelik öğretmenin olumlu tutumunun neredeyse tüm yeterliklere olumlu yansıdığı görülmektedir. Yalnızca D yeterliğinde Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiş, diğer tüm yeterliklerde Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Obezite Problemi etkinliği için de Ö1 problem durumunu tam anladığını ve çözebileceğine inandığını etkinlik değerlendirme formunda belirtmiştir. Büyük Ayak Problemi etkinliği göz önüne alındığında A yeterliği Ölçüt 1; E yeterliği Ölçüt 2; diğer yeterlikler ise Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Ö1, genel değerlendirme sorularından olan dönem boyunca yapılan etkinliklerden en az sevdiği etkinlik için Büyük Ayak Problemi etkinliği cevabını vermiştir. Şöyle ki, C yeterliğinin de Ölçüt 0 olarak değerlendirildiği tek etkinlik Büyük Ayak Problemi etkinliğidir. Ö1'in yeterlik süreci incelendiğinde İzmir Saat Kulesi etkinliğinde pek fazla yeterlik sergileyemediği gözükmektedir. Öğretmenin İzmir Saat Kulesi etkinliği sonrası değerlendirme formuna verdiği cevaplar incelendiğinde ise olumsuz

bir durum olmadığı göze çarpmaktadır. Genel olarak Ö1'in yeterlik tablosuna bakıldığında B yeterliğinin iki etkinlik dışında ortaya çıkmadığı görülmektedir.

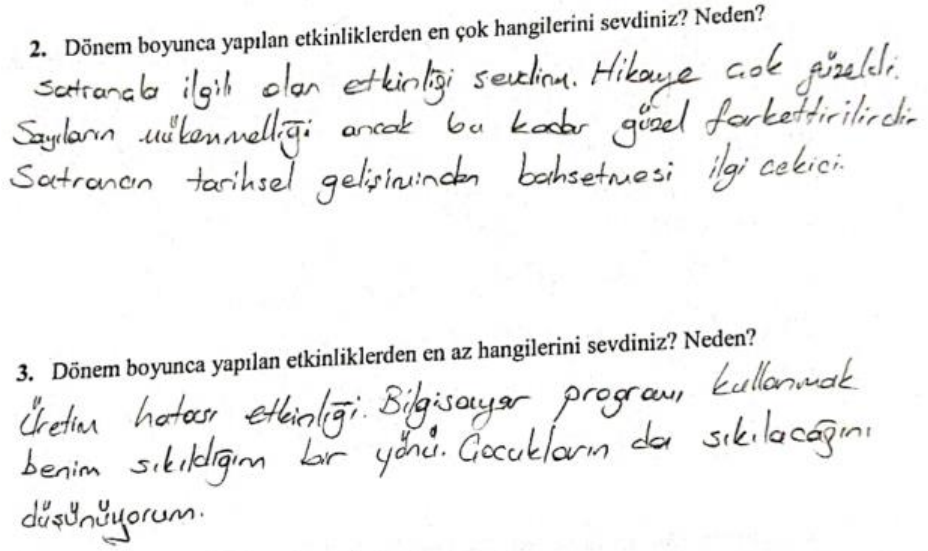
- Ö2 kodlu öğretmene ait etkinlik bazlı yeterlik değişim süreci

Şekil 50. *Ö2 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci*



Ö2'nin yeterlik süreci incelendiğinde, öğretmenin Satranç Tahtası ve Su Deposu etkinliklerinde tüm yeterliklere yönelik davranış sergilediği; Üretim Hatası ve Obezite Problemi etkinliklerinde ise yeterliklere yönelik pek fazla davranış sergileyemediği görülmektedir. Ö2'nin genel değerlendirme sorularından 2. ve 3. sorulara verdiği yanıtlar incelendiğinde en çok sevdiği etkinlik için Satranç Tahtası; en az sevdiği etkinlik için Üretim Hatası etkinliği yanıtlarını verdiği göze çarpmaktadır.

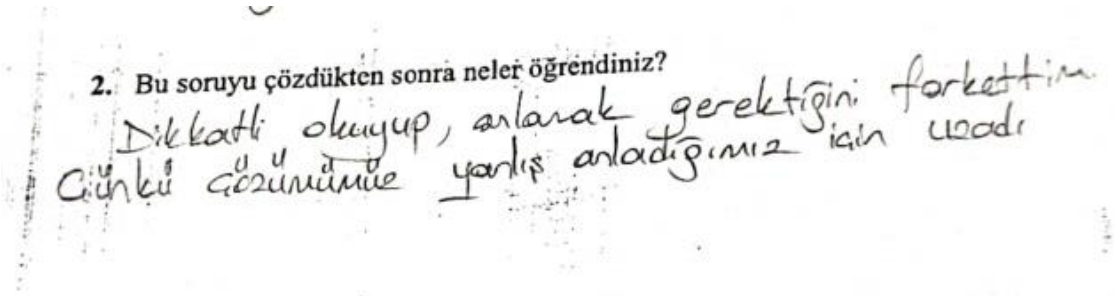
Şekil 51. *Ö2'nin Genel Değerlendirme Sorularından 2. ve 3.'ye Ait Cevapları*


2. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en çok hangilerini sevdiniz? Neden?
Satranca ilgili olan etkinliği sevdim. Hikaye çok güzeldi. Sayıların ünlenmeliği ancak bu kadar güzel farketdirilirdi. Satrancın tarihsel gelişiminden bahsetmesi ilgi çekici.

3. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en az hangilerini sevdiniz? Neden?
Üretim hatası etkinliği. Bilgisayar programı kullanmak benim sıkıldığım bir yönü. Çocukların da sıkılacağını düşünüyorum.

Grup çalışması şeklinde çözümü yapılan Obezite Problemi etkinliğinde de Ö2 grup arkadaşı ile çözüme ulaşmada sorun yaşamış ve başlangıçta problemi çok yanlış anladıklarını ifade etmişlerdir. Başlangıç olarak problemi anlama konusunda sorunlar olması tüm süreci de etkilemiş ve bu etkinlikte Ö2 sadece D yeterliğine ait Ölçüt1 seviyesinde davranış sergilemiştir.

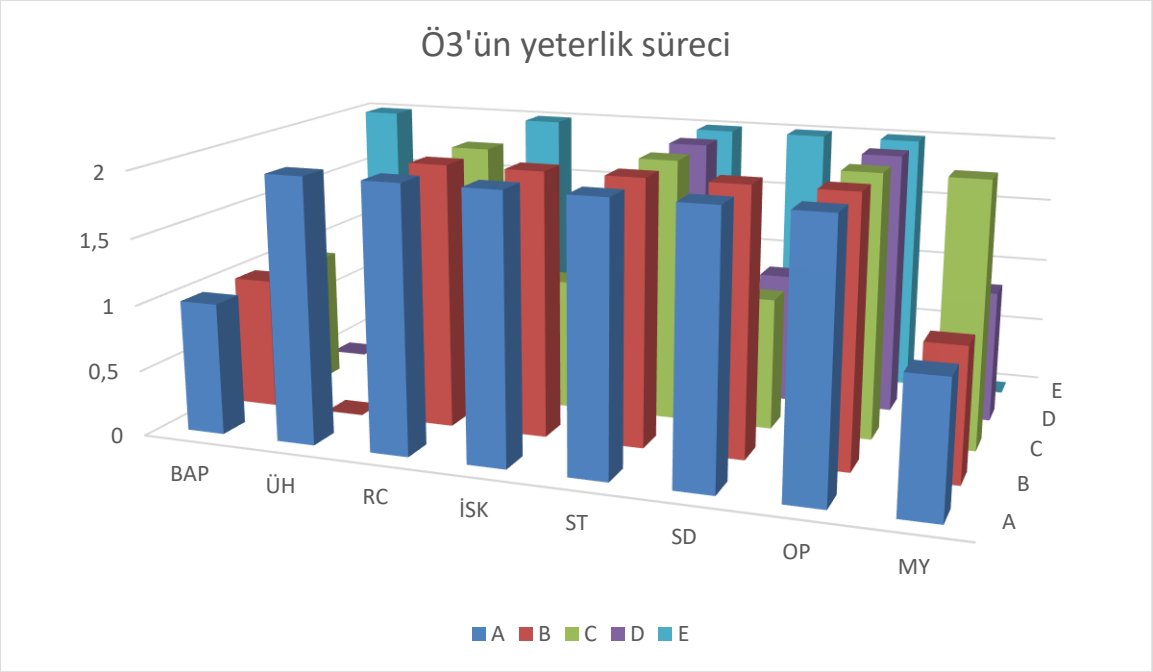
Şekil 52. *Ö2'nin Obezite Problemi Etkinliği Sonrası Değerlendirme Formundaki 2.Soruya Ait Cevabı*


2. Bu soruyu çözdükten sonra neler öğrendiniz?
Dikkatli okuyup, anlarak gerektiğini farkettim. Çünkü çözümümüz yanlış anladığımız için uzadı

Ö2 kodlu öğretmene ait yeterlik tablosu incelendiğinde öğretmenin bütün yeterliklere yönelik davranış sergilediği görülmektedir. En az ortaya konan yeterliğin E yeterliği olduğu da Şekil 52 'den çıkarılmaktadır.

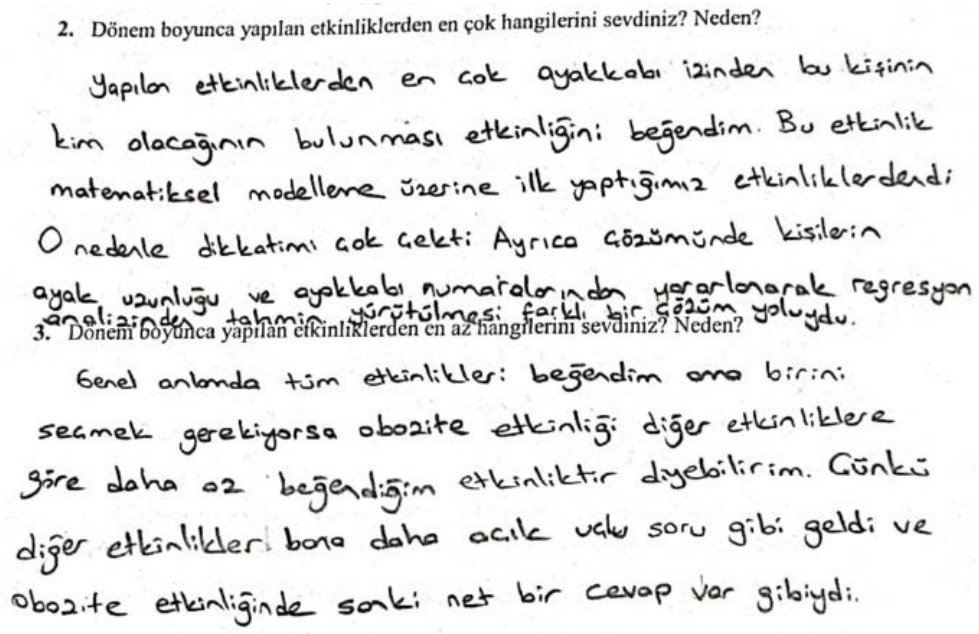
- Ö3 kodlu öğretmene ait etkinlik bazlı yeterlik değişim süreci

Şekil 53. *Ö3 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci*



Ö3'ün yeterlik süreci incelendiğinde ilk etkinlikler olan Büyük Ayak Problemi ve Üretim Hatası ile son etkinlik olan Mayon Yanardağı etkinliklerindeki yeterlik değerlendirme durumlarının diğerlerine göre farklı olduğu göze çarpmaktadır. Şöyle ki genel olarak etkinliklerde Ölçüt 2 olarak değerlendirilen Ö3, Büyük Ayak Problemi, Üretim Hatası ve Mayon Yanardağı etkinliklerinde çoğunlukla Ölçüt 0 ve Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir. Ö3'ün genel değerlendirme sorularına verdiği cevaplar ise aşağıdaki gibidir.

Şekil 54. *Ö3'ün Genel Değerlendirme Sorularından 2. ve 3.'ye Ait Cevapları*


2. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en çok hangilerini sevdiniz? Neden?

Yapılan etkinliklerden en çok ayakkabı izinden bu kişinin kim olacağının bulunması etkinliğini beğendim. Bu etkinlik matematiksel modellere üzerine ilk yaptığımız etkinliklerdendi. Onedenle dikkatimi çok çekti. Ayrıca çözümünde kişilerin ayak uzunluğu ve ayakkabı numaralarından yararlanarak regresyon analizinden tahmin yürütülmesi farklı bir çözüm yoluydu.

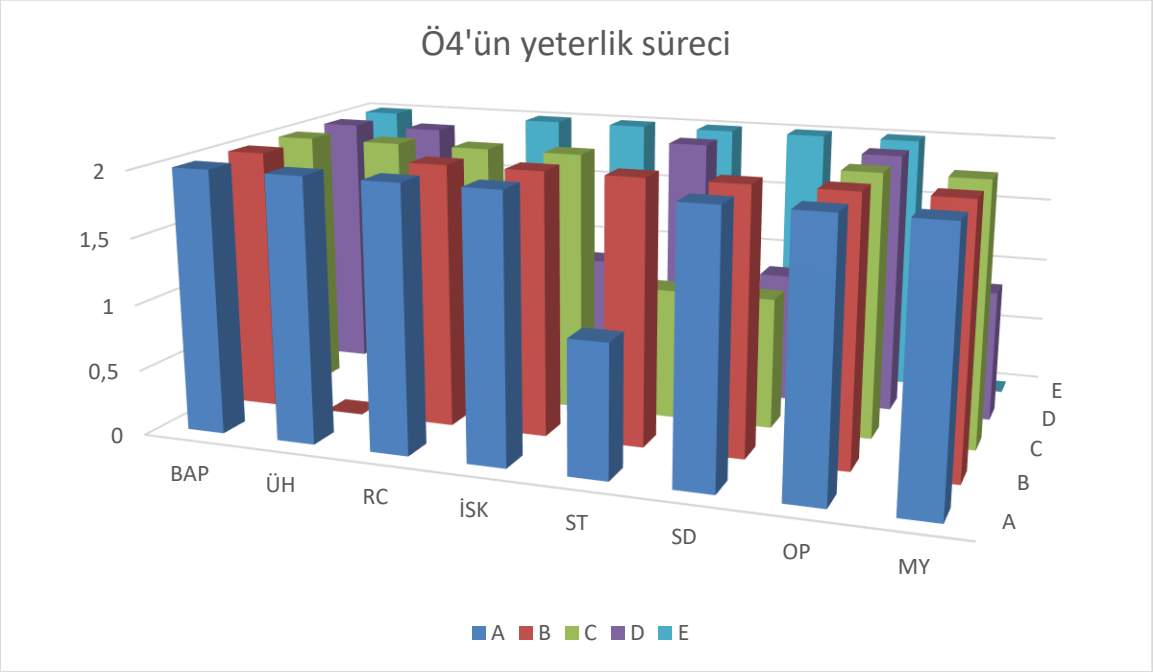
3. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en az hangilerini sevdiniz? Neden?

Genel anlamda tüm etkinlikleri beğendim ama birini seçmek gerekiyorsa obozite etkinliği diğer etkinliklere göre daha az beğendiğim etkinliktir diyebilirim. Çünkü diğer etkinlikleri bana daha açık uçlu soru gibi geldi ve obozite etkinliğinde sanki net bir cevap var gibiydi.

Ö3'ün cevapları incelendiğinde en çok sevdiği etkinliğin Büyük Ayak Problemi; en az sevdiği etkinliğin ise Obezite Problemi etkinliği olduğu görülmektedir. Öğretmene ait yeterlik değerlendirmeleri incelendiğinde ise en az sevdiği etkinlik olan Obezite Problemi etkinliğinde tüm yeterliklerin Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği göze çarpmaktadır. Obezite Problemi için etkinlik çözüm sürecinin grup çalışması şeklinde sürdürülmesi ve grupta yer alan kişilerin birbirini olumlu etkilediği düşünülmektedir. Şöyle ki, diğer grupta yer alan öğretmenlerin Obezite Problemi yeterliklerinde Ölçüt 0'ların çoğunlukta olması da yine grupta yer alan kişilerin birbirini olumsuz etkilediği ile ilişkilendirilmektedir. Üretim Hatası etkinliğinde ise öğretmenin çok fazla fikir ortaya koymaması yeterlik değerlendirmelerine olumsuz olarak yansımıştır. Çünkü öğretmenden beklenen davranış ve fikirlerini ifade etmesi gözlemlenememiştir. Obezite Problemi etkinliği dışında Satranç Tahtası etkinliğinde de Ö3, tüm yeterlikler için Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Dizilerde toplam yapmayı gerektiren Satranç Tahtası etkinliği için Ö3 kodlu öğretmenin tüm yeterliklere yönelik davranış sergilemiş olması, diziler konusunun lise öğretim programında yer alması ve Ö3'ün de lise matematik öğretmeni olması ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

- Ö4 kodlu öğretmene ait etkinlik bazlı yeterlik değişim süreci

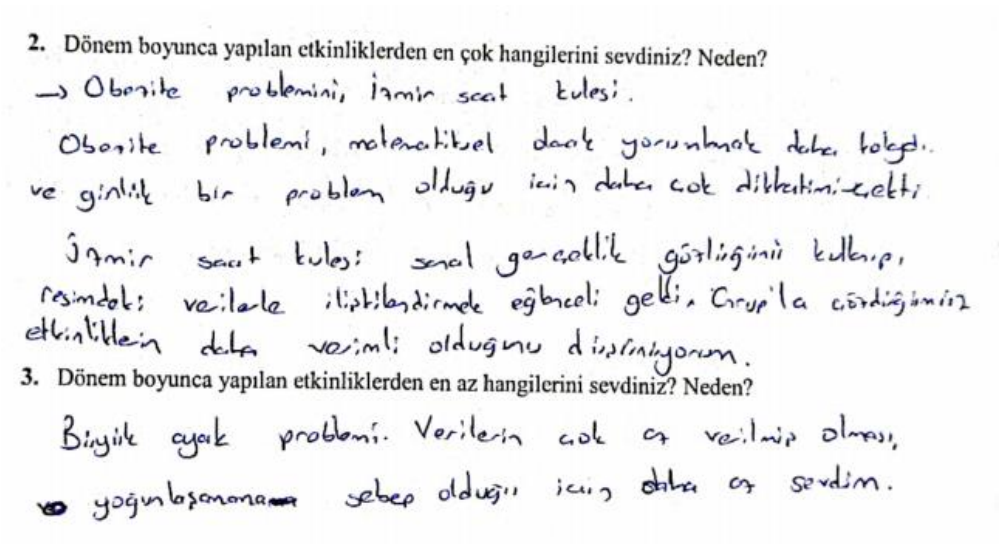
Şekil 55. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci*



Ö4 kodlu öğretmene ait yeterlik süreci tablosu incelendiğinde Üretim Hatası ve Mayon Yanardağı etkinliklerinde Ölçüt 0 olarak değerlendirilen yeterlikleri olduğu; diğer etkinliklerde ise çoğunlukla Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği görülmektedir. Öğretmenin matematiksel modelleme öğrenme sürecinde aktif olması, süreçte fikirlerini ifade etmesi ve

beklenen davranışları sergilemesi kendisinin yeterlik değerlendirme sürecine de olumlu yansımıştır.

Şekil 56. *Ö4'ün Genel Değerlendirme Sorularından 2. ve 3.'ye Ait Cevapları*


2. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en çok hangilerini sevdiniz? Neden?

→ Obezite problemini, İzmir saat kulesi.

Obezite problemi, matematiksel olarak yorumlamak daha keyifli ve günlük bir problem olduğu için daha çok dikkatimi çekti.

İzmir saat kulesi: sanal gerçeklik gözlüğünü kullanıp, resimdeki verilerle ilişkilendirmek eğlenceli geldi. Grup'la çözdüğümüz etkinliklerin daha verimli olduğunu düşünüyorum.

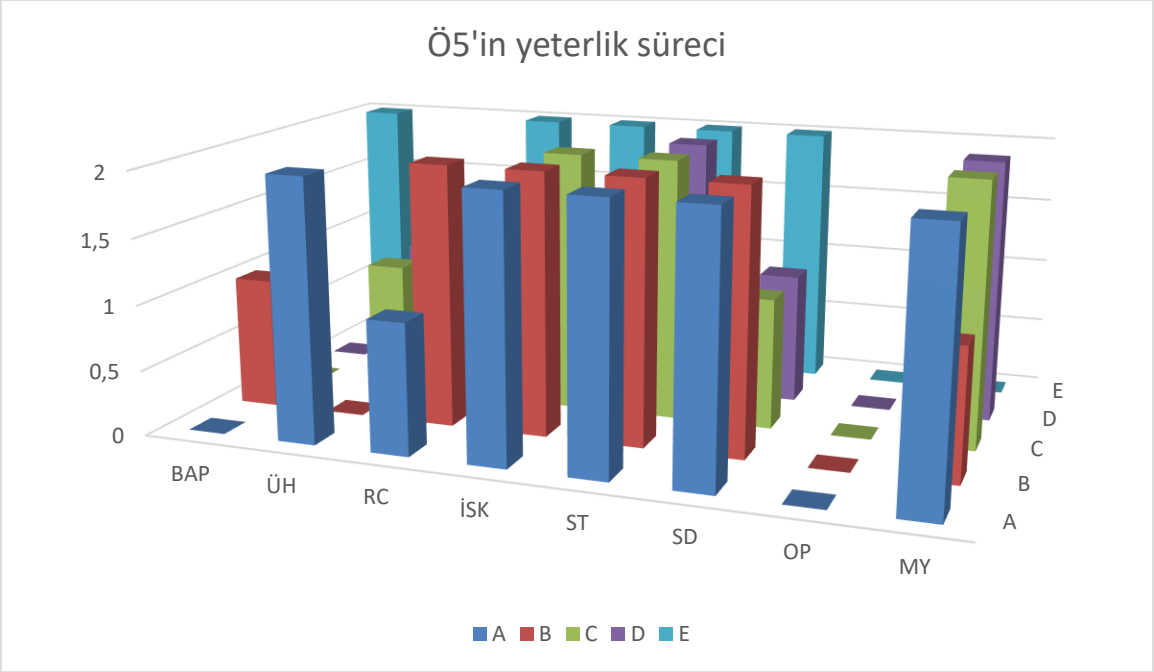
3. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en az hangilerini sevdiniz? Neden?

Büyük ayak problemi. Verilerin çok az verilmiş olması, yoğunlaşmamıza sebep olduğu için daha az sevdim.

Ö4'ün genel değerlendirme sorularına verdiği cevaplar incelendiğinde İzmir Saat Kulesi ve OP etkinliklerini daha fazla sevdiği; Büyük Ayak Problemi etkinliğini daha az sevdiği görülmektedir. Grup çalışmasının olduğu etkinliklerin daha verimli olduğunu ifade eden Ö4, grup çalışmalarında da aktif rol oynamış ve yeterlik davranışlarını sergilemiştir. Ö4'ün en sevdiği etkinliklerden olduğunu söylediği İzmir Saat Kulesi etkinliği sonrası değerlendirme formuna verdiği cevaplarda sanal gerçeklik gözlüğünün kullanılmasının hem ilgi çekici hem de çözüme yardımcı olmasının etkinliğin farklı tarafı olduğu yer almaktadır.

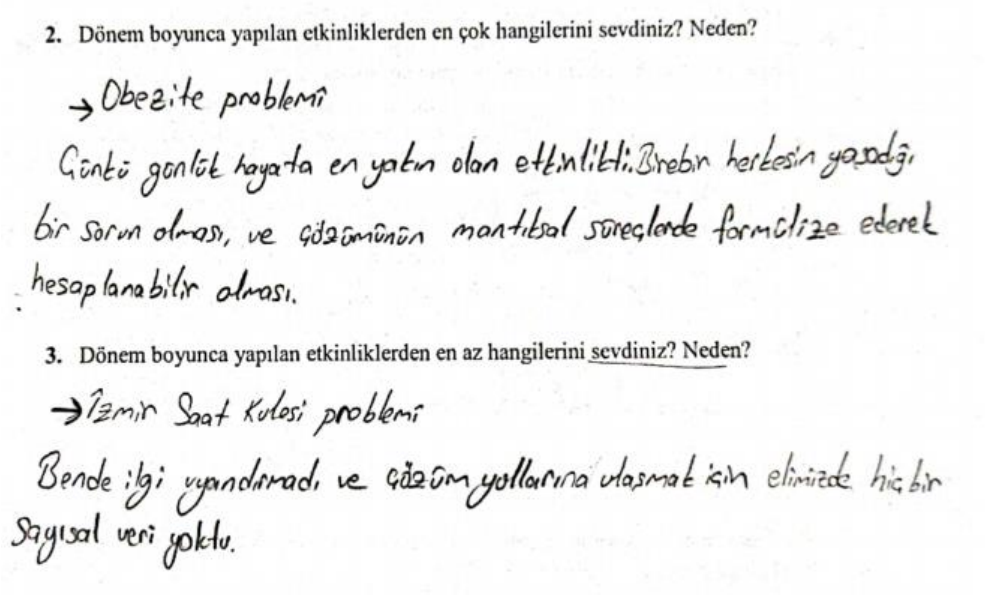
- Ö5 kodlu öğretmene ait etkinlik bazlı yeterlik değişim süreci

Şekil 57. *Ö5 Kodlu Öğretmenin Yeterlik Süreci*



Ö5 kodlu öğretmene ait yeterlik süreci şekli incelendiğinde ilk etkinlik olan Büyük Ayak Problemi etkinliği ile Obezite Problemi etkinliğine ait yeterlik değerlendirme ölçütlerinin genel olarak Ölçüt 0 olduğu görülmektedir. Öğretmenin genel değerlendirme sorularına verdiği yanıtlarda ise tüm yeterlikler Ölçüt 0 değerlendirilmesine rağmen Obezite Problemi etkinliğini en fazla sevdiği etkinlik olarak ifade etmesi; A, B, C ve E yeterliklerinin Ölçüt 2, D yeterliğinin ise Ölçüt 1 olarak değerlendirildiği İzmir Saat Kulesi etkinliğini en az sevdiği etkinlik olarak ifade etmesi göze çarpmaktadır.

Şekil 58. *Ö5'in Genel Değerlendirme Sorularından 2. ve 3.'ye Ait Cevapları*


2. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en çok hangilerini sevdiniz? Neden?

→ Obezite problemi

Çünkü günlük hayata en yakın olan etkinlikti. Birebir herkesin yaşadığı bir sorun olması, ve çözümünün mantıksal süreçlerde formülize ederek hesaplanabilir olması.

3. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en az hangilerini sevdiniz? Neden?

→ İzmir Saat Kulesi problemi

Bende ilgi uyandırmadı ve çözüm yollarına ulaşmak için elimizde hiç bir sayısal veri yoktu.

Ö5'in verdiği cevaplar ile etkinlik sürecindeki yeterliklere yönelik davranışları arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Şöyle ki, en sevdiği etkinlik olarak ifade ettiği Obezite Problemi etkinliğinde hiçbir yeterliğe yönelik davranış sergileyememiştir. Grup çalışması şeklinde gerçekleştirilen etkinlik çözüm sürecinde grup arkadaşı ile etkinliği yanlış anladıklarını ve bu sebeple sonuca ulaşamadıklarını ifade etmişlerdir. Ancak etkinliğin konusu ve işlenişi, öğretmenin dikkatini çektiğini düşündürmektedir.

Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliği Oluşturma Sürecindeki Deneyimlerine Yönelik Bulgular

Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecindeki deneyimleri, oluşturulan etkinliklerin gelişimlerine yönelik bulgular ve öğretmenlerin etkinlikleri hazırlama sürecine yönelik fikirlerini alabilmek adına gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler ile ortaya konulmuştur. Bu iki veri toplama aracına ait bulgular bu bölümde sunulmuştur.

Matematiksel Modelleme Etkinliği Oluşturma Sürecine Yönelik Bulgular

Her bir öğretmen etkinliğini planlama, etkinlikle ilgili kriterler, yazma ve kontrol süreçlerini göz önünde bulundurarak oluşturmuş ve diğer öğretmenler tarafından da bu süreçlere bağlı olarak değerlendirilmiştir. Etkinlik tasarlama sürecine bağlı olarak etkinlikler analiz edilmiş ve bulgular aşağıda sunulmuştur.

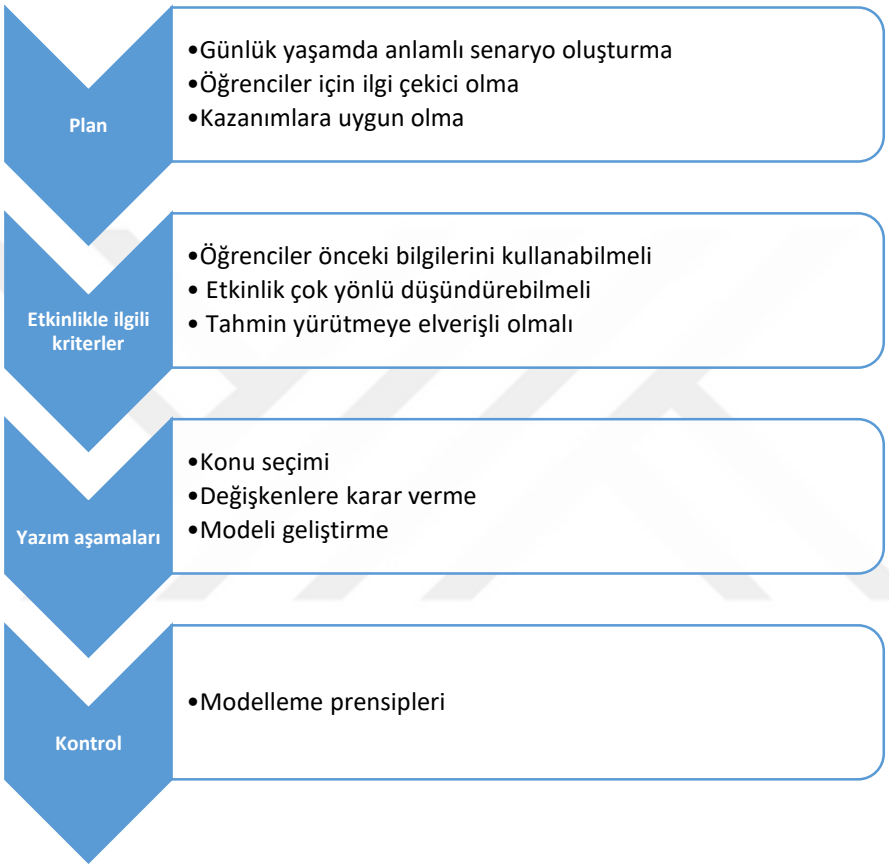
- **Ö1 kodlu öğretmenin etkinlik oluşturma sürecine yönelik bulgular**

Ö1 kodlu öğretmen etkinlik oluşturma sürecine başlarken öncelikle problemin günlük hayatta anlamlı ve kazanımlara uygun olmasını göz önünde bulundurduğunu, etkinlik sunumunda dile getirmiştir. Etkinlik seçim kriterlerinin ise öğrencilerin önceki bilgilerini kullanabilecekleri, çok yönlü düşünebilecekleri, tahmin ve yorumlamalar yapabilecekleri şekilde olması gerektiğini ifade etmiştir. Buna bağlı olarak Ö1 plan ve etkinlik seçim kriterleri oluşturmuştur (Şekil 61). Yazım aşamasına geçtiğinde detaylı bir araştırma yapan Ö1 başlangıçta öğrencilerinin birer ürün ortaya koyabilecekleri etkinlik yazmak istemiş (rüzgar gülü, ambalaj yapımı gibi) ancak kazanımla bağdaştıramadığı için bu fikrinden vazgeçtiğini belirtmiştir. Ardından bir seyahat senaryosunun yer aldığı ve para birimlerinin dönüşümüne yönelik bir etkinlik hazırlayan Ö1, bunu grup arkadaşlarının, araştırmacının ve bir uzmanın yer aldığı sınıf ortamında sunmuştur. Grup arkadaşları konunun günlük hayat ile ilişkili olduğunu ancak öğrencinin ilgisini çekmeyeceğini ifade etmişlerdir. Ardından araştırmacı ve uzman, öğretmenin plan ve etkinlik seçim kriterlerinde yer alan maddelere bağlı olarak etkinliğin çok yönlü düşünme ve tahminde bulunma kriterlerine uygun olmadığını dile

getirmişlerdir. Ayrıca matematiksel modelleme prensipleri için gerçeklik prensibi dışında diğer prensiplerle bağdaşmayan bu etkinlik için, araştırmacı ve uzman değişiklikler yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Sonrasında Ö1, etkinliği için senaryo değişikliğine gitmiş ve sağlıklı beslenme etkinliğini oluşturmuştur.

Ö1'in oluşturduğu etkinlik, ilk olarak kendi oluşturduğu etkinlik tasarlama sürecine (Şekil 61) göre grup arkadaşları, araştırmacı ve uzman tarafından incelenmiştir.

Şekil 59. *Ö1 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci*



Şekil 61 incelendiğinde Ö1'in etkinlik tasarlama sürecinin plan aşamasında, ilk olarak günlük yaşamda anlamlı senaryo seçimini dikkate aldığı, ardından kazanımlara uygun olması ve öğrenci için dikkat çekici olmasını planına dahi ettiği görülmektedir. Çalışma grubunda yer alan öğretmenler Ö1'in etkinliğini, tasarlama sürecinin plan aşamasına göre değerlendirdiklerinde bu aşamada yer alan maddeleri göz önünde bulundurduğunu ve plan aşamasının matematiksel modelleme etkinliği tasarlama sürecine uygun olduğunu dile getirmişlerdir. Etkinlikle ilgili kriterlere bakıldığında öğrencilerin önceki bilgilerini kullanabilecekleri, çok yönlü düşünmeye ve tahmin yürütmeye elverişli olmasını göz önünde bulundurduğu görülmektedir. Ö1'in oluşturduğu etkinlik incelendiğinde çalışma grubunda yer alan öğretmenler etkinlik oluşturma sürecinde Ö1'in hedeflediği tüm kriterlere uygun şekilde etkinliği oluşturduğunu dile getirmişlerdir. Çünkü etkinlik 6. sınıfta okuyan öğrencilere

uygulanmış ve ön öğrenmelerine uygun şekilde oluşturulmuştur (Ondalık sayılarla toplama ve çarpma işlemi). Ayrıca farklı menü oluşturabilme sayesinde çok yönlü düşünmeye ve tahminde bulunmaya uygun olduğu da öğretmenler tarafından dile getirilmiştir. Yazım aşamasında Ö1 etkinlikle ilgili kriterlerine uygun bulduğu konuyu seçmiş; tahminlerin ve varsayımların yoğun kullanılacağı bu etkinlik için değişkenleri belirlemiş ve model oluşturulabileceğini, etkinliğini grup arkadaşlarına sunarken ifade etmiştir. Çalışma grubunda yer alan öğretmenlerin etkinliğin son hali için yorumları aşağıdaki gibidir.

> *Ö2: Ben etkinliğin, etkinlik oluşturma sürecine uygun olduğunu düşünüyorum. Hedeflenen tüm aşamalara dikkat edilmiş. Ayrıca prensipler de göz önünde bulundurulmuş.*
>
> *Ö3: Günümüz açısından popüler bir konu. Beslenme konusu. Konuyu dikkat çekici buldum. Ayrıca ben de aşamalara dikkat edildiğini düşünüyorum. Model oluşturma kesinlikle var. Prensiplerin hepsi var. Birine yardım ediliyor falan. Ben sınıfta bu haliyle uygulanabilir diyorum.*
>
> *Ö4: Konu gerçekten popüler katılıyorum. Tahminlere, farklı çözüm yollarına çok uygun bir etkinlik. Matematiksel modellemenin doğasına uygun. Öğrenci düzeyine uygun. Hatta ben de sınıfımda uygulamak isterim.*
>
> *Ö5: Arkadaşlarla aynı fikirdeyim. Öğrencinin ilgisini çekecek, günlük hayatla ilişkili. Bu hali iyi bence de.*

Kontrol aşamasında modelleme prensiplerini dikkate alan Ö1 için araştırmacı ve matematiksel modelleme alanında çalışmaları olan bir uzman, etkinliği matematiksel modelleme prensiplerine göre değerlendirmişlerdir.

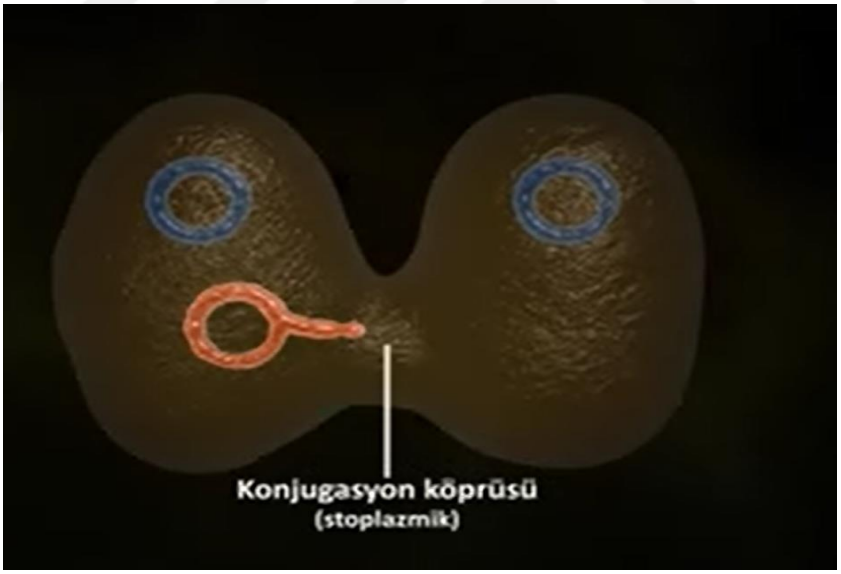
- Gerçeklik prensibi: Sağlıklı beslenme etkinliğinde yer alan senaryonun günlük hayat problemi olmasından ve gıda değer tablosunun gerçek veriler içermesinden dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model oluşturma prensibi: Problem durumunda günlük kalori ihtiyacı hesaplanırken model oluşturulduğundan ve günlük beslenme tablosu şeklinde bir ürün ortaya konduğundan dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Öz değerlendirme prensibi: Problem durumu olası çözümler halinde (farklı beslenme programlarının oluşturulması durumunda) açık ve anlaşılır bir süreçte seyrettiğinden bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Yapı belgelendirme prensibi: Problem durumu olası çözümler halinde ilgili kişiye (soruda yer alan kişi için) bilgi verilerek en uygun durumun tespit edilmesine olanak sağladığından bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model genelleme prensibi: Oluşturulan model ve beslenme tablosu benzer durumlar için kullanılabilir olduğundan dolayı bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.

Genel olarak etkinlik sunumunun ardından, grup arkadaşları etkinliğin günlük hayat ile ilişkili olduğunu, araştırmaya açık bir etkinlik olduğunu, öğrencinin ilgisini çekebileceğini, farklı çözüm yollarına, tahmin geliştirmeye ve öğrenci seviyesine uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacı ve uzman ise etkinliğin matematiksel modelleme prensiplere uygun olduğunu ve öğrenci seviyesine uygun olup sınıf ortamında uygulanabilir olduğunu dile getirmişlerdir.

- **Ö2 kodlu öğretmenin etkinlik oluşturma sürecine yönelik bulgular**

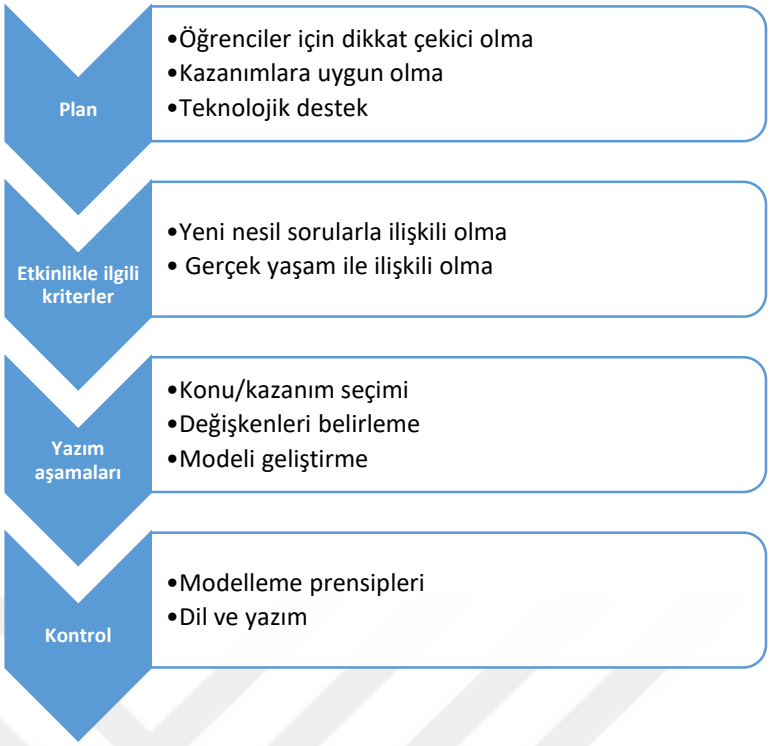
Ö2 kodlu öğretmen etkinlik oluşturma sürecine başlamadan önce derslerine girdiği sınıf seviyesini göz önünde bulundurarak örüntü konusunu ele almayı planlamıştır. Matematiksel bir fikir ile yola çıkan Ö2 köy okulunda öğretmen olduğu için öğrencilerin dikkatini çekecek, teknolojik içerikli bir etkinlik olmasını istediğini belirtmiştir. Teknolojik alt yapının yetersiz olduğu köy okulunda öğretmen ilk önce kendi diz üstü bilgisayarı ile video izletmeyi tercih etmiş ve bu videoda ise bakterilerin biyolojik özelliklerinin ele alındığı görülmüştür.

Şekil 60. *Ö2'nin Etkinlik İle Birlikte İzletmeyi Düşündüğü Videoya Ait Bir Kesit*



Ö2, çalışma grubunda yer alan öğretmen, uzman ve araştırmacıya etkinlik tasarlama sürecini (Şekil 62), oluşturduğu etkinliği ve izletmeyi düşündüğü videoyu sunduktan sonra katılımcılar, araştırmacı ve uzmanın verdiği ilk tepki bu videonun amaca uygun olmadığı, bölünme ile ilgili öğrenciye veri sunmadığı, iki tip bakteriye yönelik biyolojik özelliklerden bahsettiği ve düzeye uygun olmadığı yönünde olmuştur.

Şekil 61. *Ö2 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci*



Etkinlik tasarlama sürecini ifade eden Ö2, oluşturduğu etkinliği sunmuştur. Bakterilerin bölünme sayısı ile ilgili bilgi vermeyen video ile bu etkinliğin çözülmesinin mümkün olmadığını öğretmenler dile getirmiştir. Etkinlik tasarlama sürecinde yer alan plan aşamasındaki hiçbir madde ile bağdaşmadığını ifade eden öğretmenler etkinlikle ilgili kriterlerinin kısmen sağlandığını belirtmişlerdir. Şöyle ki, etkinlik tasarlama süreci göz önünde bulundurulduğunda "gerçek yaşam ile ilişkili" olabilmesi için bakteri türlerinin araştırılmasının faydalı olabileceği ve tek bir türe ait özellikler verilerek gerçekliğin artırılabileceği hem öğretmenler hem de araştırmacı ve uzman tarafından dile getirilmiştir. Bahsi geçen prensiplere göre değerlendirme yapan araştırmacı ve uzman ise problem durumunun tanıtıcı makale ile desteklenip öğrenciler için gerçek yaşamda anlamlı olabilecek bir hale getirilmesi gerektiğini (gerçeklik prensibi), birisi veya bir kuruma yardımcı olacak şekilde düşünüp açık ve anlaşılır ifadelerle çözümü anlatabilecekleri bir durum oluşturulmasını (yapı belgelendirme) söylemişlerdir.

Etkinliğin ilk haline verilen dönütlerin ardından Ö2, sonraki hafta etkinliğine tanıtıcı makale eklemiş ve bakteri türlerinden bahsetmiştir. Ayrıca yapı belgelendirme prensibi için birine yardımcı olunabilecek bir senaryo oluşturmuştur. Artırılmış gerçeklik kullanılarak çözümü yapılacak olan etkinliğin öğretmenler ikinci halini incelediklerinde, tanıtıcı makalenin gereksiz bilgi içerdiğini, öğrenciler için anlamlı olmayacak ifadelerin bulunduğunu dile getirmişlerdir. Etkinlik tasarlama süreci ile birlikte değerlendirilen matematiksel modelleme etkinliği "plan, etkinlikle ilgili kriterler ve yazım aşamaları" kısımları için hem

öğretmenlerden hem de uzmanlardan uygun olarak dönüt almıştır. Kontrol aşaması için matematiksel modelleme prensiplerini tam olarak sağlayan etkinliğin sadece dil ve yazım olarak yenilenmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Şekil 62. *Artırılmış Gerçeklik İle Bakteri Çoğalmasına Ait Bir Görsel*



Verilen dönütlere göre düzenlenen matematiksel modelleme etkinliği tekrar incelendiğinde etkinlik tasarlama sürecinde yer alan basamaklara uygun hale getirildiği görülmüştür. Etkinliğin son haline yönelik öğretmen dönütleri aşağıdaki gibidir.

> *Ö1: Etkinlik son hali ile öğrenci düzeyine uygun, günlük hayat ile ilişkili. Artırılmış gerçeklik kullanımı hem dikkat çekici olacaktır hem de eminim kalıcılığı sağlayacaktır.*
>
> *Ö3: Etkinlik tasarlama sürecine dikkat edilmiş ve hepsi sağlanıyor. Diğer sefer denilen her şeyi yapıp düzenlemiş Ö2. Bence bu hali ile uygulanabilir.*
>
> *Ö4: Ö2 kodlu öğretmenin köy okulunda öğretmen olmasından dolayı E.coli bakterisini seçmesi öğrencinin ilgisini eminim çekecektir. Hayvanlardan bulaşan bir bakteri olduğu için benim de dikkatimi çekti mesela. Ayrıca kendi oluşturduğu etkinlik tasarlama sürecini de uygulamış. 6.sınıflar için de uygun olmuş.*
>
> *Ö5: Etkinlik tasarlama sürecine uygun. Prensipler de var zaten ona da uygun. Dikkat çekici. Bide teknolojiyi kullanacak artırılmış gerçeklik. O yüzden öğrenci için de güzel olur.*

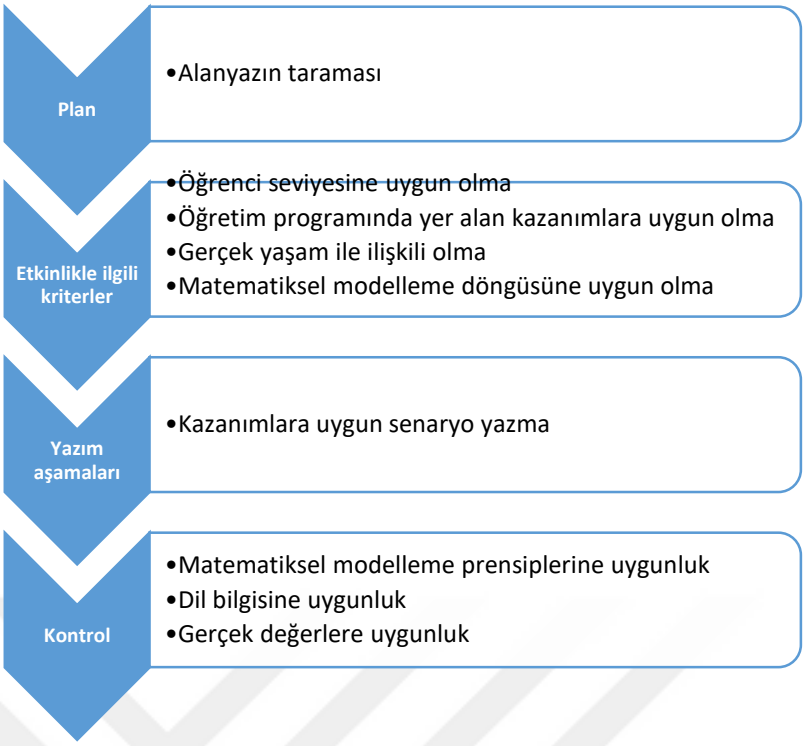
Uzmanlar ise oluşturulan etkinliği matematiksel modelleme prensiplerine göre incelemiştir.

- Gerçeklik prensibi: Bakteri problemi etkinliğinde yer alan senaryonun günlük hayat problemi olmasından ve tanıtıcı makalenin gerçek veriler içermesinden dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model oluşturma prensibi: Problem durumunda bölünme sayısına bağlı olarak bir model ortaya konduğundan dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Öz değerlendirme prensibi: Problem durumu çözümün yapılması halinde açık ve anlaşılır bir süreçte seyrettiğinden bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Yapı belgelendirme prensibi: Problem durumu olası çözümler halinde ilgili kişiye (soruda yer alan kişi için) bilgi vermeye olanak sağladığından bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model genelleme prensibi: Oluşturulan model benzer durumlar için kullanılabilir olduğundan dolayı bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.

- **Ö3 kodlu öğretmenin etkinlik oluşturma sürecine yönelik bulgular**

Ö3 kodlu öğretmen etkinlik oluşturma sürecine başlarken öncelikle literatür taraması yaparak mevcut modelleme etkinliklerini incelediğini, ardından kazanımlara yönelik etkinlik oluşturmaya çalıştığını sunumunun başında dile getirmiştir. Günlük hayat probleminden ziyade kazanıma uygun problem düşündüğünü ifade eden Ö3, görev yaptığı lisedeki öğrenci seviyesini de göz önünde bulundurduğunu belirtmiştir. Etkinlik seçim kriterlerini kazanıma uygunluk, öğrenci seviyesine uygunluk, gerçek yaşam ile ilişkili olma, matematiksel modelleme döngüsüne uygun olma şeklinde olduğunu dile getiren Ö3, yazım aşamasında kazanıma yönelik senaryo oluşturmaya odaklandığını belirtmiştir.

Şekil 63. *Ö3 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci*



Şekil 65 incelendiğinde Ö3'ün etkinlik tasarlama sürecinin plan aşamasında sadece alanyazın taraması yaptığı göze çarpmaktadır. Alanyazın taraması sürecinde birçok etkinlik incelediğini ifade eden Ö3, etkinlikle ilgili kriterlerini de bu sayede oluşturduğunu belirtmiştir. Öğretim programında yer alan kazanıma uygun olarak hazırladığı etkinliğin ilk halini, etkinlik tasarlama süreci ile birlikte diğer öğretmenlere sunum yapan Ö3'e verilen ilk tepki, etkinlikte çok fazla verinin yer aldığı yönünde olmuştur.

> *Ö4: Ö3 kodlu öğretmenimiz öğrenci seviyesine uygun olarak hazırlamayı düşündüğü etkinlikte çok fazla bilgi vermiş. Öğrencinin soruyu anlamasını zorlaştırmış bence. Modellemenin doğasında biraz araştırma, tahmin var. Bunlar ön plana alınsa daha iyi olacak gibi geldi bana.*
>
> *Ö2: Öğrencinin lisede olduğunu düşünürsek öğrenci seviyesine uygun olmuş. Zaten Ö3 de öğrenci seviyesinin çok yüksek olmadığını demişti. Gerçek yaşam ile ilişki. Çünkü hepimiz bi yere gidecekken hesap yaparız neyle gidelim diye. Ama ben de sorunun çok fazla uzun olduğunu düşünüyorum.*

Etkinliğin ilk haline verilen dönütlerin ardından Ö3, aynı senaryo ile soruya devam etmiş ve soruda yer alan gereksiz bilgileri ve veri yoğunluğunu çıkarmıştır. Öğrenciye çok fazla bilgi vermeden kendisinin araştırma yaparak sonuca ulaşmasını sağlayacak etkinliğin son haline verilen dönütler aşağıdaki gibidir.

> *Ö1: Ben etkinliğin, etkinlik oluşturma sürecine uygun olduğunu düşünüyorum. Prensipler açısından tek tek bi değerlendirme yapmadım ama senaryo hayatın içinden gerçekçi. Dil bilgisi açısından da bence kurallara uygun ve akıcı. Gerçek değerlere uygunluk için de şunu söyleyebilirim zaten öğrenci verilere*

değerlere ulaşacak. Etkinlikte bi değer veri yok. O yüzden bu da uygulama sürecinde sağlanır.

Ö2: Ben soruda şunu hissettim eksik gibi. Yani mesela kara yolculuğunda yolda yemek yediklerini de hesaplayacaklar mı? Çünkü ben bunu hep düşünürüm.

Ö3 (Etkinliği oluşturan öğretmen): Hocam modellemede önemli olan farklı çözüm yolları oluşturmak değil mi? Burda da çocuk yemeği de düşünsün gerekirse tekerin yıpranma payını düşünsün. Yani ben eksik olduğunu düşünmüyorum.

Ö2: Anladım. Ben şunu demek istiyorum çocuklar çözüm yaparken bunu kesin size soracaklar. Açıklama gerekli gibi hissetmiştim ama sizin dediğiniz de doğru. Etkinlik oluşturma sürecine bakıldığında önceki hafta söylenenler uygulanmış ve veriler azaltılmış. Öğrencilerin araştırma yaparak sonuca ulaşmaları güzel olacak. Kontrol aşamasına bakılınca modelleme prensipleri ben öyle bi baktım da sağlanıyor gibi. Gerçek değerlere öğrenci ulaşacak o da sağlanır. Dil de iyi.

Ö4: Ben genel olarak etkinliği beğendim. Öğrenciyi düşünmeye araştırmaya sevk edici. Uygulama aşamasında bilgisayar ve internet desteği almak güzel olmuş. Kontrol aşamasına gelince bence tamamı sağlanıyor.

Ö5: Etkinlikte bence de öğrencinin internetten araştırarak verilere ulaşması uygulamayı zevkli kılacak. Kontrol kısmında da bende diğer arkadaşlarla aynı fikirdeyim. Hepsi sağlanıyor.

Uzmanlar ise oluşturulan etkinliği matematiksel modelleme prensiplerine göre incelemiştir.

- Gerçeklik prensibi: "Nasıl seyahat etmeliler?" etkinliğinde yer alan senaryonun günlük hayat problemi olmasından ve uygulama aşamasında öğrencilerin gerçek verilere ulaşacak olmasından dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model oluşturma prensibi: Problem durumunda farklı seyahat şekillerine bağlı olarak model ortaya konduğundan dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Öz değerlendirme prensibi: Problem durumu çözümün yapılması halinde açık ve anlaşılır bir süreçte seyrettiğinden bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Yapı belgelendirme prensibi: Problem durumu olası çözümler halinde ilgili kişiye (soruda yer alan kişiler için) bilgi vermeye olanak sağladığından bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model genelleme prensibi: Oluşturulan model benzer durumlar için kullanılabilir olduğundan dolayı bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan değerlendirmelerin ardından 10.sınıflara uygulanacak olan bu etkinlik genel olarak öğrenci düzeyine uygun bulunmuştur. Uygulama aşamasında bilgisayar laboratuarının

kullanılacak olması, öğrencilerin verilere kendilerinin ulaşacak olması süreci; öğretmenlerin sürecin daha dikkat çekici olacağı yönünde yorum yapmalarını sağlamıştır.

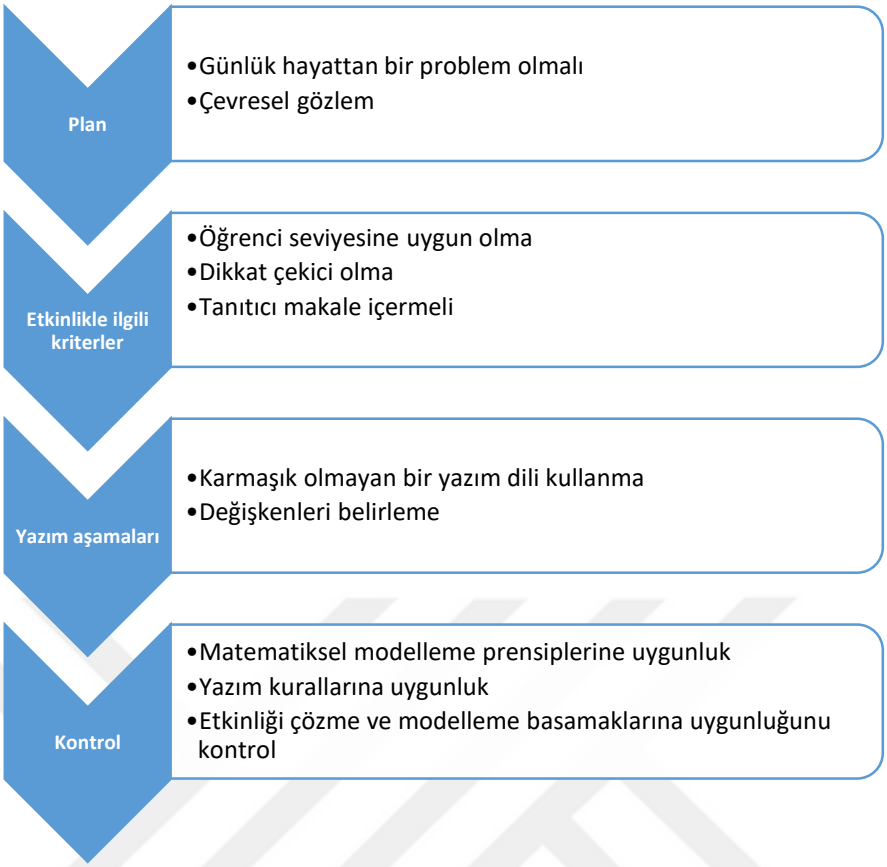
- **Ö4 kodlu öğretmenin etkinlik oluşturma sürecine yönelik bulgular**

Ö4 kodlu öğretmen, etkinlik konusuna karar verirken matematiksel bir kavramdan ziyade günlük hayatta karşılaştığı bir probleme çözüm getirmek istediğini sunumuna başlarken ifade etmiştir. Bu sebeple ilk olarak kendi yaşadığı bir sorunu dile getirmiştir.

> *"Eşimle birlikte eve giderken bir kasisten geçtik. Hızımızı düşürmüş olmamıza rağmen çok şiddetli ve rahatsız ediciydi. Ben de acaba nu kasisler için bir standart var mı diye düşündüm. Çünkü şehrin farklı yerlerinde farklı ölçülerde kasisler vardı. Bazısında hiç etkilenmiyorken bazısı sizi çok sarsabiliyor. Küçük bir araştırma yapınca da gerçekten bir standardı olduğunu gördüm."*

Günlük hayatta karşılaştığı bu problemin ardından Ö4, kasis problemi şeklinde bir etkinlik oluşturmuştur. Etkinlik günlük hayat problemi olması sebebiyle başlangıçta diğer öğretmenlerin dikkatini çekmiştir. Ancak etkinliği inceleyen öğretmenler, verilen genel bilgilerin hem çok fazla hem de öğrenci açısından zorlayıcı olabilecek nitelikte olduğunu dile getirmişlerdir. Sorunun fikir olarak güzel olduğunu fakat temeline inildiğinde çok basit bir problem olduğunu ifade eden Ö2'ye diğer öğretmenlerden de destek gelmiştir. Etkinlik oluşturma sürecine göre de değerlendirme yapan öğretmenler Ö4'ün kendi oluşturduğu sürece uygun bir yol izlediğini ancak etkinliğin her şeyden önce problem olma özelliğini göstermesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Oluşturulan etkinliğe uzmanların görüşü de dikkat çekici bir konu olmasına rağmen sorunun, bir matematiksel modelleme etkinliği olmadığı yönünde olmuştur. Etkinlikte öncelikle problem durumunun netleşmesine gidilmesi ve ardından prensipler göz önünde bulundurularak yeniden düzenlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Şekil 64. *Ö4 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci*



Sonraki hafta Ö4 kodlu öğretmen senaryo değişikliğine gitmiş ve "Kasis problemi" yerine bir "Ar-Ge problemi" oluşturmuştur. Oluşturulan bu etkinliğin sunumunda Ö4 etkinlik tasarlama sürecinde değişikliğe gitmemiş; çevresel problem yerine kazanıma uygun bir problem durumu oluşturduğunu ifade etmiştir. Daire grafikleri ile ilgili bir etkinlik hazırlayan öğretmene, çalışma grubunda bulunan arkadaşları, etkinlikle ilgili kriterleri içerisinde yer alan tanıtıcı makalenin eksik olduğunu; tanıtıcı makalede Ar-Ge'nin ne olduğu konusunda öğrencilere bilgi verilmesinin daha uygun olacağını dile getirmişlerdir. Problem durumunun açık ve anlaşılır olduğunu dile getiren öğretmenler, plan, yazım aşamaları ve kontrol kısmına uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Daha sonraki hafta Ö4, etkinliğine tanıtıcı makale eklemiş ve sunumunu yapmıştır. Öğretmenler etkinlik tasarlama sürecinin başarılı olduğunu ve etkinliğin öğrenci seviyesine (8. sınıf) ve kazanıma uygun, uygulanabilir olduğunu ifade etmişlerdir. Etkinliğin son haline yönelik öğretmen dönütleri aşağıdaki gibidir.

> *Ö1: Ben aslında ilk etkinliğin konusunu daha çok beğenmiştim kasis problemi olanı ama bu da güzel. Problem durumu net ve anlaşılır. Etkinlik tasarlama sürecine uygun şekilde oluşturmuş ve prensipler sağlanıyor.*
>
> *Ö2: Problem öğrenci açısından belki de ilk defa Ar-Ge kavramını duyacağı ve öğreneceği için ilgi çekici olacaktır. Soruda birden fazla durumu göz önünde*

bulundurması modelleme için uygun. Zaten süreç tamamen göz önüne alınarak tamamlandı.

Ö3: Ben ilk başta öğrenci açısından basit mi olur diye düşünmüştüm yani seviye açısından ama çözünce öyle olmadığını farkettim. Seviye olarak öğrenciye uygun basit de değil çok zor da değil. Farklı yorumlara açık. Prensipler de sağlanıyor.

Ö5: Ben etkinliği grup çalışması ile uygulanabilir buldum. Grup içerisinde ortak fikir.

Uzmanlar ise etkinliği matematiksel modelleme prensiplerine göre değerlendirmişlerdir.

- Gerçeklik prensibi: "Ar-Ge problemi" etkinliğinde yer alan senaryonun günlük hayat problemi olmasından dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model oluşturma prensibi: Problem durumunda farklı fabrikalara bağlı olarak modeller ortaya konduğundan dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Öz değerlendirme prensibi: Problem durumu çözümün yapılması halinde açık ve anlaşılır bir süreçte seyrettiğinden bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Yapı belgelendirme prensibi: Problem durumu olası çözümler halinde ilgili kişiye (soruda yer alan kişi için) bilgi vermeye olanak sağladığından bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model genelleme prensibi: Oluşturulan model benzer durumlar için kullanılabilir olduğundan dolayı bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.

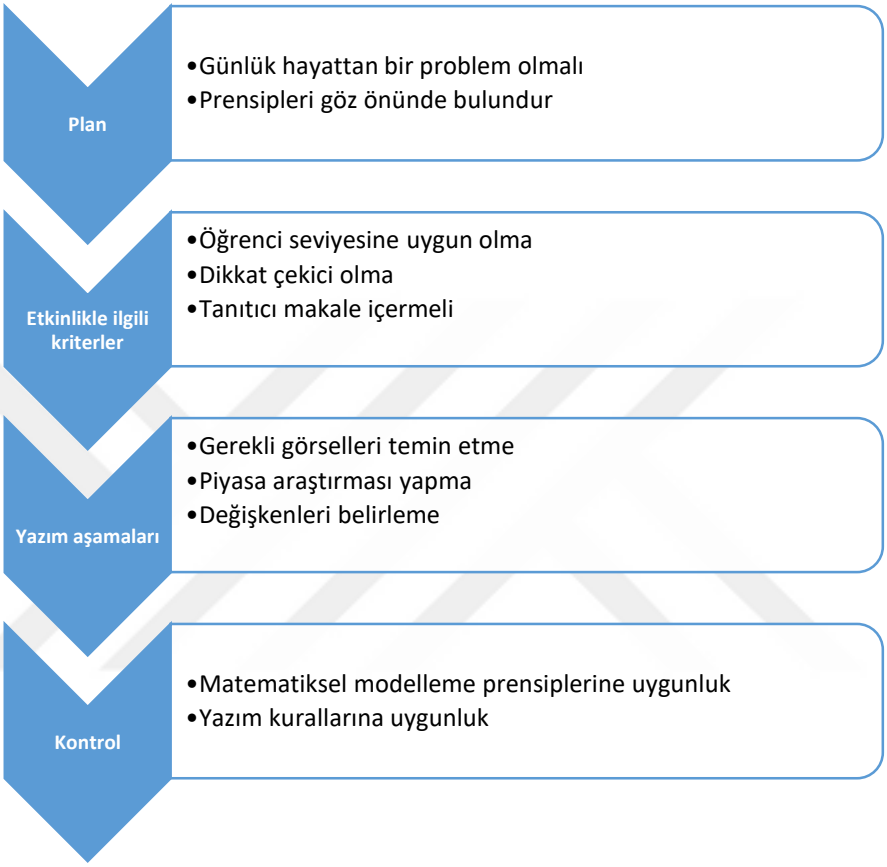
Yapılan değerlendirmeler sonrası etkinliğin 8.sınıflara uygun bir matematiksel modelleme etkinliği olduğuna karar verilmiştir. Grup çalışması şeklinde uygulanacak etkinliğin, grafik yorumlama kazanımına da uygun olduğu diğer öğretmenlerce de dile getirilmiştir.

- **Ö5 kodlu öğretmenin etkinlik oluşturma sürecine yönelik bulgular**

Ö5 kodlu öğretmen matematiksel bir fikirden ziyade günlük hayat problemi üzerine odaklanarak bir etkinlik oluşturduğunu sunumunun başında dile getirmiştir. 8.sınıfları göz önünde bulundurduğunu, kendisinin de tarih sevdiğini ve öğrencilerinin de etkinlikte geçen "Mihrimah Sultan Camisi" hakkında bilgi sahibi olmaları için bu etkinliği oluşturduğunu ifade etmiştir. Mihrimah Sultan Camisinin aydınlatılması üzerine bir etkinlik oluşturan Ö5, problem durumunu ortaya koymada sorunlar yaşamıştır. Etkinlikte Mihrimah Camisi'nin

ortasında yer alan büyük avizeye ait bir fotoğraf koymuş ve kaç ampul gerekli olduğunu öğrencilerin çember bilgisi ile çözmelerini istediğini belirtmiştir. Ancak verilen dönütler çember bilgisine gerek kalmaksızın, görsel üzerinden ampulleri sayarak sonuca ulaşılabileceği yönünde olmuştur. Öğretmenler etkinliğin tanıtıcı makale olarak güzel ve dikkat çekici olduğunu ancak, problem durumunun yeniden inşa edilmesini belirtmişlerdir.

Şekil 65. *Ö5 Kodlu Öğretmene Ait Etkinlik Tasarlama Süreci*



Sonraki hafta Ö5 kodlu öğretmen senaryo değişikliğine gitmiş ve "Mihrimah Sultan Camisini aydınlatalım" yerine "Okulumuz izleniyor" etkinliğini oluşturmuştur (Etkinliğin ikinci hali eklere). Oluşturulan bu etkinlik ile birlikte öğretmen etkinlik tasarlama sürecinde değişiklik yapmamış; öğrencinin yakın çevresi olan kendi okuluna kamera yerleştirme şeklinde bir problem durumu oluşturmuştur. En iyi görüş açısına bağlı olarak okul bahçesine kamera yerleştirmeyi problem durumuna getiren Ö5, uygulama sürecinden önce de öğrencileri ile okul bahçesine çıkıp; bahçeye ait ölçümler yapacağını ifade etmiştir. Ö5, uygulama aşamasında da okula ait bir kroki ve görseller sunacağını, bu sayede öğrencilerin bahçeye ait çelişkiler yaşamayacağını dile getirmiştir. Etkinlik tasarlama sürecine göre değerlendirme yapan öğretmenler, plan basamağının uygulandığını ancak etkinlikle ilgili kriterleri içerisinde yer alan "tanıtıcı makale içermeli" ifadesine yer verilmediğini dile getirmişlerdir. Öğretmenler, yazım aşamasında okula ait görselleri temin etme, kameralara ait piyasa araştırması yapma ve değişkenlerini ifade etme kriterlerini tam olarak sağladığını, kontrol

aşamasında yazım kurallarına daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini ve prensiplerin göz önünde bulundurulmadığını ifade etmişlerdir. Şöyle ki çözümün yapılması halinde yapı belgelendirme prensibinin sağlanmadığı öğretmenlerce dile getirilmiştir.

Sonraki hafta Ö5 kodlu öğretmen istenen değişiklikleri yapıp etkinliğe son halini vermiştir. Grup çalışması şeklinde çözüm yapılmasını düşündüğünü de sunumda ifade etmiştir. Öğretmenler etkinlik tasarlama sürecinin başarılı olduğunu ve etkinliğin öğrenci seviyesine (8. sınıf) uygun, uygulanabilir olduğunu ifade etmişlerdir. Etkinliğin son haline yönelik öğretmen dönütleri aşağıdaki gibidir.

> *Ö1: Ben etkinliğin bu son halini beğendim. Öğrenci için kendi okulu için bişeyler yapmak eğlenceli olacaktır. Okula ait video ve görseller olması da güzel olmuş.*
>
> *Ö2: Etkinliğin problem durumu net. Okulda nereye kamera konulmalı dikkat çekici bi konu. Öğrencinin keyif alacağını düşünüyorum. Ayrıca etkinlik tasarlama süreci de göz önünde bulundurulmuş ve ona bağlı oluşturulmuş. Okulun merkezi bi okul olması ve kameralar kullanılması öğrenci için gerçek yaşam problemini oluşturmuş. Benim okulum köy okulu olduğu için ve binası da eski bi sağlık ocağı olduğu için böyle durumlar onlar için hayatın içinden olmuyor. Ama Ö5 için, bu durum gerçek hayat problemi. O yüzden beğendim ben.*
>
> *Ö3: Öğrencinin yakın çevresine ait bir problem durumu olması ve kendisinden de bu problemi çözmesinin istenmesi, öğrenci için kesinlikle dikkat çekici olacaktır. Ayrıca okula ait ölçümler yapması öğrencinin, okulunu ve etkinliği daha dikkat çekici hale getirmiştir. Etkinlik oluşturma sürecine bakınca da tüm kriterlerin dikkate alındığını görüyoruz zaten.*
>
> *Ö4: Bence de öğrencinin kendi okulunun problemine çözüm araması, etkinliği daha kalıcı ve dikkat çekici hale getirmiştir. Okul bahçesini incelemesi, ölçümler yapması ve grup olarak kameralara uygun yer belirlemeye çalışmaları tam olarak günlük hayat problemi çözmesidir yani. Etkinlik oluşturma süreci de göz önünde bulundurulmuş ve söylenen tüm değişiklikler yerine getirilmiş.*

Uzmanlar ise etkinliği matematiksel modelleme prensiplerine göre değerlendirmişlerdir.

- Gerçeklik prensibi: "Okulumuz izleniyor" etkinliğinde yer alan senaryonun günlük hayat problemi olmasından ve öğrencilerin kendi okullarına ait bir problem durumu olmasından dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model oluşturma prensibi: Problem durumunda farklı kamera tiplerine bağlı olarak modeller ortaya konduğundan dolayı, bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Öz değerlendirme prensibi: Problem durumu çözümün yapılması halinde açık ve anlaşılır bir süreçte seyrettiğinden bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.

- Yapı belgelendirme prensibi: Problem durumu olası çözümler halinde ilgili kişiye (soruda yer alan okul idaresi için) bilgi vermeye olanak sağladığından bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.
- Model genelleme prensibi: Oluşturulan model benzer durumlar için kullanılabilir olduğundan dolayı bu prensip için "tamamen uygun" olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonrası etkinliğin 8. sınıflara uygun bir matematiksel modelleme etkinliği olduğuna karar verilmiştir.

Öğretmenlerin oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliklerine genel olarak bakıldığında 5 öğretmenden üçünün ilk haftadan sonra senaryo değişikliğine gittiği görülmektedir. Bunun sebebine bakıldığında ise ilk oluşturulan etkinlik durumunda problem durumunun netleştirilemediğinin ifade edildiği göze çarpmaktadır.

Tablo 14. *Öğretmenlerin Etkinlik Tasarlama Sürecinde Göz Önünde Bulundurduğu Kriterler*

TASARLAMA SÜRECİ	KRİTERLER	ÖĞRETMENLER
PLAN	Günlük yaşamda anlamlı senaryo oluşturma	Ö1,Ö4,Ö5
	Öğrenciler için ilgi çekici olma	Ö1,Ö2
	Kazanımlara uygun olma	Ö1,Ö2
	Teknolojik destek	Ö2
	Alanyazın taraması	Ö3
	Çevresel gözlem	Ö4
	Prensipleri göz önünde bulundurma	Ö5
ETKİNLİKLE İLGİLİ KRİTERLERİ	Öğrenciler önceki bilgilerini kullanabilmeli	Ö1
	Etkinlik çok yönlü düşündürebilmeli	Ö1
	Tahmin yürütmeye elverişli olmalı	Ö1
	Yeni nesil sorularla ilişkili olma	Ö2
	Gerçek yaşam ile ilişkili olma	Ö2,Ö3
	Öğrenci seviyesine uygun olma	Ö3,Ö4,Ö5
	Öğretim programında yer alan kazanımlara uygun olma	Ö3
	Matematiksel modelleme döngüsüne uygun olma	Ö3
	Dikkat çekici olma	Ö4,Ö5
	Tanıtıcı makale içerme	Ö4,Ö5
YAZIM AŞAMALARI	Konu seçimi	Ö1,Ö2
	Değişkenlere karar verme	Ö1,Ö2,Ö4,Ö5
	Modeli geliştirme	Ö1,Ö2
	Kazanımlara uygun senaryo yazma	Ö3
	Karmaşık olmayan bir yazım dili kullanma	Ö4
	Gerekli görselleri temin etme	Ö5
	Piyasa araştırması yapma	Ö5
KONTROL	Modelleme prensipleri	Ö1,Ö2,Ö3,Ö4,Ö5
	Dil ve yazım	Ö2,Ö3,Ö4,Ö5
	Gerçek değerlere uygunluk	Ö3
	Etkinliği çözme ve modelleme basamaklarına uygunluğunu kontrol	Ö4

Matematiksel bir fikirden ziyade günlük hayat problemi şeklinde etkinlik oluşturmaya başlayan öğretmenlerin, etkinlik tasarlama sürecinde en fazla üzerinde durdukları kriterin de "günlük hayatla ilişkili olma" olduğu görülmektedir. Bazı öğretmenlerin plan aşamasında, bazılarının ise etkinlikle ilgili kriterlerde günlük hayatla ilişkili olmasına yer verdiği ve aslında tüm öğretmenlerin bu durumu göz önünde bulundurduğu Tablo 12'de görülmektedir. Kontrol aşamasında tüm öğretmenlerin matematiksel modelleme prensiplerini dikkate aldığı göze çarpmaktadır. Matematiksel modelleme döngüsüne ise Ö3 kodlu öğretmenin etkinlikle ilgili kriterlerinde; Ö4 kodlu öğretmenin de kontrol aşamasında dikkat ettiği görülmektedir. Öğrenci seviyesine uygunluk, değişkenlere karar verme ve dil-yazım kurallarına dikkat etme de öğretmenler tarafından en fazla tercih edilen kriterler olmuştur.

Matematiksel Modelleme Etkinliği Oluşturma Sürecine Yönelik Görüşme Bulguları

Çalışma grubunda yer alan her bir öğretmen ile etkinlik oluşturma sürecinin tamamlanmasının ardından birebir görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmeler, görüşme sorularına bağlı olarak oluşturulan kategoriler altında analiz edilmiş ve bulgular bu bölümde sunulmuştur. 4 sorudan oluşan yarı-yapılandırılmış görüşmenin bulguları, soru bazlı olarak verilmiştir.

- **1. soruya ait görüşme bulguları**

"Matematiksel modelleme etkinliğinizi hazırlarken nasıl bir yol izlediniz?" sorusuna ait öğretmen cevapları aşağıdaki gibidir.

> *Ö1: Önce gerçek hayat problemi seçmeye çalıştım. Ve bu problem öğrencilerin dikkatini çekebilecek, anlayabilecek düzeyde olsun istedim. O problemi çözerken de bildikleri hani kazanmış oldukları matematiksel bilgiyi kullanabilecekleri bi problem olsun istedim. Tahmin edebilecekleri, çok yönlü düşünebilecekleri bi problem hazırlamaya çalıştım.*
>
> *Araştırmacı: Yani matematiksel bir fikirden ziyade, yani bir konu bir kazanımdan ziyade siz günlük hayat problemine odaklandınız öyle mi?*
>
> *Ö1: Ya aslında ikisine de odaklandım diyebilirim. Kazanımın, bildikleri becerilerin, kullanabilecekleri becerilerin onlarda var olan bilginin kullanabilecekleri bi günlük hayat problemi oluşturmaya çalıştım. Ama hangisi diye net bir şey diyecek olursam günlük hayat problemi diyebilirim. Problemin içindeki kazanıma odaklandım çünkü sonrasında. Bide konu dikkat çekici olursa kalıcılık da daha fazla olur.*
>
> *Araştırmacı: Günlük hayat fikrinin daha dikkat çekici olacağını mı düşünüyorsunuz?*
>
> *Ö1: Yani günlük hayattan bişey olması özellikle onları ilgilendiren bir konudan olması bence daha dikkat çekici olacaktır diye düşünüyorum. Çünkü dediğim gibi bu onun çevresi ve onun problemi olur. Kazanımdan yola çıkınca da elbette oluşturulabilirse dikkat çekici bi senaryo yazılır ama oluşturamayabiliriz de.*

…

Ö2: Önce var olan etkinliklere baktım. Ne yapılmış diye. Sonra bizim derste çözdüğümüz etkinliklere bakmaya başladım. Literatür baktım aslında biraz. Karşıma salıncak problemi çıktı. Ben de örüntüleri işliyodum. Aklıma bakteriler geldi. Dedim 8.sınıflarda yeni nesil sorularda da çok soruluyor. Ne güzel olur.

Araştırmacı: Yani matematiksel bir fikir ile mi yola çıktınız yoksa günlük hayat problemi olmasına mı odaklandınız?

Ö2: Aslında aklımdaki örüntülerdi. Çünkü çocuklar arada bir fark olarak işlem yapılan örüntüleri çok rahat yapıyorlar ama bir kat varsa yapamıyorlar. Yani örüntüler kafamda vardı ama senaryo bulamıyodum. Sonra aklıma bakteriler geldi. E burası köy okulu ne yapayım teknoloji de olsun dedim. Başta biliyosunuz bi video buldum o da çok fazla konuyla ilişkili değildi. Sizlerin de dönütleri ile ondan vazgeçtim ve artırılmış gerçekliği ekledim. Bence çok iyi oldu. Uygulama için sabırsızlanıyorum. Eminim dikkatlerini çekecek çocukların.

…

Ö3:Ben açıkçası literatür taradım fazlasıyla. Hangi etkinlikler var, ne gibi çalışmalar yapılmış onlara çok baktım. Zaten planı da bu şekilde oluşturdum. Sonrasında kazanımlara baktım. Ortaöğretim programına baktım.

Araştırmacı: Peki kazanımdan mı yola çıktınız hocam?

Ö3: Aslında ilk başta günlük hayatta olmasını istedim problemin. Çünkü kazanıma karar verip senaryo oluşturamayabilirdim. Çünkü modelleme etkinliğinin prensipleri var ve onu oluşturmak zor oluyor. O yüzden önce günlük hayat problemine karar verdim. Bide öğrenci profilimiz okulda pek parlak değil. Onları zorlayacak bişe olsun da istemedim açıkçası. Yani önce konuyu buldum ki bu durum benim kendi sorunum ulaşım. Sonrasında kazanıma uygun hale getirdim.

…

Ö4: Ben ilk olarak etrafımdaki hangi probleme çözüm getirebilirim diye düşündüm. Hatta ilk oluşturduğum kasis problemi gerçekten yaşadığım bir problemdi. Ama etkinlik olarak problem durumunu tam kuramadım oturmadı yani. Ama sonrasında çocuklarla grafikleri işliyoduk ona yönelik olsun istedim. Başlangıçta günlük hayat problemi olsun istedim ama son olarak ortaya çıkan etkinliğimde kazanıma yönelik oldu.

Araştırmacı: Peki neden ilk olarak günlük hayat problemi olsun istediniz?

Ö4: Etrafımdaki bir soruna çözüm getirmek işe yarama hissi oluşturur insanda. Öğrencilerime bunu aşılamak istedim belki tam da bilmiyorum. Ama günlük hayat problemi her zaman daha dikkat çekici olur bence. Bide kazanıma uygun senaryo gerçekten zor. Benim ikinci oluşturduğum etkinlik kazanıma yönelikti çünkü. Senaryo ilki kadar dikkat çekici olmadı bence.

…

Ö5: Ben ilk olarak literatüdeki etkinlikleri inceledim. Özellikle çözüm yollarını inceledim. Çözümünün kafa karıştırıcı olmaması önemliydi benim için. 8.sınıflara uygulayacaktım. Sıkılmamaları, dikkatlerini çekmek de önemliydi. Tarihi konuları sevdiğim için de ilk başta tarihi bir fikirle yola çıktım. Ama problem durumum netleşmediği için senaryoyu değiştirdim. Sonraki etkinlikte de yakın çevreleri yani kendi okulları ile ilgili bir problem durumunu çözmelerini bekledim öğrencilerimden.

Araştırmacı: Peki kazanımdan mı yola çıktınız hocam?

Ö5: Hayır. Öncelikle dikkat ettiğim problem durumunun günlük hayat olmasıydı. Çünkü problem bazlı düşündüğümüzde bir etkinlik bir çok farklı kazanıma hizmet de eder. O yüzden öncelikle problem durumunu göz önünde bulundurdum.

Öğretmen cevapları incelenerek aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

Tablo 15. *1.Sorunun Cevaplarına Ait Kodlar*

Etkinlik oluşturma fikri	**Öğretmenler**	**Gerekçeler**
Matematiksel konu/kazanım	Ö2	Örüntü konusunda yaşanan öğrenci zorlukları
Günlük hayat problemi	Ö1	Öğrencilerin ilgisini çekebilmek, kalıcılığı sağlayabilmek
	Ö3	Kazanıma uygun senaryo oluşturmada zorluk yaşama düşüncesi
	Ö4	Öğrencilerin dikkatini çekebilmek ve kazanıma uygun senaryo oluşturmada zorluk yaşama düşüncesi
	Ö5	Senaryo durumunun birden daha fazla kazanıma fırsat vermesi

Öğretmen cevapları incelendiğinde 5 öğretmenden 4'ünün etkinliğe karar verirken ilk olarak günlük hayat problemi olmasına dikkat ettiği göze çarpmaktadır. Matematiksel konu ya da kazanımı ise sadece 1 öğretmenin baz aldığı görülmektedir. Günlük hayat probleminden yola çıkarak etkinlik oluşturan öğretmenlerden Ö4 ise etkinlik oluşturma sürecinde senaryo değişikliğine gitmesinin ardından kazanıma yönelik etkinlik oluşturmuştur. Kazanım ya da konu seçimi yaparak etkinlik oluşturmanın senaryo oluşturma açısından daha zor olduğunu da dile getirmiştir. Ö3 kodlu öğretmen de benzer olarak kazanıma uygun senaryo oluşturmada zorluk yaşayacağını düşünerek, öncelikle problem durumuna karar verdiğini belirtmiştir. Günlük hayat problemi fikrinden yola çıkarak etkinlik oluşturan Ö1 ve Ö4, öğrenciler için daha dikkat çekici olacağını düşünmüşlerdir. Bunun sebebini ise kazanıma yönelik dikkat çekici senaryo oluşturmanın zorluğu ile bağdaştırmışlardır. Ö5 ise diğer öğretmenlerden farklı olarak tek bir kazanıma yönelik etkinlik oluşturmaktansa, günlük hayat probleminin içerisinde birden fazla kazanımın ele alınmasını sağlayabileceğini dile getirmiştir.

- **2. soruya ait görüşme bulguları**

"Süreçte bu etkinliğe karar vermeden önce başka hangi soru veya fikirler üzerinde çalıştınız?" sorusuna ait öğretmen cevapları aşağıdaki gibidir.

Ö1: Aslında böyle daha çok bilimsel, bişeyleri tasarlayabilecekleri bi etkinlik olsun istedim. Rüzgar gülleri araştırdım. Sonra ambalajlar üzerinde durdum. Hani bişeyleri tasarlayabilecekleri daha etkin olabilecekleri bi etkinlik olsun

istedim. Sadece kazanımları uyarlayamadığım için vazgeçmek durumunda kaldım. Sonra bi yolculuk etkinliği düşündüm. Bütçe yapmayı o ülkeyi araştırmayı öğrensinler istedim ama her öğrencim için internet araştırması imkanı yoktu. Ondan da vazgeçmek durumunda kaldım. Çünkü benim verdiğim bilgilerle sadece para birimlerinin dönüşümünü yapabileceklerdi. Oysa ben daha fazlası olsun istiyodum. Ülkeyi sanal gerçeklik gözlüğü ile gezsinler, turistik yerlerini belirlesinler, internetten o yerlere giriş ücretlerini bulsunlar, oraya ait yöresel lezzetleri araştırıp fiyatlarına baksınlar gibi bişeler düşündüm ama teknolojik yetersizlikten dolayı vazgeçmek durumunda kaldım.

…

Ö2: Ben kazanım olarak yaklaştığım için etkinlik sürecine başlangıçta bi denklemleri de düşündüm. Doğrusal denklemler. Teknolojide olsun istiyodum. Biz regresyon yapmıştık bunu çocuklara uygulamak istemedim. Çünkü çocukların sıkılacağını düşündüm. Çünkü onların bilgisayarları yok ben yapıcam onlar izleyecek ve bu onlar için çok da anlamlı olmazdı. Mesela taksimetre gibi bi başlangıç fiyatı varsa orda takılıyolar. Düzenli artış ve sıfır başlangıçta sorun yaşamıyolar. Bu da vardı aslında aklımda başlangıçta ama oturtamadım. Sonra bakterilere geçtim zaten.

…

Ö3: Literatürdeki etkinliklere baktım ben başta. Onlarla benzer olsun da istemedim. Farklı olsun istedim biraz da. Bide kendi yaşadığım bir sorun olarak yaklaştım olaya. Yani aslında doğrudan probleme karar verdim. Ama işlemsel beceri olarak üslü sayılar mı olsa, eşitsizlik mi olsa diye bi düşündüm. En son eşitsizlik ve denklemlere karar verdim. Yani fikir olarak çok değişiklik yaşamadım.

…

Ö4: Fabrikalardaki defolu ürünler geldi aklıma ama benzerini biz bu derste çözmüştük. Boy ölçümü tahmini ile ilgili bişeler düşündüm onun da benzeri büyük ayak problemi vardı onu da atladım. Bi çok fikir üstünde gidip geldim ama daha önce yaptığımız etkinliklere benzer olduğundan orijinal bişeler de olsun istediğimden sunmadım yani. Sonra zaten kasis problemi geldi aklıma hatta konusu çok da dikkat çekici bulundu ama problem durumu oturmadı biliyosunuz. Bu kadar.

…

Ö5: Önce Mihrimah Sultan Camisini yaptım çünkü tarihi sevdiğim için ve Mimar Sinan'ı öğrenmelerini istediğim için onu seçtim. Ama problem durumu olmadı. Onun dışında ya da öncesinde bişe düşünmedim. Sonrasında da hemen okulla ilgili etkinliği oluşturdum. Başka fikir üzerinde durmadım açıkçası.

Öğretmen cevapları incelendiğinde iki öğretmenin başlangıçta oluşturmayı planladığı etkinlik fikrini devam ettirdiğini; diğerlerinin ise değişikliğe gittiği görülmektedir. Ö1 kodlu öğretmenin çalıştığı okuldaki öğrenci profilinin maddi olarak çok iyi olmayışı, internet erişiminin öğrenciler için zor oluşu başlangıçta yapmayı düşündüğü etkinlik fikirlerinden vazgeçmesine sebep olmuştur. Ayrıca çalıştığı okulun teknolojik yetersizliği de yine düşündüğü bazı fikirleri uygulamaya geçirmemesine neden olmuştur. Ö3 ve Ö4 kodlu öğretmenler ise alanyazın incelemesi yapmış ve farklı bir etkinlik ortaya koymaya

çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Akıllarına gelen bazı fikirlerin ise alanyazında benzerleri olmasından dolayı vazgeçtiklerini belirtmişledir. Benzer şekilde Ö4 ve Ö5 ilk oluşturdukları etkinlikte problem durumunu netleştiremediklerini ve bu sebeple yeni senaryo oluşturduklarını da dile getirmişlerdir. Ö2 kodlu öğretmen kazanım/konu olarak başlangıçta farklı bir konuya odaklanmış ancak ardından örüntü konusunu tercih etmiş ve etkinliğini oluşturmuştur.

- **3. soruya ait görüşme bulguları**

"Geliştirdiğiniz etkinliğin modelleme etkinliği olmasını sağlamak için göz önünde bulundurduğunuz başlıca kriterler nelerdi? Bunlara nasıl karar verdiniz?" sorusuna ait öğretmen cevapları aşağıdaki gibidir.

> *Ö1: Yani zaten etkinlik tasarlama sürecinde de kontrol aşamasında matematiksel modelleme prensipleri vardı. Yani prensipleri sağlamasını istedim ve buna dikkat ettim. Bunların dışında gerçek yaşam problemi olması gerekiyor ki zaten ordan yola çıkarak etkinliğimi oluşturdum. Çok yönlü düşünmeye itmesi gerekiyor, tek bir değişkene odaklanmayacak, birçok varsayımda bulunabileceği bi olay seçmeye çalıştım. Ondan sonra, bişeyleri ayırıp sonra tekrar bi genellemeye vardıkları bişeyler olsun istedim. Tahmin edebilsinler, yorum yapabilsinler. Farklı menülerle farklı çözüm yolları da olsun diye düşündüm. Bunlardı göz önünde bulundurduklarım.*
>
> *…*
>
> *Ö2: Yani prensipleri bulundurdum sanıyodum ama ilk sunumdan sonra aslında çok da bişe göz önünde bulundurmadığımı farkettim. Mesela bir sürü bakteri çeşidinin olduğunu göz ardı etmişim. Yani şöyle ki güncel olan bilgileri, günlük hayatta bilinmesi gereken verileri çok fazla işin içine katmamışım. Kendi genel geçer bilgimle probleme yaklaşmış, bir sürü bakteri çeşidinin olabileceğini düşünmemişim. Ki mesela bu bakteri çeşitlerine bakınca onların 8 dakikada bir üreyenleri, 20 dakikada bir üreyenleri gibi; ya da bilimsel olarak neden biri 8 dakikada diğeri 20 dakikada hiç araştırmamışım. Ben bunları hiç probleme katmamışım. E tabi günlük hayattan olması, anlaşılır olması bunları hesaba kattığımı düşünürken dönütlerden sonra eksik olduğunu gördüm. Mesela video vermiştim, videodaki veriler soru çözümü için yeterli değil. O video benim soru ile pek de alakalı değil ben bunları göremedim başta. Ama sonrasında aldığım dönütlerle daha güzel bir hal aldı etkinliğim bide artırılmış gerçekliği kattım dikkat çekici de oldu.*
>
> *Araştırmacı: Yani son halini almasındaki kriterleriniz neler oldu?*
>
> *Ö2: Günlük hayat bilgilerinin doğru olması, gereksiz bilgi içermemesi ve aslında bunları da kapsayan modelleme prensipleri oldu. Bide dil bilgisi yazım olarak da dönütler almıştım. Ona da dikkat ettim son halinde. Türkçe öğretmeni arkadaşlarıma kontrol ettirdim hatta.*
>
> *…*
>
> *Ö3: Açıkçası ilk olarak günlük hayatla bağlantılı olsun dedim. Sorudaki ulaşım yollarını ben verdim ki bunlar gerçek ulaşım yolları alternatifleri. Verilere de yani ücretlendirmelere de öğrencilerim ulaşacak. Onlar da zaten gerçek verileri*

kullanacaklar çözüm için. Öğrencinin araştırma yapmasını istedim açıkçası bide. Bide tek çözüm yolu olsun istemedim. Sorunun karmaşık olmasını istemedim. İlk hali biraz karmaşık ve bilgi kalabalığı vardı. Son hali yalın oldu. Açık, anlaşılır, anlayabilecekleri şekilde yalın. Yazım kurallarına dikkat ettim son halinde. Bunların dışında prensipleri de zaten oluşturma sürecine dahil ettik.

…

Ö4: Prensipler zaten var ama onların dışında orijinal olması, günlük hayatta bi problemin çözümü olması, kullanılabilir yani uygulanabilir olması, birilerine bi fikir veriyor olması yani işe yarar olması. Bide çocuklara bu etkinliğin bir bilgi öğretmesi. Mesela ben obezite problemi ile vücut kitle endeksimi öğrendim, Mayon yanardağı ile verimli topraklar ortaya çıktığını öğrendim ya da doğrusallık için regresyon uygulamasını öğrendim. Sanal gerçeklik artırılmış gerçeklik bunlarla dersin keyfini artırdık. Öğrencilerimin de böyle şeyler hissetmesini istedim etkinlik sonunda aslında. Mesela o gözlükle yaptığımız etkinliklerde hep öğrencilerimi düşündüm onlara uygulasam ne güzel olur diye. Ama işte maalesef öyle bi etkinlik oluşturamadım. Ama ben de Ar-Ge hakkında bilgi verdim, onun hakkında bilgi sahibi olsunlar televizyonda duyduklarında ha bu Ar-Ge buymuş desinler istedim açıkçası.

…

Ö5: Verilerin gerçekçi olmasına yani gerçek veriler olması çok önemliydi. Bunun için çok araştırma yaptım. Kamera fiyatlarını inceledim çok farklı stilde ve çok farklı fiyatlarda kameralar var. Onun dışında matematiksel modelleme olması için tabiki prensiplerin olması gerekiyor. Mantıksal bir süreçten geçmesi gerekiyor. Yani süreç derken çözüm aşaması hem de süreçte matematiksel düşünme çözüm üretme kabiliyetleri gelişsin istedim. Farklı çözüm yollarına açık olsun istedim.

Öğretmen cevapları incelenerek en çok göz önünde bulundurulan durumlar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 16. *3. Sorunun Cevaplarına Ait Kodlar*

Göz önünde bulundurulan kriterler	**Öğretmenler**
Matematiksel modelleme prensipleri	Ö1,Ö2,Ö3,Ö4,Ö5
Günlük hayat problemi olması	Ö1,Ö2,Ö3,Ö4,Ö5
Tahmin yapma, varsayımda bulunma	Ö1
Gerçekçi bilgiler bulundurma	Ö2, Ö5
Gereksiz bilgi içermemesi, açık ve anlaşılır olma	Ö2,Ö3
Dil bilgisi ve yazım kurallarına uygunluk	Ö2, Ö3
Öğrencinin araştırma yapmasına uygun	Ö3
Özgün, orijinal olması	Ö4,Ö5
Günlük hayatla ilgili bir bilgi öğretme	Ö4
Farklı çözüm yollarına imkan tanıma	Ö1,Ö3,Ö5

Tablo 14 incelendiğinde öğretmenlerin tamamının matematiksel modelleme prensiplerini kriter olarak ele aldığı görülmektedir. Yapılan görüşmelerde öğretmenlerin prensipleri dile getirmesine rağmen ayrıca da prensiplere ait özellikleri ifade ettikleri göze çarpmaktadır. Örneğin, matematiksel modelleme prensiplerinden gerçeklik prensibi etkinliğin günlük hayat problemi olmasını ve gerçek verilerden oluşmasını sağlamasına rağmen, öğretmenler etkinlikle ilgili kriterlerinde "günlük hayat problemi olması ve gerçekçi bilgiler bulundurma" kriterlerini eklemişlerdir. Ya da problem durumunun ve çözümünün açık ve anlaşılır bir süreçte oluşmasına imkan veren prensip öz değerlendirme prensibi olmasına rağmen, Ö2 ve Ö3 kodlu öğretmenler açık ve anlaşılır olmasına dikkat ettiklerini dile getirmişlerdir. Bunların dışında dil bilgisi ve yazım kurallarına uygunluk, öğrencinin araştırma yapmasına fırsat verme, özgünlük, tanıtıcı makale ile günlük/güncel bir bilgi sunmaya imkan verme ve farklı çözüm yollarına uygun olma da öğretmenlerin göz önünde bulundurduğu kriterlerdir.

- **4. soruya ait görüşme bulguları**

"Etkinliğinizi geliştirme ve hazırlama sürecinde ne tür zorluklar yaşadınız? Bu zorlukları nasıl aştınız?" sorusuna ait öğretmen cevapları aşağıdaki gibidir.

> *Ö1: Ortaokul öğrencileri olduğu için, matematiksel bilgileri sınırlı olduğu için yani bütün kazanımları henüz kazanmadıkları için hani kazanımlara uygun problem hazırlamakta çok zorluk çektim. Ondan sonra bi çok değişkeni öne sürmek zor oldu. Öyle bunlar var aklımda. Başka ne olabilir. Bilemedim. Yani probleme karar verdim ama sınırlı kazanım vardı elimde çünkü grubum 6.sınıftı. Bu kazanımlarla bu probleme neler ekleyebilirim diye zorlandım. Şöyle diyim kısaca problem durumu ile kazanım arasında bağlantı kurmak da zorluk yaşadım.*
>
> *Araştırmacı: Peki bu zorlukları nasıl aştınız?*
>
> *Ö1: Ya problem üzerinde epey durdum. Dediğim gibi öğrencinin düzeyine uygun bi problem seçmeye çalıştım ama bi çok etkeni de göz önüne aldım. Çok problem araştırdım. Çok bakındım. Taradım da internetten. O şekilde yani. Araştırma yaparak daha uygun hale getirmeye çalışarak, atlamadım yani hiç bi prensibi. O kriterleri atlamamaya çalıştım. Farklı etkinlikleri inceledim. Yoğunlaşmaya çalıştım. Yapamıyorum diye de vazgeçmek istemedim açıkçası. Güzel de bi etkinlik ortaya çıktı diye düşünüyorum. Bide zümremdeki arkadaşlarımdan iki kişiye de incelettim. Fikir aldım onlardan da. Bide burdaki dönütlerde yararlı oldu tabiki.*
>
> *…*
>
> *Ö2: Ya şöyle diyim matematiksel modelleme etkinliği oluşturmak bisiklete binmek gibi. Karşıdan bakınca harika ben bunu yaparım diyosun ama bisiklete binip deneyince iki üç düşmeden öğrenemiyosun. Yani tamam fikir değiştirmedim senaryo olarak ama yine de düştüm. Dönütler verildi ama nasıl yapacağımı bilemedim. Prensipleri sağlasın diye uğraştım ama acaba sağlandı*

mı bi türlü emin olamadım. Genel olarak zor ama gerçekten keyifli bir süreçti. Sizlerin ve arkadaşların dönütleri çok yararlı oldu.

Araştırmacı: Peki bu zorlukları nasıl aştınız?

Ö2: Yani biz etkinlik oluştururken süreçte bi taraftan da sınıfta burda etkinliklerimizi çözüyoduk. Bazı etkinliklerde aa evet ben de böyle bişey yapabilirdim dediğim şeyler oldu. Onlar yeni fikirler ekledi bana ve mesela yapı belgelendirme prensibi varya onu obezite probleminin çözümünden sonra sağlayabildiğimi gördüm. O etkinlik fikir verdi bana. Ama yüzdeye vuracak olursam %80 sizlerin dönütleri ile zorlukları aştım diyebilirm.

…

Ö3: Yani şimdi günlük yaşantıda çok fazla olasılık var problem olarak yani çok var. Ama bunlardan kazanıma uygun hale getirmek, sınıf ortamında çözüm oluşturabilecek hale getirmek sorunu zordu. Bide öğrenci seviyesine uygun olması için çabaladım o da zorladı. Çünkü öğrencilerim pek başarılı değiller. Öğrencilerime uygulayacak olmam açıkçası daha basit düşünmeye sevk etti beni. Üst seviye bişe düşünemedim o yüzden. Bide matematiği soyut olarak düşünüyolar ben daha somut bişe olsun istedim. Bu istediklerimi yapabilmek için de zorlandım. Prensipleri inceledim ona uygun hale getirmek de zor oldu.

Araştırmacı: Peki bu zorlukları nasıl aştınız?

Ö3: Açıkçası tek başıma öğrencilerime hazırlayıp uygulayacak olsam aşamazdım ya da o ilk hali ile uygulardım. Ama sizlerin dönütleri sayesinde yeni kapılar açıldı fikir olarak o şekilde aştım diyebilirm.

…

Ö4: Aklıma fikir gelmedi ilk zorluk. Prensiplere uygun etkinlik olması diğer zorluk. Bide günlük hayatta herşey tam sayılarla, doğal sayılarla değil. Küsüratlar hatta küsüratların da küsüratları olduğu için gerçeklik boyutunda o biraz sıkıntı oldu bana. Sonuçta bunu çözecek olan çocuğun seviyesi de önemli. O yüzden daha az basamaklı sayılarla uğraşıyo çocuklar sonuçta.

Araştırmacı: Peki bu zorlukları nasıl aştınız?

Ö4: Yuvarlama yaptım. Yani şöyle kesin değerlerden ziyade yaklaşık değerler üzerinden yaklaşmaya çalıştım. Sonuçta yuvarlama da bizim konumuz. Bide matematiksel modellemenin kesin sonuçlara yargılara yöneltmemesi bu konuda işime yaradı. Tek çözümlü problemler değil sonuçta modelleme. Bunlar modelleme yaklaşımının bana sağladığı faydalar. Bide sizlerin ve grup arkadaşlarımın dönütleri de çok işime yaradı.

…

Ö5: Okulun ölçüleri boyutları bulamadım. Okulun dosyasında falan araştırdım ama yoktu. Krokisini buldum ama ölçüleri gerçekçi değildi. Ölçüler zorladı beni sonuçta duvar yükseklikleri falan lazımdı. Yani veri toplama sürecim zorladı. Bahçeyi falan öğrencilerle ölçeriz ama duvar olayı zor. Ha çocuklar bi çok yerde tahmin kullanacaklar ama benim elimde daha net veriler olmalıydı.

Araştırmacı: Peki bu zorlukları nasıl aştınız?

Ö5: Okulun fotoğraflarını çektim. Ölçüsünü bildiğim şeylerle oranladım. Yani kameralar nereye yerleştirilebilir hangi açı ile. Bide bizim okul (okul bahçesi) böyle düzgün bi kare ya da dikdörtgen gibi değil. Köşelerde dar açı olduğu da oluyo geniş açı olduğu da oluyo. Kazanım olarak da hem açı ölçülerini tahmin

etme, hem uzunluk ölçülerini tahmin etme bu kazanımlara yönelik oldu. Ben de kazanımlar için önce kendim nasıl tahminler yaparım diye denedim ardından tahminlerimi doğrulamak adına fotoğraflar çektim, okul bahçesinin videosunu çektim. Yerdeki taşların uzunluğunu araştırdım oranlama için mesela. Böyle yani.

Öğretmen cevapları incelenerek etkinlik oluşturma sürecinde en çok yaşanan zorluklar ve bu zorlukları aşma durumları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 17. *Etkinliği Hazırlama Sürecinde Yaşanan Öğretmen Zorlukları*

Yaşanan zorluklar	**Öğretmenler**
Problem durumunu kazanımlara uygun hale getirme	Ö1, Ö3
Matematiksel modelleme prensiplerine uygun hale getirme	Ö2, Ö3, Ö4
Etkinliğe ait verilere ulaşma zorluğu	Ö5

Tablo 18. *Öğretmenlerin Yaşanan Zorlukları Aşma Durumları*

Zorlukları aşma durumları	**Öğretmenler**
Farklı matematik öğretmenlerine inceletme	Ö1
Çalışma grubu ve uzman dönütleri	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4
Farklı etkinlikleri inceleme	Ö1, Ö2
Sayı değerlerini öğrenciler için anlamlı hale getirme (yuvarlama)	Ö4
Verilere ulaşmak için okula ait görseller oluşturma	Ö5

Tablo 15 incelendiğinde en fazla yaşanan zorluğun etkinliği matematiksel modelleme prensiplerine uygun hale getirmek olduğu görülmektedir. Problem durumunun kazanımlara uygun hale getirilmesi de yaşanan bir diğer zorluk olarak öğretmenler tarafından dile getirilmiştir. Ö5 kodlu öğretmen ise sadece oluşturduğu etkinliğin çözüm aşaması için gerekli olan verilere ulaşmada zorluk yaşadığını belirtmiştir. Yaşanan bu zorlukların aşılmasında ise en fazla dile getirilen çalışma grubu ve uzman dönütleri olmuştur. Farklı etkinlikleri inceleyerek, kendi etkinliğinde gelişim yaşayan iki öğretmen olduğu da Tablo 16'dan görülmektedir. Etkinliğini farklı matematik öğretmenlerine inceletme şansı oluşturan Ö1, zorlukları aşmasında öğretmen dönütlerinin de etkili olduğunu ifade etmiştir. Günlük hayat verilerinin her zaman doğal sayı ve tam sayılardan oluşmadığı için verilerle ilgili zorluk yaşadığını dile getiren Ö4 ise bu zorluğu verileri yuvarlayarak (öğrenci kazanımı olduğu için) çözdüğünü belirtmiştir. Kendi çalıştığı okula güvenlik kamerası yerleştirme ile ilgili bir etkinlik hazırlayan Ö5 de okula ait ölçümlere çözüm için gerek duyulacağını ancak bulmakta zorluk yaşadığını söylemiştir. Bu zorluğu çözerken de okula ait fotoğraflar çekmiş ve okulun etrafında bulunan ölçümüne ulaşabildiği nesnelerle oran-orantı kullandığını dile getirmiştir.

Gerçekleştirilen Öğretim Süreci Sonrası Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliklerini Uygulama Yeterliklerine Yönelik Bulgular

Öğretmenlerin gerçekleştirilen öğretim süreci sonrası, matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama yeterlikleri; sınıf ortamında etkinlik uygulama sürecine yönelik yarı-yapılandırılmış gözlem formu ile ortaya konmuştur. Ayrıca uygulama sonrası öğretmenlerin etkinlik uygulama sürecini değerlendirmeleri adına yarı-yapılandırılmış görüşme formu ile bulgular elde edilmiştir. Bu iki veri toplama aracına ait bulgular bu bölümde sunulmuştur.

Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Etkinliği Uygulama Yeterliğine Ait Ders İçi Gözlem Bulguları

Her bir öğretmenin kendi oluşturduğu etkinliği sınıf ortamında uygulama sürecine ait bulgular, matematiksel modelleme yeterliklerini içeren gözlem formuna bağlı olarak analiz edilmiş ve bulgular aşağıda sunulmuştur.

- **Ö1 kodlu öğretmenin ders içi gözlem bulguları**

Ö1 kodlu öğretmen kendi oluşturduğu "Sağlıklı Beslenelim" etkinliğini görev yaptığı okulda 6.sınıflara uygulamıştır. Öğrencilerine etkinliği incelemeleri için bir gün önceden veren Ö1, derste de obezite ile ilgili konuşmuş ve sağlıklı beslenmenin önemine değinmiştir. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt-yeterliklerine bağlı olarak gözlemlenen etkinlik çözme sürecine ait bulgular, her bir yeterlik için ayrı ayrı verilmiştir.

A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği

Bu kısımda gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; *(A1) problemi günlük hayat ile ilişkilendirme, (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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

A1. Problemi günlük hayat ile ilişkilendirme

Ö1: Problemi dün akşam incelediniz. Kim problem hakkındaki düşüncesini bizlere söylemek ister?

N: Problem ilgi çekiciydi. Hatta ben çözerken kendim için de baktım yani.

Y: Bizim yaşımızdakilere ait bilgiler olduğu için bizim yapmamız gerekenleri de öğrendim. Eğlenceliydi.

Problem durumunu, etkinlik oluşturma sürecinde günlük hayat ile ilişkilendiren Ö1, çözüm sürecinde de öğrencilerinin yukarıdaki diyalogları oluşturmalarına fırsat verecek ortamı sunmuştur. Öğrencilerden N.'nin kendisi için vücut kitle indeksine bakması; Y.'nin kendi yaşındakilere ait bilgiler içerdiğini ifade etmesi problemi gerçek yaşamla ilişkilendirdiklerini göstermektedir. Etkinliği çözme sürecinde de öğrenciler sık sık problem durumunu günlük hayat ile ilişkilendirmişlerdir.

İ: Menüler bize göre şekillendi. Akşam yemeğinde sindirim daha rahat olsun diye mesela akşamları az yemeli. O yüzden ben öğle fazla yesin dedim.

.....

B: Hocam bence akşam çok yemeli. Gece boyunca belki 10 saat bişe yemiyoruz. Ben o yüzden akşamları çok yiyorum.

....

B ve İ: Günlük kalori ihtiyacını belirlemek için internete girdim, araştırdım ki ne kadar kalori lazım bize bi günde.

Yukarıdaki diyaloglardan da görüldüğü gibi öğrenciler problem durumunu kendi hayatları ile ilişkilendirerek çözümü oluşturmaya çalışmışlardır. Dolayısıyla A1 alt yeterliği gözlemlenmiştir.

A2. Problem durumunu sadeleştirme

Ö1: Problemi inceleyip geldiniz. Bize problemi özetleyecek biri var mı?

N: Uğraştırıcı bir soru. Tek tek herşeyin karbonhidratına, proteinine bakmak uğraştırıcıydı. Zaman alıcıydı.

Ö1: Peki problemin konusu neydi?

N: Günlük yemek menüsü yapmaktı hocam. Ama kalorisine dikkat ederek.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi Ö1, öğrencilerinin problem durumunu sadeleştirmeleri için bir ortam oluşturmuş ve problemi özetleme adına bir soru yöneltmiştir. Öğrencilerden birine söz hakkı vererek de gerekli cevabı almıştır. Dolayısıyla A2 alt yeterliği gözlemlenmiştir.

A3. Durumu etkileyen verileri belirleme ve bunları isimlendirme

Ö1: Problemi çözerken hangi verileri kullandınız?

Y: Günlük kalori formülünü

Ö1: Peki soruda günlük kalori ile ilgili bişey yazıyo mu?

Y: Kalori, protein ve karbonhidrat oranlarını biz bulacaktık. Yani bu verilerden yararlandım. Nasıl yaptığımı anlatayım mı?

Ö1: Hangi verileri kullanarak yaptığını anlatabilirsin.

Y: Mesela kilosunu kullandım, boyundan yararlandım. Yaşından yararlandım.

Ö1: Peki bunu ne için kullandın?

Y: Kalori için.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi Ö1, öğrencilerinin verileri belirlemeleri için sorusunu yöneltmiş ve öğrencilerden birine söz hakkı vererek gerekli cevabı almıştır. Dolayısıyla A3 alt yeterliği gözlemlenmiştir.

A4. Durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme

Ö1: Proteini kullanan var mı, proteini hesaplayan? Proteinle ilgili neler yaptınız?

H: Protein kilosunun 0.8 ile çarpılması ile bulunduğu için 51 ile 0,8 i çarptım o da 40,8 yapıyo.

Ö1: Peki herkes 40,8 buldu mu?

İ: Öğretmenim ben başlarda 40,8 i az bulup 408 aldım.

Ö: Neden az buldun peki?

İ: 40 gr yani az gibi geldi bana.

Ö1: Yani verilen formül sana yanlış olabilir gibi mi geldi?

İ: Evet.

Ö1: Yani vücudumuz için 40,8 sana az geldi, anladım.

Y: Karbonhidrat ve proteini kullanacaktık di mi hocam kalori için?

Ö1: Evet.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi Ö1, öğrencilerin değişkenleri belirlemeleri için soru sormuş ve öğrencilerden de cevap almıştır. Öğrencilerin 6.sınıfta olmasından dolayı, bağımlı-bağımsız değişken kavramlarını bilmemeleri, değişkenleri isimlendirmemelerine yol açmıştır. Ancak çözüm sürecinde kullanacakları verileri belirledikleri görülmektedir. Dolayısıyla A4 yeterliği gözlemlenmiştir.

A5. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma

Ö1: Başka neler yaptınız?

Ş: Orantı kurdum hocam.

Ö1: Nasıl bi orantı kurdun?

Ş: Burda demiş ki hocam 60 kg ağırlığındaki birisi 160 gr karbonhidrat almalı. 51 kg ağırlığındaki Zeynep için kaç gr dır orantı kurdum. 137,5 gr.

Ö1: Oran kurarak yaptın yani.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi değişkenler arası ilişki sınıfta dile getirilmiş ve dolayısıyla A5 yeterliği gözlemlenmiştir.

A6. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme

Ö1: Peki şu besin tablosunu oluştururken, hani size bi tablo verilmiş değil mi? Gıdaların değerleri var. İşte kalori olsun, karbonhidrat, yağ, protein. Ondan nasıl yararlandınız? Ne yaptınız kim anlatmak ister.

H: Hocam şimdi burda 100 gr a göre kaloriyi, proteini falan vermiş. Ben ilk önce bunlardan bir öğünde ne kadar yiyebileceğini düşündüm.

Ö1: Tamam. Günlük hayatı mı kıyasladın yani?

H: Evet. Bir insan bir öğünde ne kadar yiyebilir diye düşündüm. Ona göre de hocam oran-orantı şeklinde yaptım. Mesela zeytin diyelim hocam. Zeytinde kalorisi için 200 yazıyor, protein 1.8, karbonidratta 1.1 . Zeytinden bence bir insan bir öğünde 100 gr yiyemez. O yüzden bunu azalttım.

Ö1: Sen sabah kahvaltısı için mi düşündün?

H: Evet.

Ö1: Peki kaç gr yer diye düşündün?

H: Hocam ben 10 gr yer diye düşündüm.

Ö1: Öyle bi tahmin yaptın. Hmm anladım.

H: Sonra hocam hesapladım. 100 gr da 207 ise 10 gr da ne kadardır diye. Hepsi için böyle yaptım.

Ö1: Zeytini başka seçen oldu mu başka kullanan? Kaç gr kullandın mesela Ş.?

Ş: Hocam ben de 10 gr aldım.

B: 40 gr yaptım hocam ben.

Ö1: Yani bi insanın 40 gr yiyebileceğini düşünerek yaptın.

B: Ben yerim hocam mesela.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrenciler problemi çözmek için günlük hayatla kıyaslayarak uygun değerleri belirlemişlerdir. Bu ortamın oluşması için öğretmenin rehberliği uygun bulunmuştur. Dolayısıyla A6 yeterliği gözlemlenmiştir.

A7. Problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme.

Problemde çok fazla veri bulunması öğrencilerin kendi menülerini oluşturup buna odaklanmasına sağlamıştır. Yani öğrenciler kendileri için ilgili bilgileri göz önüne almış, kendileri için ilgisiz olanları göz ardı etmişlerdir. Dolayısıyla A7 yeterliği gözlemlenmiştir.

B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

B1. İlgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme

Öğrencilerin her biri tarafından farklı menüler oluşturularak; farklı kalori, karbonhidrat ve protein değerleri belirlendi. Öğretmen tarafından bütün öğrencilere söz hakkı verildi ve her birinin kendi menüsünü ifade etmesi istendi. Oluşturulan menülerde oran-orantı kullanılarak kalori değerleri hesaplandı ve böylece matematiksel ilişkiler kuruldu. Dolayısıyla B1 yeterliği gözlemlenmiş oldu.

B2. İlgili nitelik/ nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme

Öğrenciler tarafından oluşturulan menülerde kalori, karbonhidrat ve protein değerlerinin hesaplanması, ilgili nitelikler/nicelikler arasındaki ilişkilerin matematikselleştirilmesidir. Dolayısıyla B2 yeterliği gözlemlenmiştir.

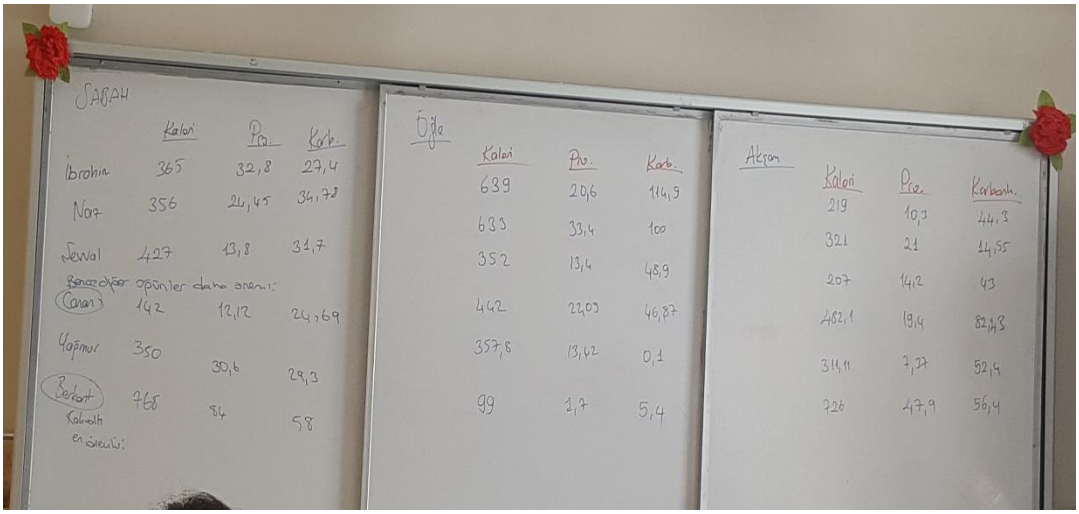
B3. Gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme

Etkinlikte alternatif menüler oluşturabilmek adına öğrencilere verilerin fazla olduğu bir problem durumu sunulmuştur. Öğrenciler ise bu verilerden kendi günlük hayat deneyimlerine bağlı olarak menüler oluşturmuştur. Yani fazla olan verilerin sayısını azaltmış, nicelikleri sadeleştirmiştir. Dolayısıyla B3 yeterliği gözlemlenmiştir.

B4. Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme

Sınıfta bulunan 14 öğrenciden her birinin menüleri sesli olarak dinlendi, yaptığı matematiksel işlemler ele alındı ancak sınıf listesinden rastgele seçilen 6 öğrencinin oluşturduğu menüler tahtaya not edilerek karşılaştırmalar yapıldı. Yani niceliklerin sayısında azaltma yapıldı ve bu azaltılan veriler üzerinden karşılaştırmalar yapıldı. Dolayısıyla B4 yeterliği gözlemlenmiştir.

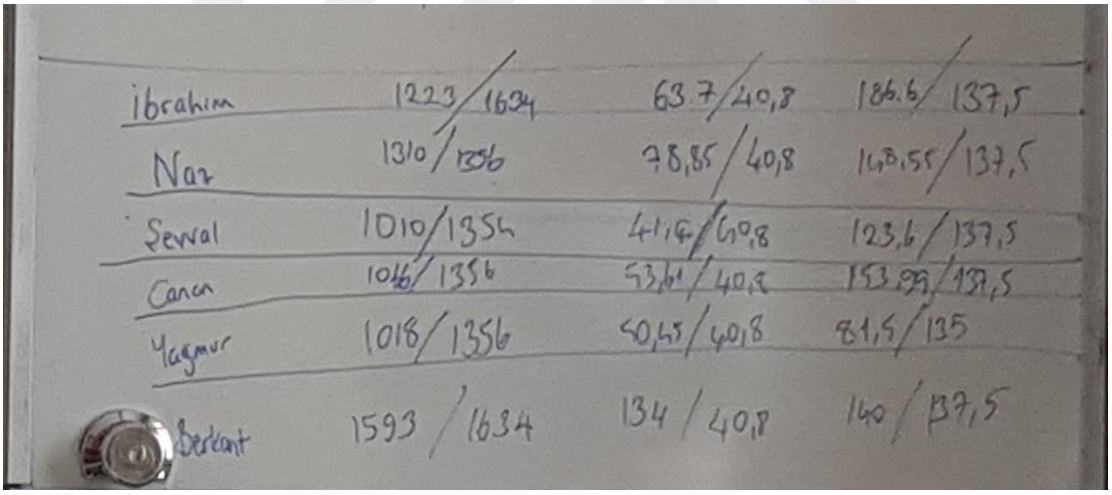
Şekil 66. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Etkinlik Uygulama Sürecinde B4 Alt Yeterliği İçin Bir Görsel*



B5. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme

Öğrenciler arasından seçilen 6 kişinin sonuçları tahtaya yazılarak tablolaştırılmıştır. Dolayısıyla B5 yeterliği gözlemlenmiştir.

Şekil 67. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Etkinlik Uygulama Sürecinde B5 Alt Yeterliği İçin Bir Görsel*



C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

C1. Buluşsal stratejiler kullanma

Ö1: Herkesin cevabı birbirinden farklı, dikkatinizi çekti mi çocuklar?

…

Ö1: Şimdi arkadaşınız bize kendi oluşturduğu menüyü ve toplam kaloriyi nasıl hesapladığını anlatacak.

Tek bir doğru ya da tek bir çözüm olmadığı öğrenciye hissettirildi. Sonuca öğrencinin varması ve kıyaslamaları öğrencinin yapması istendi. Öğretmen etkinlik çözüm sürecinde aktif olarak rehber pozisyonunda kalıp, çözüme öğrencilerin ulaşmasını bekledi. Dolayısıyla C1 yeterliği gözlemlenmiştir.

C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma

Öğrenciler tarafından çözüm sürecinde kullandıkları matematiksel durumlar ifade edilmiştir. 14 öğrencinin tamamının oran-orantı kullanarak çözüme ulaştığı gözlemlenmiştir. Karbonhidrat, protein ve yağ değerlerini alarak oran-orantı ile kalori hesaplamaları yapmışlardır. Dolayısıyla C2 yeterliği gözlemlenmiştir.

D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama

HV: Öğretmenim ben ekmeği buğdaylı tercih ettim.

Ö1: Peki neden çavdarlı değil de buğdaylı? İkisinin de proteini aynı.

HV: Öğretmenim kalorisi biraz daha fazla ya ben buğdayın o yüzden daha sağlıklı olduğunu düşündüm.

Ö1: Peki genel olarak kalorisi daha az mı daha çok mu tercih edildi?

Sınıf: Az.

İ: Hayır çok.

Ö1: Peki sen niye kalorisi daha çok olsun istedin?

İ: Bence daha fazla enerji harcayabilmesi için daha fazla kalori alması gerekir.

Ö1: Günlük enerji ihtiyacını karşılayabilmesi için daha kalorili mi yemesi gerekir yani?

İ: Evet hocam.

....

Ö1: Peki menünüzü oluştururken proteini mi daha çok önemsediniz kaloriyi mi karbonhidratı mı?

N: Hocam ben kaloriyi dikkate aldım. Çünkü protein karbonhidrat fazla ya da az olsa da bise olmaz ama kalori kilo yapan bişey ya o yüzden kalori sınırı geçmezse daha iyi olur diye düşündüm.

...

Ö1: C. demişti ki bence diğer öğünler kahvaltıdan daha önemli. B. da dedi ki kahvaltı en önemlisi.

....

Ö1: Bişe söyliycem çocuklar. Hepinizde şunu gördüm, düşünce farklılıklarını yani. Bazılarınız sabah kahvaltısını sıkı tutmayı tercih etti, bazılarınız uıı öğle yemeğini sıkı tutmayı tercih etti bazılarınız da akşam. Sizler neden böyle farklı düşündünüz? Yani bu bilileriniz nerden geliyor?

B: Deneyimler hocam. Günlük hayattan gözlemler.

Y: Ya genellikle bu sağlıkçılar diyetisyenler falan hep sabahın çok önemli olduğunu söylüyolar. Hani öğlen yani öğlen de iyi ama hani öğlen sabaha göre bence daha hafif olmalı.

Yukarıdaki diyaloglardan süreçte öğrencilerin kullandıkları bilgileri sık sık matematik dışı bağlamlarda, günlük hayatla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ö1 kodlu öğretmenin de bu durumun ortaya çıkmasında uygun yönergeler sunduğu göze çarpmaktadır. Dolayısıyla D1 yeterliği gözlemlenmiştir.

D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme

Ö1: Evet bunlar sizin tercih ettiğiniz menüler için kalori miktarları. Peki bi insanın günlük alması gereken kalori nedir?

C: 1356.

Ö1: Nasıl buldun peki o kaloriyi?

C: İnternette vardı hocam bi formül. Günlük hayatınızdaki kaloriyi hesaplayan. Ordan yaptım. Formüller vardı kadın ve erkek için hocam.

Ö1: Sen C. 1356 kalorinin sabah kahvaltısında sadece 142 sini mi alıyosun?

C: Evet.

Ö1: Peki sabah neden düşük düşündün?

C1: Bence diğer öğünlerde daha çok yemesi gerekir.

Ö1: Peki. B. senin ise sabah kahvaltısı için aldığın kalori çok yüksek. Neden?

B: Hocam kahvaltı önemli.

İ: Bencede hocam daha yüksek kalorili yemesi gerekir ki enerjisi yükselsin. Gün boyu da o enerjiyi kullanacak.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrenciler kendileri için bulduğu çözümleri günlük hayat bilgilerini de kullanarak genellemişlerdir. Ö1 ise bu durumları öğrencilerin karşılaştırmaları için uygun yönergeler sunmuştur. Dolayısıyla D2 yeterliği gözlemlenmiştir.

E. Çözümü doğrulama yeterliği

Bu kısımda 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 faklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin çözümü doğrulama yeterlikleri, bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma

B: Proteini 84 gr aldım ben kahvaltıda hocam.

Ö1: Peki Berkant bi insanın günlük protein ihtiyacı neymiş?

B: 40,8.

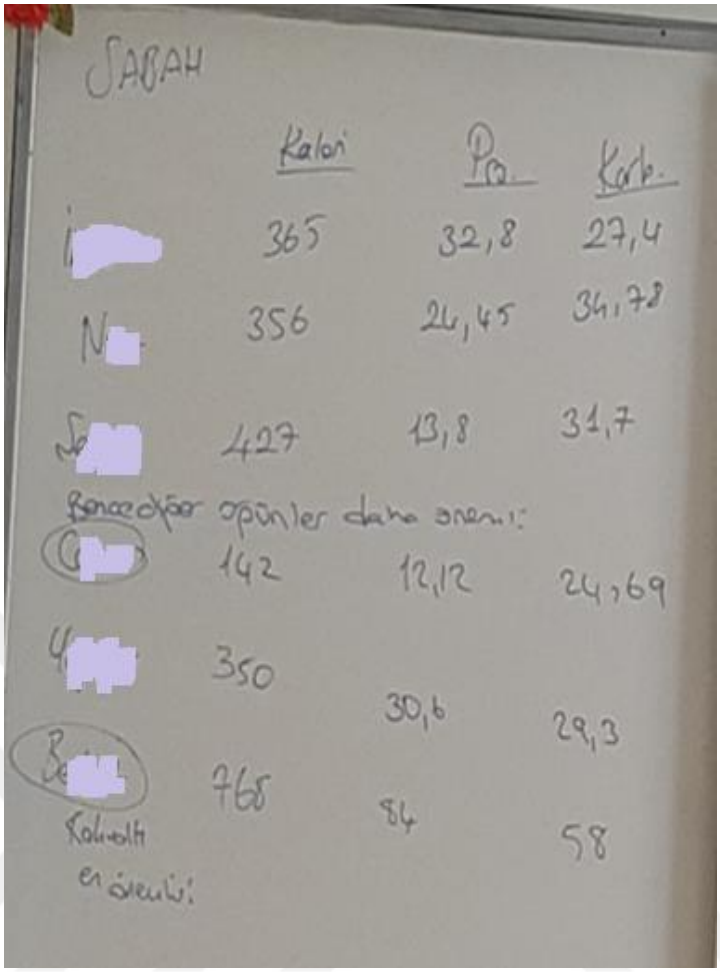
Ö1: Sorudaki formülü kullanarak mı buldun?

B: Evet.

Ö1: Peki geçmesinin sebebi ne senin kahvaltının? Neden bunu dengelemek istemedin? Ya da geçebilir mi? Geçmesi çok önemli değil mi?

B: Önemli de hocam protein bu. Bence daha çok alırsak daha iyi olur.

Şekil 68. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Öğrenci Cevaplarını Not Etmesine Yönelik Bir Görsel*



Yukardaki diyalogda görüldüğü gibi Ö1, öğrencisi B.'nin bulduğu sonuca yönelik kendisinin yansımalar yapması için yönergeler sunmuştur. Oluşturulan her menü için öğrenci cevapları üzerine yansımalar yapılmış, içlerinden 6 öğrencinin menüleri ise tahtaya not edilerek karşılaştırılmıştır. Dolayısıyla E1 yeterliği gözlemlenmiştir.

E2. Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma

Öğrenci çözümleri tablolaştırılarak çözümler arası kontroller ve eleştiriler yapıldı.

Ö1: İbrahim sanırım sabah kahvaltı için hafif, öğlen sıkı bi yemek ve akşamı yine hafif geçirmeyi tercih ettin.

N: Öğretmenim sabah kahvaltı ile öğlen arası zaman farkı az olduğundan ve öğlen yemeği ile akşam yemeği arası epey bi zaman olduğundan bence sabah az, öğlen çok ve akşam az yiyerek dengelemeli.

Ö1: Sen de İ. gibi düşünmüşsün. Anladım. Peki bulduğunuz değerler benzer mi? Bakalım. Hayır. Neden peki?

Sınıf: Menüler farklı. İbrahim pirinç, Naz balık seçmiş.

…

Ö1: Peki başka neler yapabilirdik? Ya aslında şunu da yapabilirmişim diyen var mı? Hepiniz farklı şeyler söylediniz. İllaki birbirinizden etkilenmiş olabilirsiniz.

C: Soruyu tekrar çözsem hocam, akşam değil de öğleni daha sıkı yerdim.

H: Ben de akşam ki kaloriyi sabah kahvaltına ekleyebilirdim.

İ: Hocam tahtaya bakınca burdan proteinimin 10 gr ını öğlen yemeğine verebilirdim. Öğlen daha fazla olmalıydı.

Yukarıdaki diyalogdan görüldüğü gibi yapılan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapılabilmesi için Ö1 uygun yönergelerle ortamı hazırlamıştır. Dolayısıyla E2 yeterliği gözlemlenmiştir.

E3. Çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme

Çözümler üzerinde tutarlı olmama durumu yoktu. Sadece menüler birbirinden farklı olduğu için çözümler farklıydı. Bunun üzerine de duruldu. Dolayısıyla bu yeterlik gözlemlenememiştir.

E4. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme

Y: Ben öğlen için karbonhidrattan çok kalorili besinler yemesini tercih ettim özellikle öğlen ve proteinli.

Ö1: Karbonhidratın işlevi ne ki tercih etmiyorsun?

Y: İnsanlar ekmek yiyerek kilo aldıklarını söylüyorlar hep. Duyuyoruz. Bende o yüzden protein daha yararlı olur diye düşündüm.

Yukarıdaki diyalogda farklı çözüm yolları için ele alınan durumlara bir örnek verilmiştir. Etkinlik çözüm sürecinde de sık sık farklı çözüm yolları üzerinde durulmuştur. Farklı menülerin ortaya çıkmış olması sebebiyle de farklı sonuçlarla ilgili eleştiriler ve yorumlar oluşmuştur. Bu durumların ortaya çıkmasında ise Ö1 kodlu öğretmenin yönergeleri etkili olmuştur. Dolayısıyla E4 yeterliği gözlemlenmiştir.

Aşağıdaki tabloda Ö1 kodlu öğretmenin yeterlik ve alt yeterliklere bağlı olarak gerçekleştirilen gözlem bulguları bir arada verilmiştir. Tablo 17 incelendiğinde Ö1'in sadece E3 alt yeterliğine ait davranış sergilemediği görülmektedir.

Tablo 19. *Ö1 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları*

Yeterlikler	Alt Yeterlikler	Gözlem sonuçları		
		Var	Kısmen	Yok
Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	A1	✓		
	A2	✓		
	A3	✓		
	A4	✓		
	A5	✓		
	A6	✓		
	A7	✓		
Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	B1	✓		
	B2	✓		
	B3	✓		
	B4	✓		
	B5	✓		
Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	C1	✓		
	C2	✓		
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	D1	✓		
	D2	✓		
Çözümü doğrulama yeterliği	E1	✓		
	E2	✓		
	E3			✓
	E4	✓		

- **Ö2 kodlu öğretmenin ders içi gözlem bulguları**

Ö2 kodlu öğretmen kendi oluşturduğu "Bakteri Problemi" etkinliğini görev yaptığı okulda 8.sınıflara uygulamıştır. Öğrencilerine teknolojik destekli bir etkinlik uygulayarak farklı deneyimler edinmelerini isteyen Ö2, etkinliğinde artırılmış gerçekliği kullanmıştır. Telefonunda bulunan uygulamayı kullanan öğretmen, ikili gruplar haline getirdiği sınıfında her grubun bu uygulamayı incelemesine fırsat vermiştir.

İlk olarak etkinliği dağıtıp bakterilerle ilgili sohbet eden Ö2, çözüm aşamasına geldiğinde öğrencilerine artırılmış gerçeklik ile bakteri çoğalmasını göstermiştir. Öğrencilerin ilk defa gördüğü bu uygulama dikkat çekici olmuş, aynı zamanda çözüm hakkında da bilgi vermiştir. Şöyle ki, her adımda 2 katına çıkan bakteri sayısı öğrenciler tarafından fark edilmiş ve çözüm sürecinde kullanılmıştır. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt-yeterliklerine bağlı olarak gözlemlenen etkinlik çözme sürecine ait bulgular, her bir yeterlik için ayrı ayrı verilmiştir.

A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği

Bu kısımda gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; *(A1) problemi günlük hayat ile ilişkilendirme, (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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

A1. Problemi günlük hayat ile ilişkilendirme

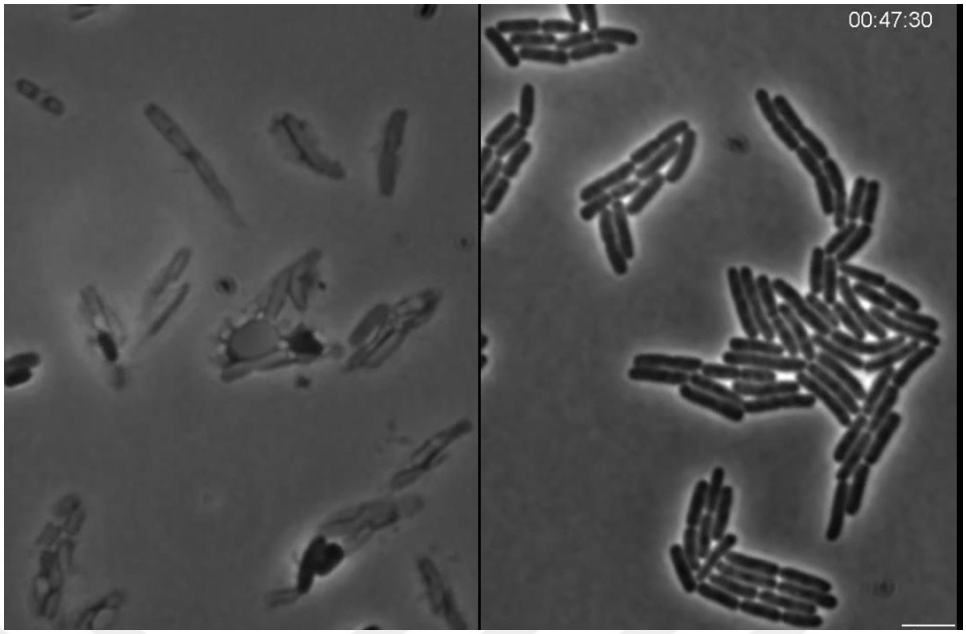
Etkinliği öğrencilere vermeden önce yararlı bakteriler ve zararlı bakteriler hakkında sohbet edilmiştir. Öğrencilerine bir gün önceden bakteriler hakkında araştırma yapmalarını isteyen Ö2, öğrencilerine söz hakkı vererek elde ettikleri bilgileri sınıf arkadaşlarıyla paylaşmalarını söylemiştir. Ardından etkinlikte ismi geçen E. coli bakterisinin ne olduğu, hangi hastalıklara sebep olduğu ile ilgili bir video izletmiştir. Videonun izlenmesinden sonra ise videoda yer alan bilgilerle ilgili Ö2, öğrencilerine "E.coli bakterisi nelerden bulaşıyormuş?" sorusunu yöneltmiş ve aldığı cevapların ardından bu bakteriden korunmak için günlük hayatta dikkat edilmesi gerekenlere değinmiştir.

Şekil 69. *Ö2 Kodlu Öğretmenin Sınıfında E.Coli İle İlgili Video İzlenmesine Yönelik Bir Görsel*



Daha sonra Ö2, E. coli bakterisinin çoğalmasını engelleyen penicilin ile ilgili video izletmiş ve bu durumu öğrencilerin fark etmesini beklemiştir.

Şekil 70. *E.coli Bakterisinin Çoğalması Durumunda Penicilin Etkisi Videosuna Ait Bir Kesit*



Y: Hocam sol tarafta iğne yapılmış hocam, diğer taraf üremeye devam ediyor hocam.

S: İğne olunca çoğalması durdu hocam.

Yukarıdaki anlatılan durumların tamamı, problem durumunun günlük hayat ile ilişkilendirilmesi üzerinedir. Dolayısıyla A1 yeterliği gözlemlenmiştir.

A2. Problem durumunu sadeleştirme

Sınıfı ikili gruplar halinde düzenleyen Ö2, herkese tek tek etkinlik kağıtlarını vermiş ve etkinliği birlikte yorumlamalarını istemiştir.

Şekil 71. *Artırılmış Gerçeklik İle Bakteri Çoğalmasının Gözlemlenmesine Ait Bir Görsel*



Ö2: Evet kim bana problem durumumuzu özetleyecek?

H: Hocam şimdi Berna'nın vücuduna 1 tane bu bakteri girmiş. 100 tane olunca hasta olacak. Bize diyo ki hasta olmadan doktora yetiştir. Ne kadar zamanımız var doktora gitmek için bunu bulucaz.

Yukarıdaki diyalogdan görüldüğü gibi, Ö2 problem durumunun özetlenmesi için öğrencilerine yönerge sunmuş ve söz almak isteyen öğrencilerden birine söz hakkı vererek durumu özetlemesini sağlamıştır. Dolayısıyla A2 yeterliği gözlemlenmiştir.

A3. Durumu etkileyen verileri belirleme ve bunları isimlendirme

Ö2: Etkinliği incelediniz. Çözüm için neler düşündünüz biraz konuşalım mı?

HR: Hocam 20 dakikada bir çoğalıyor ya o zaman 1 saatte 3 katına çıkar. Yani 6 tane olur.

Ö2: 6 mı olur sence?

S. (HR.'nin grup arkadaşı): Yani hocam saatte 3 kere çoğalacak ya o yüzden biz öyle düşündük.

Ö2: Peki şu telefonla olana (artırılmış gerçeklik uygulaması) tekrar bi bakalım mı?

Uygulama üzerinden öğrenciler 3.çoğalmada 8 bakteri olduğunu görmüşler ve matematiksel olarak çözüm yolunu düşünmeye başlamışlardır.

…

M: Hocam ben şekil çizdim. Başlangıçta 1 tane bakteri var. Sonra 2 tane, sonra 4 tane falan ama 20 dakikayı yaparken kafam çok karıştı.

Yukarıdaki diyalogda öğrenciler problemin çözümü için durumu etkileyen verileri fark etmiş ve bunu dile getirmişlerdir. Dolayısıyla A3 yeterliği gözlemlenmiştir.

A4. Durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme

Ö2: O zaman bana kim problemi çözerken kullandığımız değişkenleri ifade edecek?

Y: Hocam biz şöyle çözüyoruz onu anlatayım. Şekil çizdik. 1 tane bakteri, 20 dakika sonra 2 tane bakteri, 40 dakika sonra 4 tane bakteri, 60 dakika sonra 8 tane bakteri, 80 dakika sonra 16 tane bakteri. Buraya kadar yaptık şimdi.

Ö2: Yani neleri kullandınız isimlerini söyle bana?

Y: Bakteri sayısını bide dakikayı.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi, Ö2 durumu etkileyen anahtar değişkenleri öğrencilerinin ifade etmesi için soru yöneltmiş ve beklenen cevabı almıştır. Dolayısıyla A4 yeterliği gözlemlenmiştir.

A5. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma

Ö2: Çözüm için kimler neler yaptı çok merak ediyorum.

N: Hocam biz bakteri sayısını 100 olacak kadar büyütmeye çalışıyoruz. Ama 64 dan sonra bi anda 128 oluyo o da hemen hasta edecek.

Ö2: Yani çözüm için ne yaptınız tam olarak?

Ç.(N.'nin grup arkadaşı): Hocam biz şimdilik bakteri sayısını 2 katına çıkartıp 100 yapmaya çalıştık. Ama 100'ü bulamadık.

Ö2: Anladım. Peki 100 mü olması gerekiyordu?

Sınıf (Genel olarak aynı seslerle): Hayır 100 olmadan hastaneye gitmesi lazım.

Ö2: Peki başka neler yaptınız?

A: Hocam biz de Y.ler gibi şekil çizdik başlarda. 1 tane bakteri bu başlangıç. Sonra 2 tane bakteri yanına 20 dakika; 4 tane bakteri 40 dakika; 8 tane bakteri 60 dakika şeklinde şekille yaptık. Sonra şekil çok oldu bıraktık. Hep iki katıya hocam.

Ö2: Neyin 2 katı?

A: Bakterinin hocam.

Ö2: Peki dakika nasıl ilerliyor?

A: O da 20-20 artıyo hocam.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi Ö2 öğrencilerinin yaptığı çözümleri dinleyerek onların değişkenler arası nasıl ilişkiler kurduğunu tespit etmiştir. Dolayısıyla A5 yeterliği gözlemlenmiştir.

A6. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme

Problem durumunda verilen bilgilerle ve kullanılan teknolojik araçlarla öğrenciler uygun bilgileri belirlemişlerdir. Problem çözümü için ele aldıkları veriler uygun bilgilerdir. Örneğin, şekil çizerek bakteri sayısının artmasının görselleştirilmesi,

20 dakikalık periyotlarla bakterinin çoğaldığının ele alınması, bakteri sayısının 100 olmadan hastaneye gidilmesi gibi ifadeler problemin çözümü için uygun bilgilerdir. Dolayısıyla A6 yeterliği gözlemlenmiştir.

A7. Problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme.

Etkinliğin tanıtıcı makale kısmında yer alan Termofil bakterilerden; bu bakterilerin kaplıca gibi sıcak sularda daha fazla bulunmasından; 45 ile 70 derece arasında çoğaldığından ve E. coli bakterisinin de bu termofil bakterilerden biri olduğundan bahsedilmektedir. Bu bilgiler problemi çözmek için ilgili bilgiler değildir ve bu durum öğrenciler tarafından dile getirilmiştir.

T: Hocam sıcak sularda ve sıcak yerlerde bulunuyorlar bu bakteriler. 45 le 70 derecede yaşıyolar artıyolar.

Ö2: Peki bizim Berna'ya yardım etmemiz için hangilerine ihtiyacımız var bu bilgilerden?

E: T.nin dediklerinden değil. 20 dakikada bi çoğaldığından yola çıkarız bide 20 dakikada bi 2 katına çıkıyo ondan yararlanırız.

HR: Bide 100 olmadan hastaneye gidecek.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi Ö2 öğrencilerin kendilerinin ilgili/ilgisiz bilgileri tespit etmesini istemiş ve bunun ortaya çıkması için uygun yönergeyi sunmuştur. Dolayısıyla A7 yeterliği gözlemlenmiştir.

B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

B1. İlgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme

İkili gruplar halinde çözümü gerçekleştirilen etkinlikte, her grup kendi yaptıkları çözümü ifade etmiştir. Yaptıkları matematiksel işlemleri anlatan gruplara öğretmen tek tek

cevap vermiş ve gözden kaçırdıkları noktalarda uygun yönergeler sunmuştur. Dolayısıyla B1 yeterliği gözlemlenmiştir.

B2. İlgili nitelik/ nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme

Ö2: Şimdi arkadaşlar hepinizi dinledim. Hepiniz bana bakteri sayısını bulurken 2 katını aldık dediniz. Dakika için de 20 dakika ekledik dediniz. Bu yaptığınız işlemlerin özel bir adı vardı bunu hatırlıyor musunuz?

Sınıf (Genel olarak aynı seslerle): Örüntü.

Ö2: Evet örüntü. Aslında hepiniz burda neyi kullandınız?

Sınıf: Örüntüyü.

İlgili nitelik/nicelikleri belirleyen ve yaptıkları işlemleri anlatan öğrencilerinden Ö2, sorduğu soru ile kullandıkları matematiksel işlemi adlandırmalarını istemiş ve sınıfın genelinden doğru cevabı almıştır. Yapılan gözlem sonucunda ise Ö2'nin B2 yeterliğine sahip olduğuna karar verilmiştir.

B3. Gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme

HR: Bide 100 olmadan hastaneye gidecek.

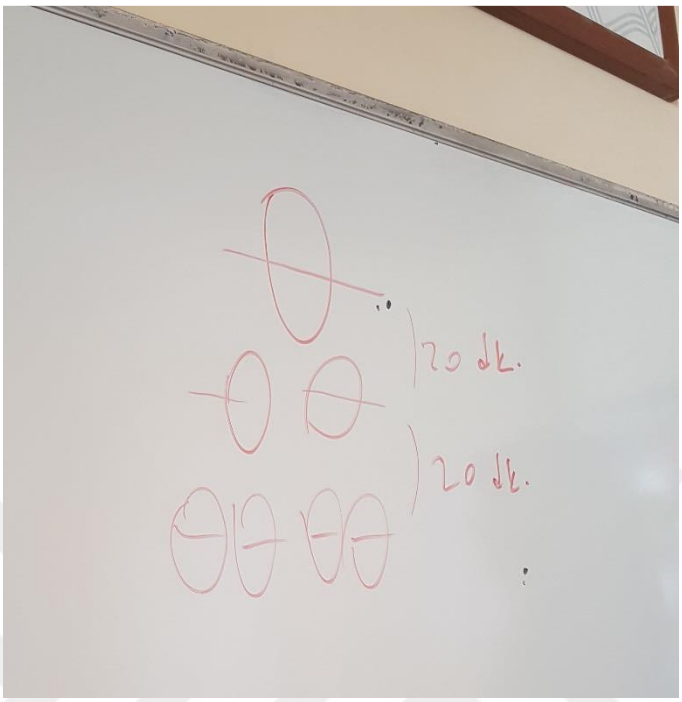
Problem durumunun fazla veri içermemesi niceliklerin sayısında herhangi bir azaltmaya gitmeyi gerektirmemiştir. Ancak bakteri sayısının 100 olması durumunda Berna'nın hastalanacağının ifade edilmesi aslında niceliklerin sadeleştirilmesini sağlamıştır. Bakteri sayısının 100'ün üzerine çıkması halinde ise öğrenciler işlem yapmayı durdurmuştur ve bu durum Ö2'nin bazı gruplara verdiği dönütlerle de pekiştirilmiştir. Dolayısıyla B3 yeterliği gözlemlenmiştir.

B4. Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme

Problem durumu ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltmaya ve ilişkileri sadeleştirmeye uygun olmadığından bu yeterlik gözlemlenememiştir.

B5. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme

Şekil 72. *Ö2 Kodlu Öğretmenin Etkinlik Çözüm Sürecinde Kullandığı Bir Görsel*



Ö2 kodlu öğretmenin etkinlikteki problem durumunun çözümüne yönelik kullandığı görseller Şekil 74'te görülmektedir. Kullanılan görselin çözüm için uygun olmadığı araştırmacı ve uzman tarafından ortak fikir olarak beyan edilmiş ve dolayısıyla bu yeterliğe uygun bir davranış gözlemlenememiştir. Yani B5 yeterliği gözlemlenmemiştir.

C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

C1. Buluşsal stratejiler kullanma

Etkinlik uygulama sürecinde grup çalışmasının ön planda olduğu ve Ö2'nin de rehberlik ederek süreci kontrol ettiği gözlemlenmiştir. Öğrencilere doğrudan bilgi verilmeyip, hatalı ifadelerinde dahi öğretmenin doğrudan cevabı vermediği, öğrencilerin kendilerinin sonuca varmaları için rehberlik yaptığı görülmüştür. Dolayısıyla C1 yeterliği gözlemlenmiştir.

C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma

B: Hocam şöyle şimdi 6 kere bölününce 64 tane bakteri oluyor. Bi daha bölünürse 128 olmaz yoksa hasta olur. O zaman 6 kere bölünmesi lazım. 7.kez bölünmeden doktora gidecek Berna yoksa hasta olur hocam. O yüzden hocam 6x20 yani 120 dakikaya kadar hasta değil hocam. Ama hocam 7x20=140 dakika olursa hasta olur hocam. O yüzden 120 dakikadan sonra hemen hastaneye gitmesi lazım hocam.

Öğrenciler tarafından çözüm sürecinde kullandıkları matematiksel durumlar ifade edilmiştir. Kullandıkları matematiksel bilgileri ve bunları ait işlemleri dile getiren öğrenciler, öğretmenin de yönergesi ile aslında örüntü kurduklarını belirtmişlerdir (Bknz B2 yeterliği). Ö2'nin bu süreçteki rehberliği ve öğrencilerin dile getirdiği matematiksel durumlar göz önüne alındığında C2 yeterliğinin gözlemlendiğine karar verilmiştir.

D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama

A: Hocam biz mesela yeni doğmuş danaya sarıldık diyelim, 2 saat içinde doktora mı gitmeli miyim?

Ö2: Danayı öpmezsen ya da elinde bi kesik yara yoksa yani vücuduna dışardan bakteri girmemesi için özen gösterirsen gitmene gerek yok tabi.

R: Valla hocam ben çiftçiyim ya hayvanlarımız var. İyi ki öğrendim bunu.

Y: Acaba mantarlardan zehirlenince kaç dakika içinde gitmemiz gerekir doktora? Hocam onun problemini de çözelim bi gün.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrenciler derste edindikleri bilgileri günlük hayatlarında yorumlamış, yani matematik dışı bağlamlarla ilişkilendirmişlerdir. Dolayısıyla D1 yeterliği gözlemlenmiştir.

D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme

Ö2: Peki arkadaşlar şimdi burda teker teker bölerek çizerek çözüme ulaştınız. Bunu daha kolay nasıl yaparız fikri olan var mı?

HR: Hocam kuralını bulucaz.

Ö2: Tamam hadi bulalım o zaman. Kim söyleyecek kuralı?

B: Hocam 1 kere bölününce 2; 2 kere bölününce 4; 3 kere bölününce 8 ben burdan 2'nin küpünü hatırladım demek ki dedim bölünme sayısı 2'nin üstüne gelecek. Doğru mu hocam?

Ö2: Evet doğru. Peki dakikayı bulmak için bi kural var mı sizce?

Y: 20 ekliyoruz hep. Eklemeli örüntü.

Ö2: Ekleyerek. Yani biraz daha açıkça anlatacak olursak ne deriz?

(Sınıfta sessizlik oldu.)

Ö2: Az önce B.sen anlatmıştın aslında 20 ile çarparak diye hatırladın mı?

B: Ha evet hocam onu mu diyosunuz? Evet 1.bölünmede 20x1; 2.de 20x2 o şekilde.

Yukarıdaki diyalog göz önüne alındığında Ö2'nin örüntünün genel formülünü öğrencilerin bulması için yönergeler sunduğu görülmektedir. Ancak öğrencilerden aldığı cevapları, sınıf tahtasına not etmemesi, ifade edilenlerin sadece sözlemsel olarak kalması tüm öğrencilerin anlamlandıramadığını düşündürmektedir. Araştırmacı ve uzman, D2 yeterliğinin kısmen gözlemlendiğini ifade etmiş ve fikir birliği sağlanmıştır.

E. Çözümü doğrulama yeterliği

Bu kısımda 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 faklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin çözümü doğrulama yeterlikleri, bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma

Problem durumunun çözümünün yapılmasının ardından Ö2 öğrencilerinden çözümler üzerine yansımalar yapmalarını beklememiş ve bu duruma yönelik herhangi bir yönerge sunmamıştır. Çözümün tamamlanmasının ardından öğrencilerine teşekkür eden öğretmen için E1 yeterliği gözlemlenmemiştir.

E2. Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma

Y: Hocam yani bakteri bulaştığını anladığımızda 2 saat içinde doktora mı gitmeliyiz?

HR: İyide anladığında zaten 2 saati geçmiş olacak.

Ö2: Tam olarak ne demek istediğini bize anlatır mısın HR?

HR: Yani be şöyle anladım sorudan hocam. Eğer bakteri sayısı 100'den fazla olursa hocam hastalık oluyo. 1 bakteri varken vücudunda hastalık belirtisi yok nasıl gidicen doktora?100 olunca da zaten 2 saati geçiyo hocam.

Y: E peki Berna nasıl anladı bakteri bulaştığını? Bence 1 tanede belirti yapar.

Yukarıdaki diyalogda öğrencilerin problem durumu ve buldukları çözümler üzerine eleştirel kontroller yaptıkları görülmektedir. Dolayısıyla E2 yeterliği gözlemlenmiştir.

E3. Çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme

S: Hocam şimdi 64 tane olunca hasta olmuyor ama 128 olunca hasta oluyo ya hocam ben 128 i 60 a böldüm 2 saat 8 dakika içinde doktora gitmek gerekir.

Ö2: Şimdi bulduğun 128 ne? Dakika mı bakteri sayısı mı?

S: Bakteri sayısı hocam.

Ö2: Peki bakteri sayısını 60 a bölünce dakika mı oluyor?

S: Hayır hocam.

Ö2: Neden peki 60 a böldün?

S: Ha evet hocam haklısınız.

Yukarıdaki diyalogda da görüldüğü gibi hatalı çözüm yapan öğrencilerin doğruyu bulmaları için öğretmen rehberlik yapmıştır. Ancak yapılan bu hatalı çözümün modelin tutarsızlığından değil, öğrencinin yanlış tutumundan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla modelleme sürecinden tekrar geçmeyi gerektirecek bir durum ortaya çıkmamıştır. Bu sebeple de E3 yeterliği gözlemlenememiştir.

E4. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme

Problem durumunun ilk çözümünde öğrenciler bölünme sayısına bağlı olarak işlemleri adım adım gerçekleştirmişler ve sonuca ulaşmışlardır. Öğretmenin örüntü konusuna değinmesinin ardından ise genel kural ortaya çıkmış ve bölünme sayısının ve dakikanın bulunabileceği bir model oluşturulmuştur. Ancak bu model öğretmen tarafından not edilmemiş, sadece öğrencilere ifade edilmesiyle kalmıştır. Yani çözümün tek tek ilerleyerek yapılabileceğinin ardından genel kural ile de çözülebileceği öğrencilerle birlikte ortaya konmuştur. Ardından Ö2 "Tek tek bölerek adım adım sonuca herkes ulaştı. Sonra dedik ki bu bir örüntü ve kuralını belirttik. Sizce başka yolla da çözebilir miyiz?" sorusunu sınıfa yöneltmiş ve genel olarak başka yol olmadığını öğrenciler dile getirmiştir. Dolayısıyla E4 yeterliği gözlemlenmiştir.

Aşağıdaki tabloda Ö2 kodlu öğretmenin yeterlik ve alt yeterliklere bağlı olarak gerçekleştirilen gözlem bulguları bir arada verilmiştir. Tablo 18 incelendiğinde Ö2'nin B4, B5, E1 ve E3 yeterliklerini hiç; D2 yeterliğini ise kısmen ortaya koyduğu görülmektedir.

Tablo 20. *Ö2 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları*

Yeterlikler	Alt Yeterlikler	Gözlem sonuçları		
		Var	Kısmen	Yok
Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	A1	✓		
	A2	✓		
	A3	✓		
	A4	✓		
	A5	✓		
	A6	✓		
	A7	✓		
Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	B1	✓		
	B2	✓		
	B3	✓		
	B4			✓
	B5			✓
Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	C1	✓		
	C2	✓		
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	D1	✓		
	D2		✓	
Çözümü doğrulama yeterliği	E1			✓
	E2	✓		
	E3			✓
	E4	✓		

- **Ö3 kodlu öğretmenin ders içi gözlem bulguları**

Ö3 kodlu öğretmen kendi oluşturduğu "Nasıl Seyahat Etmeliler?" etkinliğini 10. sınıf öğrencilerine uygulamıştır. Bilgisayar laboratuarını etkinlik uygulama sürecinde kullanan Ö3, bu sayede etkinliğe ait verilere öğrencilerin kendilerinin ulaşmasını sağlamıştır. Etkinlik çözüm aşamasına geçmeden önce sınıfı dörderli gruplara ayıran Ö3, yaşadıkları bölgeye ait ulaşım hakkında öğrencileri ile sohbet etmiştir. Etkinliği dağıttıktan sonra öğrencilerine "Neden sizce bilgisayar laboratuarında yapıyoruz bu dersi?" diye sormuş ve öğrencilerinin cevaplandırmasını beklemiştir. Ardından öğrencilerden genel olarak şu cevapları almıştır: "*Soruda bişe yok hocam, biz bilet fiyatlarını falan bulucaz, internetten araştırıcaz*". Ö3 aldığı cevapların ardından "Evet soruda sayısal bişey yok. Siz istediğiniz ulaşım yolunu seçip ona göre araştırma yapacaksınız bilgisayarlardan. Ancak sizlerin bilgisayarlarında internet olmadığı için ana bilgisayardan sıra ile araştırma yapabilirsiniz." şeklinde dönüt vermiş ve etkinlik çözüm sürecine geçilmiştir. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt-yeterliklerine bağlı olarak gözlemlenen etkinlik çözme sürecine ait bulgular, her bir yeterlik için ayrı ayrı verilmiştir.

Şekil 73. *Ö3 Kodlu Öğretmenin Etkinlik Uygulama Sürecinin Bilgisayar Laboratuarında Yapıldığına Ait Bir Görsel*



A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği

Bu kısımda gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; *(A1) problemi günlük hayat ile ilişkilendirme, (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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

A1. Problemi günlük hayat ile ilişkilendirme

Etkinlikte geçen ifadelerin öğrencilerin yakın çevresinden olması, onların problem durumunu günlük hayat ile ilişkilendirmelerini kolaylaştırmıştır.

H.N.: Hocam biz dayımlara giderken Bursa'ya kendi arabamızla gittik. Babam diyor otobüsle gelsek daha ucuz olurdu.

...

R: Bence yaz-kış farklı ulaşım seçelim. Çünkü burda kar olunca aha da uçak bileti aldın yetişemedin.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrenciler problem durumunu kendi günlük hayatları ile karşılaştırarak yorumlamışlardır. Dolayısıyla A1 yeterliği gözlemlenmiştir.

A2. Problem durumunu sadeleştirme

Ö3: Evet problemden ne anladık, ne istiyor bizden? Kısaca kim anlatacak bize?

Ş: Hocam bi aile var. Bunlar Kağızman'dan Ankara'ya gidecekler. Bizde onlara ne şekilde gidecekleri için yardım edicez. Aile içi de konuşuruz ya orya kadar minibüse binelim ordan sonra otobüse binelim diye. Bana onu hatırlattı.

Ö3 kodlu öğretmenin sınıfa yönelttiği sorunun ardından söz hakkı verdiği bir öğrenci problem durumunu sade bir şekilde ifade etmiştir. Dolayısıyla A2 yeterliği gözlemlenmiştir.

A3. Durumu etkileyen verileri belirleme ve bunları isimlendirme

Dörder kişilik üç grubun yer aldığı sınıfta Ö3 her gruptan birer grup sözcüsü seçmiştir. Öğretmen grup sözcülerinden birine söz hakkı vererek durumu etkileyen verileri ifade etmesini istemiştir.

K. (Grup 1): Hocam çok şey var aslında. Diyelim ki araba ile gitmeye karar verdik biz grup olarak. Arabanın markası var, yakıtı var tüplü mü benzinli mi mesela. Molada durdun yedin içtin. Biz bunları düşündük.

Ö3: Peki araba yolculuğu dışında tercih ettiğiniz yolculuk var mı? Yani ne şekilde gitmelerini tercih ettiniz ailenin?

R. (Grup 3): Hocam biz trenle yolculuk yapsınlar dedik. Yani babanın dediği olsun dedik. Yanlarına yolluk da alırlar mola masrafı da olmaz. Minibüsle Kars'a giderler ordan da trenle Ankara'ya.

Ö3: Peki bu yolculuğun maliyeti için neleri göz önüne aldınız?

R: Haa. Minibüs parası bide tren bileti hocam o kadar.

Ö3: (Grup 2'ye yönelerek) siz hangi ulaşımı seçtiniz?

İ. (Grup 2): Hocam biz otobüsü seçtik. İndi bindi yok. Burdan bin otobüse Ankara'ya in. O yüzden otobüs biletine baktık sadece. Bide yolda belki bişe yerler molada diye onu ekledik.

Yukarıdaki diyalogdan görüldüğü gibi öğrenciler durumu etkileyen verileri belirleyebilmiş ve bunu öğretmenin yönergesinden sonra dile getirmişlerdir. Dolayısıyla A3 yeterliği gözlemlenmiştir.

A4. Durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme

Ö3: Evet arkadaşlar hangi yolları seçtiğinizi ifade ettiniz. Şimdi de bana değişkenleri biriniz ifade edebilir mi?

HN: Ulaşım şekli değişken bence hocam.

Ö3: Peki başka değişken yok mu?

A: Var hocam. Bilet ücreti, yakıt ücreti.

Yukarıdaki diyalogdan durumu etkileyen anahtar değişkenlerin belirlendiği görülmektedir. Dolayısıyla A4 yeterliği gözlemlenmiştir.

A5. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma

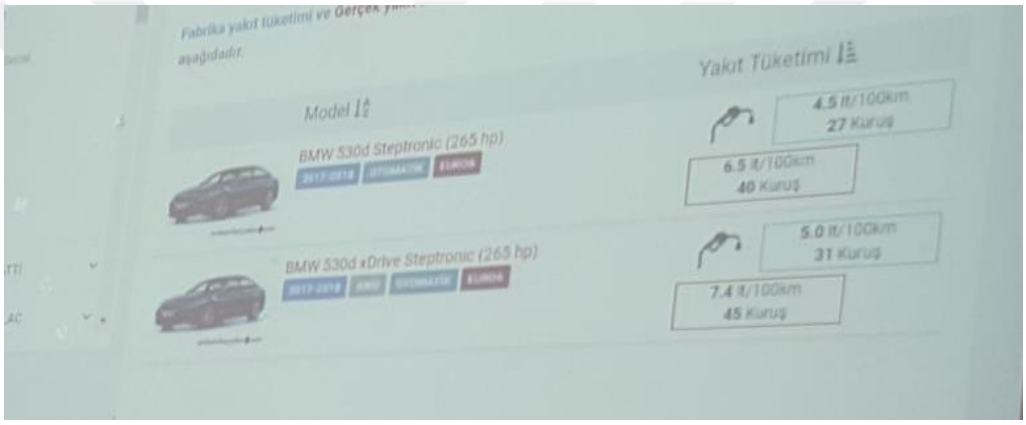
Ö3: Şimdi her gruptan yaptıkları çözüm yollarını bize anlatmalarını istiyorum.

Grup 3: Hocam biz babanın dediği ulaşım yolunu mantıklı bulduk.

Ö3: Neden bize açıklar mısın?

*Grup 3: Hepsini hesapladık hocam babanın dediği en uygunu oldu. Çünkü Kağızman'dan Kars'a giderken 4 kişi minibüs ücreti artı 4 kişi tren bileti. Biz bide diğer hepsinin bilet fiyatlarına baktık onlar en pahalısı oluyor. Bizim ki hocam Kağızman-Kars arası minibüs ücreti 12.5 TL; 4 kişi olunca 50 TL oluyor. Kars'tan Ankara'ya tren bileti de baktık şimdi 46 lira 98 kuruş. 4 kişi gittikleri için bunu da 4 ile çarpıcaz. 187 lira 92 kuruş çıkıyo. Bide 50 TL vardı ya hani minibüs parası onun da ekliycez 237 lira 92 kuruş çıktı. Bide biz yolluk almaktan vazgeçtik parayla yesinler dedik. Adam başı 50 TL yeseler 200 TL de o tutuyor. Toplam **437 lira 92 kuruş** tutuyor. Mesela erkek çocuğun dediği gibi araba olsun dedik. BMW marka seçtik. 1067 km burdan Ankara. BMW benzinli. İnternetten hesaplattık ne kadar yakar acaba arabamız diye. Baktık 100 km de 40 kuruş. Dedik o zaman 1067 km de kaçtır? 426 lira 80 kuruş tutuyo yakıtları. Yiyecek de yine 200 TL desek **626 lira 80 kuruş** toplam.*

Şekil 74. *Grup 3'ün, Arabaların Yakıt Bilgilerini Sorgulamalarına Ait Bir Görsel*



*Kız çocuğun dediğini araştırdık hocam. O da otobüsle demiş. Metro otobüs firmasının bilet fiyatlarına baktık hocam. Adam başı 110 TL. 4 kişiler 440. 200 de yeme içmeleri olduğu için **640 TL.** Ha mesela Iğdır turizmi de araştırdık o da adam başı 130 TL. O zaman da 520 biletler 200 de yemek. **720 TL** oluyor. Hocam anne de demiş ki Kars'a ilçe minibüsü ordan da uçakla gidelim demiş. Bi kere Kağızman'dan Kars'a 4 kişi gittikleri için 50 TL tutuyor. Uçak bileti de adam başı 356 TL. Bunu da 4'le çarpıcaz 1424 TL. 50 de üstüne ekleyelim. **1474 TL.***

Ö3 benzer şekilde diğer grupların da cevaplarını dinlemiştir. Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrenciler değişkenler arası ilişkileri oluşturmuş ve bunu ifade etmişlerdir. Dolayısıyla A5 yeterliği gözlemlenmektedir.

A6. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme

Etkinlik problem durumunda öğrencilere herhangi bir sayısal veri sunulmamış, etkinlik çözüm sürecinde öğrencilerin bilgilere ulaşmaları beklenmiştir. Öğrenciler de internetten çözüm için uygun bilgileri belirlemiş ve bu bilgilerle çözüme ulaşmışlardır. Öğretmenin etkinliği bilgisayar laboratuarında uygulaması ve öğrencilere araştırma fırsatı

tanıması onların uygun ve gerekli bilgiye kendilerinin ulaşmalarını sağlamıştır. Dolayısıyla A6 yeterliği gözlemlenmiştir.

A7. Problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme.

Etkinlikte çok fazla verinin olmayışı, çözüm için gerekli verilere öğrencilerin kendilerinin ulaşacak olması problemi çözmek için ilgili bilgileri tespit ettiklerini göstermektedir. İlgisiz bilginin olmayışı bu anlamda gözlemleme şansının da olmayışına sebep olmuştur. Dolayısıyla A7 yeterliği kısmen gözlemlenmiştir.

B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

B1. İlgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme

Grupların her biri laboratuar bilgisayarını kullanarak farklı ulaşım yollarına ait veriler elde etmişlerdir. Farklı araba modelleri için yakıt tüketimini oran-orantı kullanarak hesaplamışlar; her bir bilet fiyatı için ailenin toplam masrafını hesaplamışlardır. Bazı gruplar yolculuk boyunca yeme-içme masrafı olarak fiyat eklemesi yapmış, bazısı ise sadece uçak yolculuğu dışında hepsinde var diyerek bu masrafı göz ardı etmiştir. Elde ettikleri verileri de matematiksel olarak ifade etmişlerdir (A5, B2 yeterliklerinde olduğu gibi). Dolayısıyla B1 yeterliği gözlemlenmiştir.

B2. İlgili nitelik/ nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme

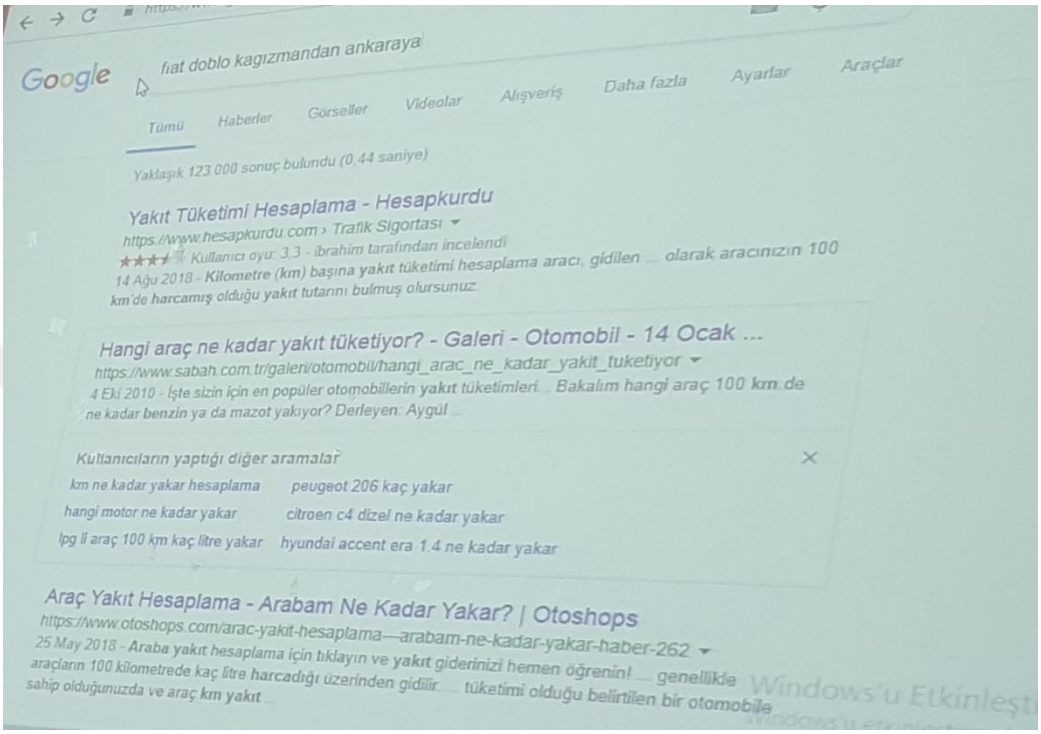
Ö3: Sizin çözümünüzü de anlatır mısınız?

Grup 1: Hocam babanın dediğini hesaplayalım önce. İlçe minibüsü ile Kars'a gidiş adam başı 12,5 TL. 4 kişilik aile 50 TL o. Ben yataklı trene baktım 4 yataklı adam başı 80 TL. 4 kişi oldukları için tren de 320 TL. Toplam 370 TL. Erkek çocuk için Fiat Doblo baktım ben hocam araba için. Bizim buralarda en çok o arabadan var. Hocam o da 100 km de 25 kuruş harcıyormuş. Ankara-Kağızman arası 1067 km. 266 lira 75 kuruş yapıyor. Biz o yüzden bunu seçtik hocam. Hepsine baktık en uygun araba ile gitmek. Trenden bile ucuz.

Ö3: Grup 3 deki arkadaşlarınız yolda yemek masraflarını da dikkate aldılar, siz almadınız mı?

Grup 1: Alsak da hepsinde var yemek masrafı. Bi uçak da yok hocam o da zaten en pahalısı. Biz o yüzden almadık.

Şekil 75. *Grup 2.Nin Etkinlik Çözümü İçin Yaptıkları Araştırmalara Ait Bir Görsel*



Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrenciler kendi topladıkları verilerle çözüm yolları geliştirmiş ve bunu matematikselleştirmişlerdir. Dolayısıyla B1 yeterliği gözlemlenmiştir.

B3. Gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme

Etkinlikte yer alan problem durumunun çözümü için öğrenciler tarafından veriler belirlenmiştir. Grup 3, problemin çözüm aşamasında diğer grupların yemek masrafı eklediğini dile getiren Ö3'e aşağıdaki cevabı vermiştir.

Grup 1: Alsak da hepsinde var yemek masrafı. Bi uçak da yok hocam o da zaten en pahalısı. Biz o yüzden almadık.

Ö3: Biraz daha açıklar mısın arkadaşların için?

Grup 1: Yani şimdi arkadaşlar hepsine 200 lirayı eklediniz ne oldu ki. Sonuçta önemli olan aldığınız bilet ya da mazot parası. Bence gerek yok. Ha uçak da yemek masrafı yok diyelim ama uçak bileti zaten en pahalı o. O yüzden yol masrafı diyip hepsine aynısını eklemek bize saçma geldi.

Yukarıdaki diyalogdan görüldüğü gibi gruplarda yemek masrafı olarak eklenen miktar başka bir grup tarafından gerekli görülmemiş ve çözümde bu veri işleme dahil edilmemiştir. Dolayısıyla B3 yeterliği gözlemlenmiştir.

B4. Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme

Problem durumu ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltmaya ve ilişkileri sadeleştirmeye uygun olmadığından bu yeterlik gözlemlenememiştir.

B5. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme

Öğrenciler çözümlerini kendi etkinlik kağıtları üzerine yapmışlardır. Sözel olarak tüm gruplar tarafından, yaptıkları çözümler dile getirilmiştir. Ancak bilgisayar laboratuarının fiziki şartlarından dolayı öğretmen öğrenci cevaplarını tahtaya not edememiş veya tablolaştıramamıştır. Bu sebeple B5 yeterliği gözlemlenememiştir.

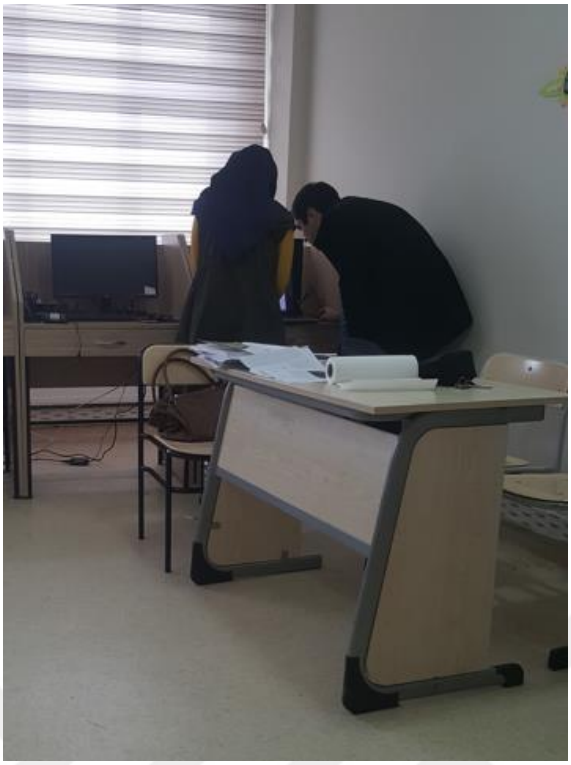
C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

C1. Buluşsal stratejiler kullanma

Grup çalışması şeklinde çözümü gerçekleştirilen etkinlikte, Ö3 rehber rolü üstlenmiş ve sonuca öğrencilerinin ulaşmasını beklemiştir. Veri araştırma sürecinde de onlara rehberlik etmiş, doğrudan bilgi aktarımı yapmamıştır. Buluşsal stratejiler uygulamasından dolayı C1 yeterliği gözlemlenmiştir.

Şekil 76. *Ö3 Kodlu Öğretmenin Öğrencisine Rehberlik Ettiği Bir An*



C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma

Öğrencilerin problem çözme sürecinde ifade ettikleri "4 kişi oldukları için 4 ile çarptık, 100 km de 40 kuruş yakıyorsa 1067 km'de ne kadar yakar, oran-orantı yaptık, tüm masrafları topladık" gibi ifadeleri onların problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullandıklarını göstermektedir. Dolayısıyla C2 yeterliği gözlemlenmiştir.

D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama

Grup 2: Hocam biz kız çocuğunun dediğini seçtik. Çünkü uzun yola otobüs mantıklı. Çünkü diyelim arabanla gittin erkek çocuğun dediği. Bizim baktığımız araba 100 km de 12 litre yakıyor. Litre 6 lira 17 kuruş. Yani hocam 100 km de 75 lira. Ankara'ya gittiklerinde 800 lira para. Bide parayı da geçtim ***arabanın da kilometresi yükseliyor*** *hocam.*

Ö3: Ne oluyor ki yükselince?

Grup 2: Arabanın değeri düşer hocam çok kullanılmış yıpranmış gibi.

Ö3: Peki treni neden tercih etmediniz mesela?

Grup 2: Hocam onda da yolculuk çok uzuyor, o yüzden ihtiyaçlar da çok artıyor. Otobüste 4 mola varsa trende 8 mola olur. Her molanın da masrafı var. O yüzden.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi bulunan sonuçlar günlük hayatla kıyaslanarak matematik dışı bağlamlarda yorumlanmıştır. Dolayısıyla D1 yeterliği gözlemlenmiştir.

D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme

Ö3: Şimdi arkadaşlar şöyle bi toparlayacak olursak Grup 1 siz şahsi araba ile yolculuğu seçtiniz; Grup 2 siz otobüs ile yolculuğu seçtiniz; Grup 3 siz de tren ile yolculuğu seçtiniz. O zaman bi yerden bi yere gitmek için kesin seçilmesi gereken bir yol yok mu?

Grup 2: Yani hocam şöyle olsaydı kesin yol olurdu. Arabayı bilseydik modelini yakıtı derdik ki bu araba çok yakıyor ya da az yakıyor. Ya da tren yataklı mıdır normal midir bilsek parasını hesap ederdik. Böyle olunca biz pahalı arabalara bakıyoruz. Ama otobüs fiyatı nettir.

Ö3: Yani genel bir tablo çizemez miyiz?

Grup 3: Hocam siz verseniz çözüm şeylerini belki net bişe derdik ama biz bulduk ya her şeyi öyle olunca değişti cevaplar.

Yukarıdaki diyalogda Ö3, öğrencilerinin durumu genellemeleri için yönergeler vermiş ve öğrencilerden de dönütler almıştır. Problem durumunun gerçekten de genel bir durum oluşturmaya elverişli olmadığı konusunda araştırmacı ve uzman fikir birliği sağlamıştır. Ancak öğretmenin bu durumu öğrencilerinin ifade etmesi için sorular sorması, D2 yeterliğinin var olduğunu düşündürmüştür. Bu sebeple D2 yeterliği gözlemlenmiştir.

E. Çözümü doğrulama yeterliği

Bu kısımda 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 faklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin çözümü doğrulama yeterlikleri, bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma

Yapılan çözümlerin ardından Ö3, her gruba tek tek söz hakkı vermiş; ardından birbirlerinin cevaplarını yorumlamalarını istemiştir.

Grup 1: Biz arabayı mantıklı bulduk erkek çocuğun dediğini yani. Ama treni seçen grup dedi ki 200 lira yolluk masrafı. E otobüse de aynısını dedi. Hiç olmadı mesela. Çünkü otobüs yolculuğu 15 saat, tren 24 saat. Baktık biz. Şimdi bu adam 15 saatte yediği ile 24 saatte yediği aynı mı olacak? Bence bi daha baksınlar çözüme. Otobüsü seçen grup da yolluk masrafı yeme içme hepsinde aynı demiş ama işte aynı olmaz.

Grup 2: Biz otobüsü seçtik çünkü seçtiğimiz model pahalıydı, çok yakıyodu. Bide arabanın kilometresi artacak ne gerek var. Bin otobüse indi bindi yapma. Bide bizim hesaplarda en uygun otobüs çıktı zaten. Çünkü treni de yataklı tren seçtik. Her şeyi lüks seçince otobüs en ucuz kaldı.

Grup 3: Biz de arabayı lüks seçtik o yüzden tren ucuz geldi bize. Yataklı tren seçmedik. 4 kişilik oda seçtik zaten bunlar da 4 kişilik aile. Ha bide yeme masrafı diyelim ki tren de 200 değil de 300 olsun yine tren ucuz oluyor otobüsten.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi gruplar hem kendi çözümleri hem de diğer grupların çözümleri üzerine yansımalar yapmışlardır. Dolayısıyla E1 yeterliği gözlemlenmiştir.

E2. Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma

Yukarıdaki diyalogda da görüldüğü gibi, örneğin Grup 1 diğer grupların yaptığı otobüs yolculuğu ile tren yolculuğuna aynı yeme-içme masrafını eklemelerini eleştirmiş ve tren yolculuğu uzun olduğu için trenle yolculukta bu masrafın daha fazla olacağını ifade etmiştir. Dolayısıyla bulunan çözümlerle ilgili eleştirel kontroller yapılmıştır Bu sebeple E2 yeterliği gözlemlenmiştir.

E3. Çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme

Yapılan çözümlerde tutarlı olmama durumu yoktu. Her grup kendi çözümünü kendi oluşturduğu verilere bağlı olarak uygun şekilde ifade etmişti. Bu sebeple modelleme sürecinden tekrar geçilme durumu olmadı. Dolayısıyla bu yeterlik gözlemlenememiştir.

E4. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme

Ö3: Herkes problemi çözdü. Mesela ben size deseydim ki 15 saat içerisinde bu ailenin Ankara'da olması gerekiyor. O zaman nasıl bir yol izlerdiniz?

Grup 3: Hocam tren seçeneğini düşünmezdik bile.

Grup 1: Otobüs de öyle. 16 saat nerdeyse burdan Ankara.

*Ö3: Yani soruda başka şartlar olunca cevaplar da değişiyo*r.

Grup 2: Evet hocam. Mesela bir iş için gitse ben derim ki işten kazanacağı para uçak biletinden fazlaysa uçakla gitsin. Hiç strese girmeye gerek yok. Çünkü mesela kendi arabanla da gittin diyelim bu sefer de hız yapar yetişsin diye. İş

içinse uçak ama düğüne yetişecekse çok da acil değil o zaman kendi araba ile gider.

Yukarıdaki diyalogda Ö3 öğrencilerine soruya farklı şartlar eklenmesi durumunda çözümde nasıl değişiklik olabileceğini hissettirmek adına soru yöneltmiştir. Problem durumuna fraklı şartın eklenmesi farklı çözüm yolları fikirlerini akla getirmiştir. Ayrıca çözüm aşamasında zaten farklı ulaşım yollarının tercih edilmesi problem çözümü için farklı yolları düşünmeyi sağlamış ve sonucun farklı şekilde oluşturulabileceğini de yansıtmıştır. Dolayısıyla E4 yeterliği gözlemlenmiştir.

Aşağıdaki tabloda Ö3 kodlu öğretmenin yeterlik ve alt yeterliklere bağlı olarak gerçekleştirilen gözlem bulguları bir arada verilmiştir. Tablo 19 incelendiğinde Ö3'ün B4, B5 ve E3 yeterliklerini hiç sergilemediği; A7'yi ise kısmen sergilediği görülmektedir.

Tablo 21. *Ö3 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları*

Yeterlikler	Alt Yeterlikler	Gözlem sonuçları		
		Var	Kısmen	Yok
Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	A1	✓		
	A2	✓		
	A3	✓		
	A4	✓		
	A5	✓		
	A6	✓		
	A7		✓	
Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	B1	✓		
	B2	✓		
	B3	✓		
	B4			✓
	B5			✓
Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	C1	✓		
	C2	✓		
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	D1	✓		
	D2	✓		
Çözümü doğrulama yeterliği	E1	✓		
	E2	✓		
	E3			✓
	E4	✓		

- **Ö4 kodlu öğretmenin ders içi gözlem bulguları**

Ö4 kodlu öğretmen kendi oluşturduğu "Ar-Ge Problemi" isimli etkinliğini 8.sınıf öğrencilerine uygulamıştır. Beşer kişilik üç grup halinde çözümü yapılan etkinlikte Ö4 öncelikle herkesin tek tek etkinliği okumasını istemiştir. Ardından etkinliğin tanıtıcı makale

kısmında ifade edilen Ar-Ge ile ilgili sohbet eden öğretmen, öğrencilerine "Ar-Ge ne demekmiş, okuduklarınızdan neler çıkardınız biraz bunu konuşalım." diyerek kısa süreli bir sohbet başlatmıştır. Ar-Ge'yi ilk defa duyduklarını ifade eden öğrenciler araştırma-geliştirme çalışmalarının firma hatta ülke bazlı avantajları üzerine konuşmuşlardır. Öğrencilerinden birine söz hakkı vererek etkinliği okumasını isteyen Ö4, ardından etkinlik çözüm sürecine geçmiştir. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt-yeterliklerine bağlı olarak gözlemlenen etkinlik çözme sürecine ait bulgular, her bir yeterlik için ayrı ayrı verilmiştir.

Şekil 77. *Ö4'ün Etkinlik Çözüm Sürecinde Uyguladığı Grup Çalışmasına Ait Bir Görsel*



A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği

Bu kısımda gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; *(A1) problemi günlük hayat ile ilişkilendirme, (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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

A1. Problemi günlük hayat ile ilişkilendirme

Ar-Ge'nin ne olduğuna dair yapılan konuşma sonrası problem durumunun ifade edilmesi öğrencilerin problemi günlük hayatla ilişkilendirmelerini kolaylaştırmıştır.

> *Grup 2: Ar-Ge araştırma ve geliştirmenin kısaltılmışı. Önemli bir şey bence. Diyelim ki bi iş kurucaz bu Ar-Ge bizim için araştıracak eksileri artıları ile bize anlatacak. Mesela burda da fabrikatör hangi ürün üzerine fabrika kuracağına karar veremiyo. Ar-Ge ona yardım edecek.*

Yukarıdaki diyalogdan problemin günlük hayat ile ilişkilendirildiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla A1 yeterliği gözlemlenmiştir.

A2. Problem durumunu sadeleştirme

Ö4: Problemde istenen ne, ne anlatmak isteniyor yani? Bize kim söyliycek?

Grup 1: Hocam Mustafa Bey fabrika alacak ama ne fabrikası olacağını bilmiyor. Bizden istenen iplik fabrikası mı olsun, ilaç fabrikası mı olsun yoksa otomobil fabrikası mı olsun bunu bulmak.

Ö4: Peki neye göre belirlenecek bu fabrikalar?

Grup 3: Son yıla baksak mesela hepsi aynı kârı etmiş. 6 milyon. Biz son 4 yıl için bakıcaz. Ar-Ge ekibi gibi bi rapor hazırlayıp Mustafa Bey'e hangi fabrikayı seçmesi gerektiğini ifade edicez. Mustafa Bey demek ki grafik okumayı öğrenememiş.

Yukarıdaki diyalogda Ö4 öğrencilerinden problem durumunu sade bir şekilde ifade etmeleri için yönerge sunmuş ve istenen cevabı almıştır. Dolayısıyla A2 yeterliği gözlemlenmiştir.

A3. Durumu etkileyen verileri belirleme ve bunları isimlendirme

Grup 1: Hocam açıölçer alabilir miyiz? Grafikteki açıları belirlemek için.

(Ö4 masasının üzerinde hazırladığı ancak öğrencilerinden talep gelmesi üzerine vereceği açıölçerleri Grup 1'in talebinden sonra tüm gruplara dağıtmıştır.)

Ö4: Daire grafiğindeki açılar dışında dışında kullandığınız bi veri oldu mu?

Grup 2: Hocam hepsinde 2018 yılındaki kâr 6 milyonmuş bide onu kullandık.

Yukarıdaki diyalogda öğrenciler durumu etkileyen verileri belirlemiş ve bunları ifade etmişlerdir. Dolayısıyla A3 yeterliği gözlemlenmiştir.

A4. Durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme

Ö4: Evet arkadaşlar açılar ve ortak kârdan bahsettiniz. Bunlar nedir bizim için? Yani bunları ele alma sebebimiz ne?

Grup 1: En kârlı fabrikayı tespit etmek hocam. Yani biz bütün yılların kârlarını hesapladık açı değerlerinden her fabrika için. Şimdi nasıl yorumlamamız gerektiğini düşünüyoruz.

Ö4: Peki bağımlı-bağımsız değişken kavramlarımız vardı hatırlayan var mı?

Grup 3: Evet hocam biz söyleyelim mi? Bağımlı değişken şey, hangi fabrika. Yani en fazla kâr edecek fabrika. Bağımsız değişken de açı değerleri ile 2018 yılındaki 6 milyonluk kâr hocam.

Yukarıdaki diyalogda Ö4 öğrencilerinin anahtar değişkenleri belirlemeleri için uygun sorular sormuş ve beklediği cevapları almıştır. Dolayısıyla A4 yeterliği gözlemlenmiştir.

A5. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma

Ö4: Şimdi bütün gruplardan tek tek yaptıkları işlemleri bize anlatmasını istiyorum.

Grup 1: Hocam biz şöyle yaptık. Ölçtük ya açıları iplik fabrikasında şimdi mor renkli olan yer 2018 yılı yani 90 derece. Mavi renkli olan 2015 yılı 120 derece. Yeşil renkli olan 2017 yılı 105 derece. Kırmızı renkli 2016 yılı da 45 derece. Sonra oran-orantı yaptık hocam. 90 derece 6 milyonsa 120 derece kaçtır diye. 8 milyon bulduk. Sonra 90 derece 6 milyonsa 105 derece kaçtır. O da 7 milyon çıktı. En son 90 derece 6 milyonsa 45 derece kaçtır dedik o da 3 milyon çıktı hocam. Toplam kâr 24 milyon. Sonra aynı şekilde ilaç fabrikasını da hesapladık hocam. Tek tek anlatayım mı toplam kârı söyliyim mi?

Ö4: İşlemlerinizi anladık. Açı değerlerini bulup oran-orantı yaptınız. O yüzden doğrudan toplam değeri söyleyebilirsiniz.

Grup 1: İlaç fabrikasının toplam kârı 15 milyon, otomobilin de 72 milyon.

Grup 2: Hocam biz de aynı işlemleri yaptık. Ama biz ortalama kâra baktık.

Ö4: Evet sizi dinliyoruz. Ortalama dedin neyin ortalaması?

Grup 2: Hocam biz de toplam kârı 4 yıllık bi zaman varya o yüzden 4'e böldük. İlaç ortalama 3,75 milyon; iplik 6 milyon; otomobil 18 milyon.

Ö4: Peki bu değerleri nasıl buldunuz anlatır mısın?

Grup 2: Aynı hocam. Açı değerini ölçtük açıölçerle. Sonra oran-orantı yaptık. Dedik mesela ilaç fabrikası için 105 derece 6 milyonsa 110 derece kaçtır 4,5 milyon bulduk. Hepsini böyle yapıp topladık. Sonra da ortalamasını aldık. Yani 4 yıl ya 4'e böldük.

Ö4: Anladım. Peki son grubumuz siz de mi aynı şeyi yaptınız?

Grup 3: Evet hocam. Bizde aynı şekilde işlemleri oran-orantı ile yaptık. Ama biz toplam ya da ortalamaya girmedik. Biz örüntü bulduk.

Ö4: Nasıl yaptınız anlatın o zaman?

Grup 3: Hocam biz sırayla yazdık. İplik fabrikası yıllara göre 8 milyon, 3 milyon, 7 milyon, 6 milyon. İlaç fabrikası 1,5 milyon, 3 milyon, 4,5 milyon, 6 milyon. Otomobil fabrikası 30 milyon, 24 milyon, 12 milyon, 6 milyon. Sonra dedik ki iplik de bi düzen anlam yok. Adam seneye ne kadar kâr eder belli değil. Otomobil bi sene 6 milyon düşmüş diğer sene yarıya inmiş. Hep azalmış. Ama ilaca bakınca dedik ki her sene 1,5 milyon artmış. Seneye 7,5 milyon olur dedik. Yani bir örüntü bulduk.

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde grupların yaptığı işlemler ve değişkenler arası oluşturdukları ilişkiler görülmektedir. Dolayısıyla A5 yeterliği gözlemlenmiştir.

A6. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme

Problem durumunda verilen daire grafiklerinde açıların olmaması, öğrencilerin açıölçere ihtiyaç duyduklarını ifade etmesi problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleyebildiklerini göstermektedir. Bu sebeple A6 yeterliği gözlemlenmiştir.

A7. Problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme.

Problem durumunda verilenler problemi çözmek için yeterli ve gerekli bilgilerdir. Açı bilgilerine öğrencilerin ölçüm yaparak ulaşması, değişkenleri ifade etmesi ilgili bilgileri belirleyebildiklerini göstermektedir. Ancak problemde ilgisiz bilginin olmayışı bu yeterliğin kısmen gözlemlenmesine sebep olmuştur. Dolayısıyla A7 yeterliği kısmen gözlemlenmiştir.

B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

B1. İlgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme

Etkinliği inceleyen öğrencilerin açıölçer talep ederek grafiklere ait açı ölçümleri yapması, oran-orantı kurarak yıllara ait kâr düzeylerini belirlemeleri durumları matematiksel olarak ifade ettiklerini göstermektedir. Ayrıca her bir grubun kendine ait olan grafikleri yorumlamalarında toplam kâr, ortalama kâr ve artış miktarını göz önüne almaları da yine ilgileri nicelikleri matematiksel olarak ifade ettiklerini göstermektedir (A5 yeterliğinde olduğu gibi). Dolayısıyla B1 yeterliği gözlemlenmiştir.

B2. İlgili nitelik/ nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme

Ö4: (Grup 3'e yönelerek) Örüntüyü nasıl oluşturduğunuzu tekrar açıklar mısınız?

Grup 3: Hocam sadece ilaç fabrikası ile otomobil fabrikasında örüntü oluşturduk. İplik de yok. Şöyle hocam otomobilde bi sene 6 milyon düşmüş, sonraki sene yarıya inmiş. Muhtemelen 2019'da 3 milyon olacak yarıya düşecek. İlaç da her yıl 1,5 milyon artmış. 2019'da muhtemelen 7,5 milyon olacak.

Otomobil fabrikası	*2015 yılında 30 milyon* *2016 yılında 24 milyon* *2017 yılında 12 milyon* *2018 yılında 6 milyon*	*6 milyon düşmüş, yarıya inmiş.*
İlaç fabrikası	*2015 yılında 1,5 milyon* *2016 yılında 3 milyon* *2017 yılında 4,5 milyon* *2018 yılında 6 milyon*	*1,5 milyon artmış.*

İplik de hiç düzen yok hocam yatırım yapılmaz riskli. O yüzden biz Mustafa Bey'e ilaç fabrikasını öneriyoruz.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrenciler ilgili nitelik/nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirmişlerdir. Daha önceki yeterliklerde de (A5 ve B1 gibi) öğrencilerin yaptıkları matematiksel işlemler ifade edilmiştir. Dolayısıyla B2 yeterliği gözlemlenmiştir.

B3. Gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme

Problem durumu ilgili niceliklerin sayısını azaltmaya ve ilişkileri sadeleştirmeye uygun olmadığından bu yeterlik gözlemlenememiştir.

B4. Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme

Problem durumu ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltmaya ve ilişkileri sadeleştirmeye uygun olmadığından bu yeterlik gözlemlenememiştir.

B5. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme

Oluşturulan etkinlikte yer alan grafiklere yönelik elde edilen bilgiler öğrenciler tarafından dile getirilmiş ancak öğretmen bu verilere ait herhangi bir tablo oluşturma veya tüm öğrencilerin görmesini sağlamak adına tahtaya not etme yoluna gitmemiştir. Dolayısıyla B5 yeterliği gözlemlenememiştir.

C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

C1. Buluşsal stratejiler kullanma

Grup çalışması şeklinde çözümü gerçekleştirilen etkinlikte, Ö4 rehber rolü üstlenmiş ve sonuca öğrencilerinin ulaşmasını beklemiştir. Gruplar arasında sürekli dolaşarak süreci yakından takip etmiştir. Buluşsal stratejiler uygulayan Ö4 için C1 yeterliği gözlemlenmiştir.

C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma

Öğrencilerin etkinlik çözüm sürecinde ifade ettikleri "90 derece 6 milyonsa 120 derece kaçtır şeklinde düşünüp oran-orantı kurmaları; tüm fabrikalar için tek tek kâr durumlarını hesaplayıp toplam kârı bulmaları; 4 yılın ortalama kârını bulmak için 4'e bölmeleri; yıllık kâr durumlarından örüntüyü tespit etmeleri" onların problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullandıklarını göstermektedir. Dolayısıyla C2 yeterliği gözlemlenmiştir.

D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama

Grup 1: Hocam biz otomobili seçtik. Çünkü toplam kârı 72 milyon. Bide şimdi normal hayat için düşünelim. Mantıklı olan otomobil tabiki. En pahalı olan grup otomobil sonuçta.

Grup 2: Bizde otomobili seçtik. Ortalama kâr olarak baktık en yüksek olan otomobil, sonra iplik sonra ilaç. Biz de Mustafa Bey'e otomobil fabrikasını önerdik. Bide şimdi bi arabayı satınca ne kadar paraya satıyolar. En fazla kârı da arabadan yaparlar diye düşündük.

Grup 3: Biz ilaç fabrikasını önerdik hocam. Evet toplam kâr en fazla otomobilde ama yıl geçtikçe düşüyor kârı. Ama ilaç fabrikasının sürekli artıyor. Zaten babamda diyodu ki her geçen gün değişik hastalıklar çıkacak. İlaç çeşidi de artar öyle olursa. Biz Mustafa Bey'e Ar-Ge ekibi olarak yazdığımız raporda ilaç fabrikasını önerdik o yüzden.

Yukarıdaki diyalogdan öğrencilerin bulduğu sonuçları günlük yaşam bilgilerine göre yorumladıkları görülmektedir. Yani buldukları matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayabilmişlerdir. Dolayısıyla D1 yeterliği gözlemlenmiştir.

D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme

Grup 2: Hocam peki cevap ne? Hangi fabrika olmalı?

Ö4: Tek bir cevabı olmak zorunda değil arkadaşlar. Kendi fikrinizi güzel bir şekilde anlatırsanız ve bunu matematiksel olarak desteklerseniz cevap o olur yani.

Grup 1: Münazara gibi mi hocam?

Ö4: Bu benzetim hiç aklıma gelmemişti F. Peki ben size sorsam. Herkesin cevabını duydunuz. Sizce net olarak yanlış ya da doğru dediğiniz cevap var mı? Ya da bana genel olarak bir çözüm sunabilir misiniz?

Grup 3: Biz şunu deriz hocam. 2040 yılında mesela 22 sene sonra 22x1,5= 33 milyon. 6+33=39 milyon kârı olur ilaç fabrikasının. Ama mesela bunu otomobil için yapamayız. Yani yaparız da kâr etmez gibi çünkü gittikçe düşüyor. Mustafa Bey ne bilsin ne zaman artacak tekrar net bişe yok.

Yukarıdaki diyalogda yapılan çözümler üzerine genellemeler konuşulmuş ve bunun için öğretmen uygun yönergeler sunmuştur. Dolayısıyla D2 yeterliği gözlemlenmiştir.

E. Çözümü doğrulama yeterliği

Bu kısımda 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 faklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin çözümü doğrulama yeterlikleri, bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma

Yapılan çözümlerin ardından Ö4, gruplara ait cevapların tartışılmasını istemiştir. Her gruba tek tek söz hakkı veren Ö4, öğrencilerinin tüm çözümleri değerlendirmelerini beklemiştir.

Grup 1: Yani bana şey mantıklı geldi hocam diğer grubun dediği her yıl artan kâr miktarını göz önüne almak. Ama ilacın fiyatı ile otomobilin fiyatı da bir değil yani. Milyon tane kutu ilaç satıcan ki bi tane araba fiyatı etsin.

Grup 3: Ama hocam maliyeti hiç düşünmüyor arkadaşlar. İlaç dediğin ottan falan yapılır araba öyle mi? İlk başta diğer gruplar otomobil diyince biz de acaba yanlış mı yaptık diye düşündük hatta size otomobil diyecektik vazgeçtik.

Grup 2: Aslında hocam doğru diyolar arabanın maliyeti çok yüksek ama kâr da ona göre konulur.

Ö4: Arkadaşlar yaptığınız matematiksel çözümlerle karşılaştırarak yorumlarsanız sanki daha iyi olacak gibi.

Grup 1: Hocam biz toplam kârı düşündük maliyetle işimiz yok ki. Burda verilen kâr miktarı. Toplam kâr olarak da en fazla olan otomobil fabrikası. Uzun vadede de kazandıracak diye düşündük. İlaç da mantıklı aslında düzenli artış var

matematiksel olarak bakınca. Ama biz biraz daha günlük hayattan esinlenerek araba dedik bide toplam kâr da fazla olunca.

Grup 2: Bizimki de aslında toplam kârla aynı mantık. Toplamı 4'e bölüp ortalama aldık. Bunun sebebi de aslında iplik de bi artış bi azalış varya ondan. Arabada azalış var ama sonuçta sıfırlayacak değil ya mantıklı yaklaşınca. İlaç da artıyo ama kârı düşük. Biz ortalama kâra bakarak otomobil diyoruz.

Grup 3: Matematiksel olarak olaya yaklaşınca mantıklı olan kesinlikle ilaç. Çünkü sürekli artıyor hocam. Arkadaşlar otomobillerin pahalı satılmasına aldanmışlar.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi öğrencilerin birbirlerinin çözümleri üzerine yansımalar yaptığı görülmektedir. Bulunan tüm çözümler gruplar tarafından dile getirilmiş ve uygun tartışma ortamı oluşturularak cevaplar gözden geçirilmiştir. Dolayısıyla E1 yeterliği gözlemlenmiştir.

E2. Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma

Grup 3: Hocam siz olsanız hangi fabrikayı seçerdiniz? Hangi cevap doğru?

Ö4: Cevaplarınız için şu doğru bu yanlış diyebileceğim bir durum söz konusu değil. İfade ettiğiniz şeyler hatalı değil çünkü. Grup 1'in toplam kâra bakması, Grup 2'nin ortalama kâra bakması ve sizin örüntü bulmuş olmanız bunların hepsi benim beklediğim cevaplardı. Ancak bizim burda amacımız grafik okuma ve yorumlamaydı. Günlük bilgileriniz ve heveslerinizle otomobili seçmeniz mantıklı olabilir ama sadece matematiksel olarak yaklaşım sergileseydiniz, o zaman ilaç fabrikasını seçerdiniz hepiniz. Çünkü arkadaşlarınızın da dediği gibi sürekli bi artış söz konusu. Ama şu da bi gerçek otomobil fabrikası için kâr azalıyo diye gözüküyor ama normalde sıfıra ya da zarara geçmeyeceğini hepimiz düşünüyoruz. Bu sebeple senin ki doğru senin ki yanlış durumu değil olay. Matematiksel yaklaşımla ilaç fabrikası evet ama günlük hayat tecrübelerinizle de otomobili seçmeniz de sorun yok.

Yukarıdaki diyalogda öğrencilerin sorusu üzerine öğretmen cevaplarla ilgili eleştirel yorumlar yapmıştır. Dolayısıyla E2 yeterliği gözlemlenmiştir.

E3. Çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme

Yapılan çözümlerde öğrenciler tüm grafikleri incelemiş, veri tablosunu oluşturmuşlardır. Kendi oluşturdukları çözümlerde tutarlı olmama durumu olmamış, kendi gerekçeleri ile bunları desteklemişlerdir. Dolayısıyla E3 yeterliği gözlemlenememiştir.

E4. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme

Etkinlik çözümünün 1 ders saati sürmesi, etkinlik çözümünün tamamlanmasının ardından etkinliğe yönelik geri dönüş için zaman kalmamasına sebep olmuştur. Aslında etkinlik planında 1 ders saati olarak planlanan etkinlik çözme süreci ders arası ile

birleştirilerek tamamlanmıştır. Sonraki ders saatine kaymasının uygun olmadığı bir günde etkinlik uygulamasının gerçekleştirilmesi problem sonrası farklı çözüm yollarını düşünme veya sonucun farklı şekilde oluşturulup oluşturulamayacağı üzerine konuşmaya engel olmuştur. Bu sebeple E4 yeterliği gözlemlenmemiştir.

Aşağıdaki tabloda Ö4 kodlu öğretmenin yeterlik ve alt yeterliklere bağlı olarak gerçekleştirilen gözlem bulguları bir arada verilmiştir. Tablo 20 incelendiğinde Ö4'ün B3, B4, B5 ve E3, E4 yeterliklerini hiç sergilemediği; A7'yi ise kısmen sergilediği görülmektedir.

Tablo 22. *Ö4 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları*

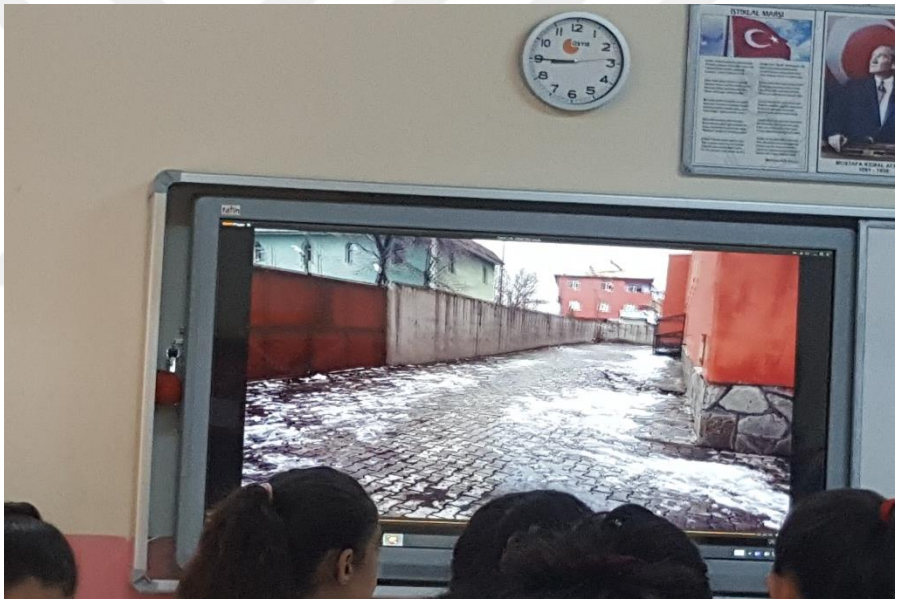
Yeterlikler	Alt Yeterlikler	Gözlem sonuçları		
		Var	Kısmen	Yok
Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	A1	✓		
	A2	✓		
	A3	✓		
	A4	✓		
	A5	✓		
	A6	✓		
	A7		✓	
Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	B1	✓		
	B2	✓		
	B3			✓
	B4			✓
	B5			✓
Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	C1	✓		
	C2	✓		
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	D1	✓		
	D2	✓		
Çözümü doğrulama yeterliği	E1	✓		
	E2	✓		
	E3			✓
	E4			✓

- **Ö5 kodlu öğretmenin ders içi gözlem bulguları**

Ö5 kodlu öğretmen kendi oluşturduğu "Okulumuz İzleniyor" isimli etkinliği 8.sınıf öğrencilerine uygulamıştır. Sınıf ortamı dörder kişilik bir grup ve beşer kişilik üç grup oluşturularak çözüm sürecine uygun hale getirilmiştir. Ö5 öğrencilerine günlük hayatta güvenlik kameralarının nerelerde bulunduğuna dair bir soru sorarak sohbet başlatmış ve bütün öğrencilerinin fikirlerini dinlemiştir. Ardından neden güvenlik kamerası kullanıldığına dair konuşmalar yapılmış ve Ö5 okullardaki güvenlik kameralarının neden olması gerektiğini

öğrencilerine sormuştur. Kullanılan güvenlik kameralarında göz önünde bulundurulması gerekenler hakkında konuşulduktan sonra öğretmen her öğrencinin bireysel olarak etkinliği okuyup anlaması için etkinlikleri dağıtmıştır. Kendi okulları için güvenlik kameraları yerleştireceklerini fark eden öğrenciler çok heyecanlandıklarını dile getirmişlerdir. Grup çalışması şeklinde çözümü gerçekleştirilen etkinlikte öğrenciler 1 gün önce öğretmenleri ile birlikte okul bahçesine çıkmış ve okulu incelemişlerdir. Öğrencilerini bahçeye çıkaran Ö5 önce kendilerinin uzunluklarını tahmin etmelerini istemiş, ardından herhangi bir ölçme aracı olmaksızın kendi yöntemlerini belirleyerek ölçüm yapmalarını istemiştir. Etkinlikle birlikte okula ait kroki veren öğretmen öğrencilerinden yaptıkları ölçümleri hatırlamalarını ve buna bağlı olarak çözüm yapacaklarını söylemiştir. Ayrıca okul bahçesine ait videolar da çeken öğretmen bunları da etkileşimli tahta ile öğrencilerinin ders boyu gözlemlemesine fırsat vermiştir.

Şekil 78. *Ö5'in Okul Bahçesine Ait Video Kaydına Ait Bir Görsel*



A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği

Bu kısımda gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu yeterliğe ait alt-yeterlikler bağlamında ele alınmıştır. Bu alt-yeterlikler; *(A1) problemi günlük hayat ile ilişkilendirme, (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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

A1. Problemi günlük hayat ile ilişkilendirme

Etkinlikte öğrencilerin kendi okullarına ait bir sorunun olması, problemin günlük hayatla ilişkilendirmesini kolaylaştırmıştır.

Grup 1: Hocam biz okulu en iyi bilen kişileriz. Müdüre en iyi yardım bizden çıkar. Kameraların nerde olması gerektiğini biz çok iyi biliyoruz.

Grup 3: Hocam kameraların fiyatları da pahalıymış. Az mı kullanmamız lazım?

Yukarıdaki diyalogda öğrencilerin problemi günlük hayat ile ilişkilendirdiği görülmektedir. Şöyle ki problemin kendi okullarına ait olması ve kameraları kendi okul bahçelerine yerleştirecek olmaları bu durumu kolaylaştırmıştır. Dolayısıyla A1 yeterliği gözlemlenmiştir.

A2. Problem durumunu sadeleştirme

Ö5: Evet problemde bizden ne istiyor? Kim söylemek ister?

Grup 3: Hocam bizim okul bahçesine kamera yerleştiricez. Bahçenin her yerinin görünmesi için nerelere hangi kameraları koymak gerekir onu biz bulucaz.

Grup 4: Bide kaç kamera lazım ne kadar para lazım onu da biz hesaplayacağız.

Yukarıdaki diyalogda öğretmenin yönergesinin ardından öğrenciler problem durumunu sadeleştirerek ifade etmişlerdir. Dolayısıyla A2 yeterliği gözlemlenmiştir.

A3. Durumu etkileyen verileri belirleme ve bunları isimlendirme

Ö5: Peki bu problemi çözerken neleri göz önünde bulundurmanız gerekecek?

Grup 2: Hocam bahçelerin ölçüleri önemli. Yani duvar ölçüleri lazım, bahçe ölçüleri lazım. Bakıcaz ki ben bu kamerayı burya takarsam ne kadar yeri görürüm o yüzden bahçenin ölçüleri şart.

Grup 4: Açılarda lazım hocam. Kameraların görüş açısı için.

Grup 2: Bahçe duvarlarının açısı ne hepsi 90 işte. Köşe bunlar dik açı.

Ö5: (Grup 3'e yönelerek) Peki sizin fikriniz ne?

Grup 3: Hocam okulun duvarlarına da yerleştiririz. O yüzden okul duvarının ölçüleri, bahçenin uzunlukları lazım bize.

Grup 2: Aynen.

Yukarıdaki diyalogdan öğrencilerin durumu etkileyen verileri belirledikleri ve bunları ifade ettikleri görülmektedir. Dolayısıyla A3 yeterliği gözlemlenmiştir.

A4. Durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirleme

Ö5: Peki bu uzunluklardan bahsettiniz. Dün biz bahçeye çıkıp bu uzunlukları nasıl ölçtük? Niye ölçtük her gruptan dinlemek istiyorum.

Grup 3: Hocam yan bahçeyi 9 metre ölçtük. Metremiz yoktu. Adımlarımızla kaç adım diye ölçtük sonra adımımızı tahmin edip 9 metre olur diye tahmin ettik.

Ö5: Peki ne için lazımdı bize yan bahçenin ölçüsü?

Grup 3: Kameranın görüş mesafesini bulmak için hocam. Oraya yerleştirsek kaç metreyi görüyor o bize lazımdı.

Grup 4: Hocam biz 8 metre 61 cm bulduk yan bahçeyi.

Ö5: Her grup kendi deneyimleri ile bulmuştu. Siz nasıl bulmuştunuz?

Grup 4: Biz yerdeki parke taşlarını saydık onları uç kutumuzdaki cetvel gibi bişeyle ölçtük. Ordan bulduk.

Grup 2: Biz kulaçla yaptık hocam. H.yere yatarak kulaç yaptı ya. Kulacını da 1.5 metre diye düşündük. Ordan 10 metre bulduk hocam yaklaşık.

Ö5: Evet peki okula ait tüm ölçüleri nerelerin lazım olduğunu da bana bi grup söylesin o zaman?

Grup 4: Hocam okulun etrafındaki duvarların ölçüleri de lazım bize. Yani okulun etrafındaki tüm duvarların uzunlukları lazım. Duvarlarla okulun duvarları arasındaki mesafeler de lazım.

Yukarıdaki diyalogda gruplar durumu etkileyen anahtar değişkenleri belirlemek adına işlemler yapmış ve bunları da ifade etmişlerdir. Dolayısıyla A4 yeterliği gözlemlenmiştir.

A5. Değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturma

Ö5 gruplardan hesaplamaları gereken kısımları dinledikten sonra okul bahçesine ait görselleri tüm gruplara dağıtmıştır.

Şekil 79. *"Okulumuzu İzliyoruz" Etkinliğinde Yer Alan Okula Ve Bahçesine Ait Görseller*



Okula ait bu görsellerle birlikte gruplara birer tane de cetvel dağıtan Ö5, bahçe ölçülerini hesaplayabilmeleri için onlara zaman vermiştir. Ardından her grup için yaptıkları işlemleri dinlemiştir.

Grup 1: Hocam biz yan bahçe varya şu 2.fotoğraftaki ordaki taşları saydık diğer grup gibi. 29 tane taş var. Bir parke taşının uzunluğu da 20 cm falandır. 580 cm yapar çarpınca. Siz tahmini ölçüler dediniz ya biz orayı 6 metre aldık.

Ö5: Tekrar açıklar mısın 6 metre olarak nereyi hesapladınız?

Grup 1: Hocam şu renkli olan da 1.resim; renksiz olanda 2.resim varya ordaki okul duvarı ile bahçe duvarı arasındaki mesafe hocam.

Ö5: Anladım. Evet diğer gruplardan da yaptıkları bi kaç işlemi dinleyelim.

Grup 3: Hocam biz otobüsle kıyasladık. Okulun ön bahçesini hesapladık. Şimdi hocam otobüs 3.5 cm. Okul duvarı ile bahçe duvarı arası mesafe 11 cm. Otobüsün uzunluğu ne kadar olur 11 metre olur desek o zaman okul bahçesi de yaklaşık 35 metre olur hocam.

Ö5: Evet gayet güzel sizden de okulun ön bahçesinin uzunluğunu öğrendik 35 metre. Evet başka?

Grup 4: Biz de okulun ön tarafı varya hocam ön bahçe duvarı yani onu hesapladık. Şu resim varya hocam (okulun önden görüntüsü olan renkli görsel en son resmi göstererek) burda okulun duvarı 13 cm hocam. Bide okulun yan bahçesi var. Okul duvarı ile yan duvar arası mesafe orası da 1,5 cm hocam. Şimdi o 1,5 cm lik yer 6 metre. Oran-orantı yapınca 1,5 cm 6 metre ise 13 cm kaç metre diye. Ordan 52 metre çıkar hocam.

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde grupların oran-orantı kullanarak ilişkiler kurduğu görülmektedir. Dolayısıyla A5 yeterliği gözlemlenmiştir.

A6. Problemi çözmek için uygun ve ulaşılabilir bilgileri belirleme

Problem durumunda verilen bilgiler kameraların özellikleri ve fiyatları ile ilgilidir. Ancak okul bahçesine ait bilgilerin tamamı öğrenciler tarafından belirlenmiştir. Çözüm için uygun ve ulaşılabilir olan bu bilgiler öğrenciler tarafından tespit edilmiştir. Dolayısıyla A6 yeterliği gözlemlenmiştir.

A7. Problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme

Grup 3: Hocam okul duvarlarının yükseklikleri bide bahçe duvarlarının yükseklikleri lazım bide.

Grup 4: Hayır lazım değil. Ne kadar yüksekten koyduğun önemli değil. Görüş açısı ve bahçenin ölçüleri yeterli. Bize kamera özelliklerinde bişe dememiş ki şu kadar yükseklikten görür mesela diye.

…

Grup 4: Hocam şimdi bahçe kapısının yanı (sağını kastederek) 52 metre bulduk. Bide diğer tarafı var kapının bide kapının ölçüsü lazım. Bunları bu resimlerden göremiyoruz. Nasıl hesaplıycaz?

Ö5: Evet haklısınız. Ben de sizlerin fark etmesini bekliyordum. Bunların ölçülerini ben size vericem çünkü uygun açıdan resim çekemedim maalesef.

Yukarıdaki diyalogda grupların problemi çözmek için oluşturduğu verilerde ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt edebildikleri görülmektedir. Dolayısıyla A7 yeterliği gözlemlenmiştir.

B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde, öğretmenlerin gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

B1. İlgili nitelik/nicelikleri matematiksel olarak ifade etme

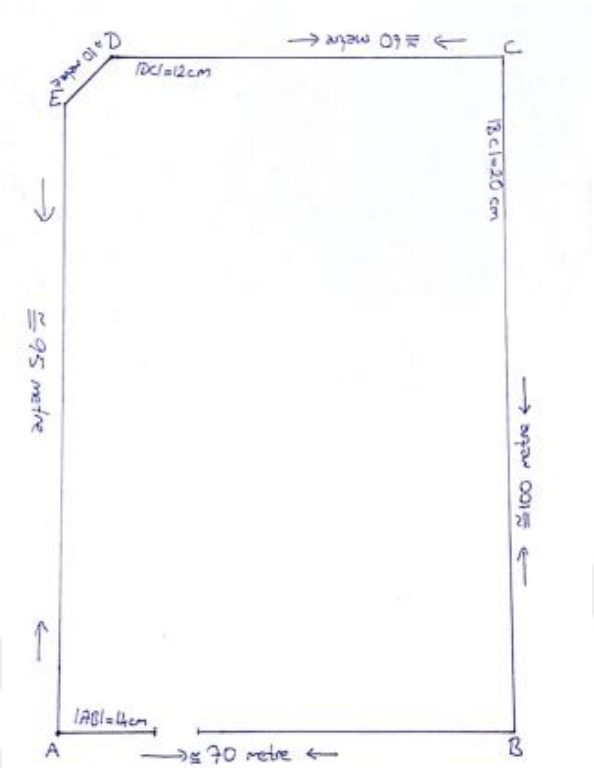
Grupların her biri bahçe ölçülerini belirlemek için kendi yaptıkları işlemleri anlatmışlardır. Yerdeki parke taşlarını sayma, otobüsün ölçüsü ile kıyaslama gibi durumları oran-orantı kullanarak matematiksel olarak ifade etmişlerdir (A5 yeterliğinde olduğu gibi). Dolayısıyla B1 yeterliği gözlemlenmiştir.

B2. İlgili nitelik/ nicelikler arasındaki ilişkileri matematikselleştirme

Ö5: Şimdi bulduğumuz bütün ölçüleri bi kroki yaparak görselleştirelim. Sonra kameralarla ilgili yaptığınız işlemleri konuşalım.

Okul bahçesine ait daha önceden bir taslak hazırlayan öğretmen, öğrencilerin bulduğu cevapları da ekleyerek tüm öğrencilerine dağıtmış ve okulu konumlandırıp, kameralara uygun konumları belirlemelerini istemiştir.

Şekil 80. *"Okulumuzu İzliyoruz" Etkinliğinde Çözüm İçin Oluşturulan Okul Bahçesine Ait Taslak*



Ö5: Evet arkadaşlar bu verdiğim okul bahçesine ait taslak üzerine önce okulu yerleştirin. Sonra da kameraları yerleştirin bakalım.

Grup 4: Yan bahçelerin ölçülerini bulmuştuk. Bi taraftan 6 metre diğer taraftan 4 metreydi hocam. Ön bahçe 36 metreydi. Arka bahçe de 7 metre. Buna göre çizdik.

Ö5: Evet gayet güzel. O zaman kameralar için bi tartışın grup olarak.

…

Grup 1: Hocam açıölçer lazım.

Ö5: Ne için?

Grup 1: Hocam mesela A köşesi 90 derece. Oraya bütün kameralardan yerleştirilebilir ama bi bakalım ki o açı ile nereleri görebiliriz diye.

Ö5: Çok güzel gerçekten aferin size.

(Ö5 her gruba açıölçer dağıtıp kameraları tespit etmeleri için öğrencilerine zaman verdi. Ders arası oluştu ve sonraki ders öğrenciler kameralarla ilgili yaptıkları işlemleri anlattılar.)

Grup 4: Hocam A köşesine biz 7 tane 13 derecelik açı ile görüş yapan kameradan koyduk. Hem 40 metreye kadar görüyolar ya okul bahçesinin önü de 36 metre ya bu en iyisi diye düşündük. 13x7=91 ediyo A köşesi de 90 derece duruyo. Orayı hallettik. Ortadaki görüş için de B köşesine de 17 derecelikten koyduk hocam 5 tane sığıyo ama biz kalan 5 derecelik açı için de 13 derecelik bi tane kamera koyduk. 98 derece oldu ama okulun dışını da görelim bişe olmaz.

Ö5: Peki A ve B köşelerine koyduğunuz kameralar yan bahçeleri de görüyo mu?

Grup 4: Bi kısmını hocam. O yüzden araya bi yere daha koymamız lazım kamera ki yanları da görelim. Ya da okul duvarına da olur.

Bu şekilde tüm gruplar yaptıkları işlemleri öğretmene ve diğer arkadaşlarına ifade etmiş ve kameraların sayısı ve maliyetini hesaplamışlardır. Dolayısıyla B2 yeterliği gözlemlenmiştir.

B3. Gerektiğinde ilgili niceliklerin sayısını azaltma ve nicelikleri sadeleştirme

Problem durumunda maliyet hesabı istendiğinden ve okul müdürüne teklif sunulacağından öğrenciler maksimum görüş için minimum maliyeti hesaplamaya çalışmışlardır. Bu sebeple kamera seçiminde olabildiğince az kamera seçmeye gayret etmişlerdir. Dolayısıyla B3 yeterliği gözlemlenmiştir.

B4. Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme

Problem durumu ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltmaya ve ilişkileri sadeleştirmeye uygun olmadığından bu yeterlik gözlemlenememiştir.

B5. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme

Öğretmenin öğrencilerden aldığı bilgilerle okul bahçesine ait kroki oluşturması (Şekil 82), öğrencilerin söylediklerini tahtaya not etmesi ve diğer gruplardan da not alınmasını istemesi öğrencilerin verileri toplu olarak görmesini kolaylaştırmıştır. Uygun matematiksel gösterimleri (oran-orantı kullanımı, açıölçer kullanımı, kroki oluşturulması) seçip görsel olarak öğrenciye sunmasından dolayı B5 yeterliği gözlemlenmiştir.

Şekil 81. *Öğretmenin Öğrenci Yanıtlarını Tahtaya Not Etmesine Ait Bir Görsel*



C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

C1. Buluşsal stratejiler kullanma

Grup çalışması şeklinde çözümü gerçekleştirilen etkinlikte, Ö5 rehber rolü üstlenmiş ve sonuca öğrencilerinin ulaşmasını beklemiştir. Gruplar arasında sürekli dolaşarak süreci yakından takip edip sürekli diyalog halinde olmuştur. Buluşsal stratejiler uygulayan Ö5 için C1 yeterliği gözlemlenmiştir.

C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma

Öğrencilerin bahçeye ait ölçüleri hesaplarken parke taşlarını veya adımlarını saymaları ardından tahmini bir uzunluk ile çarparak bahçe ölçüsünü bulmaları yaparak-yaşayarak elde ettikleri bir deneyimdi. Ardından öğretmenin bahçeye ait fotoğraflar vermesi ve öğrencilerin oran-orantı kullanarak bahçe ölçülerini bulması; açıölçer ile kamera sayılarını ve görüş mesafelerini belirlemesi problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullandıklarını göstermektedir. Dolayısıyla C2 yeterliği gözlemlenmiştir.

D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği

Bu kısımda 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, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama

Grup 3: Hocam bu kadar çok kamera kullanmak yerine tümsek ayna kullansak olmaz mı? Hem daha ucuza mal olur.

Ö5: Biraz anlatır mısın nereye koyalım tümsek aynayı?

Grup 3: Hocam geçen yıl fen dersinde öğrenmiştik güvenlik kameralarında tümsek ayna kullanılırmış daha geniş açı ile görüş için. Bide kavşaklarda falan

kör nokta olmaması için tümsek ayna konulurmuş. Biz de kamera yerine tümsek ayna koysak olmaz mı daha ucuz olur.

Ö5: (Tüm sınıfa) Sizce olur mu arkadaşlar?

Grup 4: Ama bak sorunun tepesinde yazıyo ki yönetmelik böyle. Yani kamera olması lazım.

Yukarıdaki diyalog göz önünde bulundurulduğunda grupların matematiksel durumları matematik dışı bağlamlarda yorumladıkları görülmektedir. Dolayısıyla D1 yeterliği gözlemlenmiştir.

D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme

"Okulumuz izleniyor" uygulandığı okula ait özel bir problem durumunu yansıtan bir etkinliktir. Problemin çözümünde gruplar bahçede kamera yerleştirilmesi gereken bölgeleri tespit etmiş, kamera sayılarına karar vermiş ve bütçe hesaplaması yapmışlardır. Çözümün tamamlanması, okul idaresine verilecek bilgiyi kapsadığı için de çözümlere ait genellemeye gidilmemiştir. Dolayısıyla D2 yeterliği gözlemlenememiştir.

E. Çözümü doğrulama yeterliği

Bu kısımda 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 faklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme* yeterlikleridir. Bu doğrultuda, etkinlik uygulama sürecinde öğretmenlerin çözümü doğrulama yeterlikleri, bu alt yeterliklere bağlı olarak gözlemlenmiştir.

E1. Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma

Grupların çözümlerinin dinlenmesinin ardından sınıfta tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Ö5: Arkadaşlar tüm grupların hesapladığı maliyeti öğrendik. Şimdi size şunu sormak istiyorum Grup 1, siz 3200 lira maliyet çıkardınız ama Grup 2, 2800 lira. Ben daha az maliyet varken neden sizin teklifinizi kabul edeyim? Yani beni müdür olarak düşünün ve ikna edin.

Grup 1: Hocam bizim kameralarla kör nokta yok. Bu şekilde tüm bahçeyi görme imkanınız var. Hem biz onlar gibi bi köşeye 1 kamera koymadık. 2 koyduk 3 koyduk değişik sayılarla her yeri görme garantiniz var bizim ki ile.

Grup 2: Bizde de kör nokta yok. Çizdik teker teker tüm görüş yerlerini hocam. Onlar masrafçıdır hocam. Bizim teklifimiz değerlendirin.

Ö5: Peki sizler 2000 lerden 3000 lerden bahsederken Grup 4, 30 bin dedi. Neden arada bu kadar fark oluştu?

Grup 4: Hocam biz bi köşeye 13 derecelik olandan A köşesine yani 7 tane yerleştirdik. B köşesine 17 derecelikten 5 tane; c köşesine 2 tane 13 derecelik 1 tane 45 derecelik 1 tane de 17 derecelik yerleştirdik. D köşesine de 2 tane 17 derecelik, 2 tane 45 derecelik. Hepsini hesap edince 31 bin yapıyor. Bence o arkadaşlar kör nokta yok diyor ama açıölçerle görüş mesafesini tam ölçemediler hocam. Biz tek tek çizdik. Onların para ile 4 tane kamera alınır onlar da 4 köşeye konur. Bahçenin yarısı bile görülmez.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi bulunan çözümler üzerine yansımalar yapılmıştır. Dolayısıyla E1 yeterliği gözlemlenmiştir.

E2. Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma

Grup 4'ün diğer grupların çözümlerinden çok farklı bir sonuca ulaşmasının ardından tüm çözümlere yönelik eleştirel kontroller yapılmıştır. Şöyle ki diğer üç grubunun cevaplarının 2500-3500 lira arasında olmasına karşın Grup 4'ün 31000 ücret oluşturması tüm çözümlerin yeniden gözden geçirilmesine sebep olmuştur. Açıölçerlerle tekrardan görüş mesafesi oluşturan Grup1, Grup 2 ve Grup 3 her köşeye 1 ya da 2 kamera olmasının yetersiz olduğunu gözlemlemiştir. Yapılan eleştirel kontrollerin ardından tüm gruplar yeni çözümler oluşturmuş ve bulunan cevaplar 28000-32000 arasında olmuştur. Dolayısıyla E2 yeterliği gözlemlenmiştir.

E3. Çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme

Gruplar arası çözümlerde tutarsızlık durumu oluşmuş ve buna bağlı olarak süreç yeniden gözden geçirilmiştir (Bknz E2 yeterliği). Dolayısıyla E3 yeterliği gözlemlenmiştir.

E4. Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme

Etkinlik çözüm sürecinin tamamlanmasının ardından öğretmen öğrencilerine bir gün önce bahçeye çıkıp yaptıkları ölçüm tahminlerini hatırlatmıştır.

Ö5: Arkadaşlar hepinize teşekkür ederim. Güzel bir çalışma oldu. Şimdi size şunu sormak istiyorum. Dün bahçeye çıkmıştık hani bahçe ölçüleri üzerine tahminler yapmıştık. Herkes kendine bir yol belirlemiş ve buna bağlı olarak tahminler söylemişti. Ben de size yarın ki etkinlikle ilgili bu tahminleriniz demiştim. Sizin aklınıza neler gelmişti etkinlik ile ilgili? Neler düşünmüştünüz.

B: Hocam ben kamera ile ilgili bi soru çözeceğimizi hiç tahmin etmemiştim. Hatta böyle tahminler falan olunca da çok da merak etmiştim.

A: Aynen hocam ben de çok merak etmiştim soruyu. Hatta ben dedim hoca bize halı saha verip ölçülerini sorabilir. Evde gidip sahaların ölçülerine baktım bile. Ama tutmadı.

E: Ölçüm yapmak, tahmin etmek, tahminimizin tutması bizi çok heyecanlandırdı hocam. Yani dün bahçe için söylüyorum. Etkinlik olarak da ben dedim sınıftaki camların ya da duvarların ölçüleri olur ama çok başka bişe çıktı.

H: Hocam dönen kameralardan düşünseydik her köşeye bir kamera yerleştirirdik daha uygun olurdu. Dönünce ne kadar yeri görüyo onu da bulurduk.

E: Bide hocam köşelere çok kamera koyduk ya artık bi bozulsa ne kadarlık kısmı göremeyiz diye de sorabiliriz soruyu artık.

Yukarıdaki diyalogda görüldüğü gibi problem üzerine konuşmalar yapılmış ve farklı yollar düşünülmüştür. Dolayısıyla E4 yeterliği gözlemlenmiştir.

Tablo 23. *Ö5 Kodlu Öğretmenin Ders İçi Yeterlik Gözlem Bulguları*

Yeterlikler	Alt Yeterlikler	Gözlem sonuçları		
		Var	Kısmen	Yok
Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	A1	✓		
	A2	✓		
	A3	✓		
	A4	✓		
	A5	✓		
	A6	✓		
	A7	✓		
Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	B1	✓		
	B2	✓		
	B3	✓		
	B4			✓
	B5	✓		
Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	C1	✓		
	C2	✓		
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	D1	✓		
	D2			✓
Çözümü doğrulama yeterliği	E1	✓		
	E2	✓		
	E3	✓		
	E4	✓		

Öğretmenlerin Etkinlik Uygulama Sürecini Değerlendirmelerine Ait Bulgular

Öğretmenlerin kendi oluşturdukları etkinlikleri sınıf ortamında uygulamalarının ardından kendileri ile birebir görüşmeler yapılmış ve etkinlik uygulama sürecini değerlendirmeleri istenmiştir. Yarı-yapılandırılmış görüşme formuna bağlı olarak ders içi uygulamadan 1 hafta sonra yüz yüze görüşmeler yapılmış ve her öğretmene ait diyalogların, çok uzun süreli olmadığı için, tamamı sırayla verilmiştir.

- **Ö1 kodlu öğretmene ait görüşme bulguları**

Araştırmacı: Etkinlik uygulama sürecini genel olarak değerlendirir misiniz?

Ö1: Ben öğrencilerime etkinliği bir gün önceden verip evde düşünmelerini istemiştim. Bunu iyi ki böyle yapmışım diyorum. Çünkü araştırıp gelmişlerdi. İşlemler öğrencilerimin yapabileceği düzeydeydi. Süreçte öğrencilerimin ön bilgileri tam olduğu için güzel ve keyifli bir şekilde ilerledi. Durumu analiz edebildiler, yorumlayabildiler, ara ara tahminlerde bulundular. Güzeldi. Benim için de keyifli geçti. Çünkü çocuklardan dönüt alabildiğim için, onları duyabildiğim için, istediğim şeyi alabildiğim için keyifliydi.

Araştırmacı: Peki öğrenci açısından bakacak olursanız hocam neler söyleyebilirsiniz?

Ö1: Onlarda dersten sonra çok keyif aldıklarını zaten söylediler. Ayrıca sürece dahil olabilmeleri, yani soruyu anlamlandırıp çözümler getirdikleri için kendilerini değerli hissettiklerini düşünüyorum. Yapabildikleri için de öz güven kazandılar. Sonraki derslerde görmeliydiniz. Daha aktif daha konuşkanlardı. Bide şu var öğrencilerim bu etkinliğin akademik bi çalışmaya bağlı olduğunu biliyolardı ve yapamayacaklarına dair bi endişeleri vardı. Ama sonra yapamayacakları bişe olmadığını gördüler. Problem de günlük hayattan bildiği bişeydi çocukların. Herkesin bi kulak aşinalığı vardı, yorum yapabiliyolardı. Matematik dersine ilgi duymayan öğrenciler dahi yorumlar getirdiler etkinliğe.

Araştırmacı: Bide sizin açınızdan değerlendirecek olursanız neler söyleyebilirsiniz?

Ö1: Aslında güzel oldu. Modellemeye karşı ön yargılıydım. Sevmiyodum. Çünkü okulun verdiği o standart düşünmeyi kazanmıştık biz. Mesela geometri sorusu çözerken kesinlikle şekli dikkate almayın, soruya odaklanın derlerdi. Bunun bizde yarattığı alışkanlığı aşabildim. Mesela bi resmin üzerinde cetvelle ölçüp yorum yapmak, tahmin etmek bence çok hoştu yani. Farklıydı. Farklı düşünmeye itti. Güzeldi. Daha ne söyleyebiliriz. Matematiğin böyle daha işlevsel, günlük hayatta nasıl kullanılabileceğini gördüm. Uygularken çok keyif aldım. Öğrencilerim keyif aldığı için, yorumlar getirdiği için daha da çok keyif aldım. Bunları söyleyebilirim.

Araştırmacı: Peki uygulamadan sonra, yeniden etkinliği hazırlasaydım "şöyle yapardım" dediğiniz veya yeniden etkinliği uygulasaydım "şöyle uygulardım dediğiniz" bir durum oluştu mu?

Ö1: Etkinlikle ilgili oluşmadı. Çünkü bence amacına uygun ve güzel bir etkinlik ortaya çıktı. Ama uygulamadan sonra derse çekemediğim 3 öğrencim olduğu için üzüldüm açıkçası. Onlar bir gün önceden verdiğim etkinliği dahi evde unutmuş getirmemişlerdi. O yüzden dersten de kopuk oldular. Keşke o an onlara yenisini verseydim diye sonradan üzüldüm. Ama ona rağmen yemek menüleri hakkında matematiksel olmasa da günlük hayat bilgilerinden yola çıkarak bişeler söylediler.

- **Ö2 kodlu öğretmene ait görüşme bulguları**

Araştırmacı: Etkinlik uygulama sürecini genel olarak değerlendirir misiniz?

Ö2: Şöyle başlıyım hocam. Etkinliğe ait bir ön uygulama ya da pilot diyeyim uygulamadığım için süre problemi yaşar mıyım diye endişelendim. Ama uygulama, çocukların tek tek cevaplarını alma, değerlendirme, çocukların

değerlendirmesi derken 2 ders saati tam oldu. Yani zaman sorunu yaşamadık. Bide ikili soru çözümleri genel olarak da çok kullanıyorum öğrencilerimle. Matematiksel modelleme etkinliğinde de ikili çalışma yaptılar ve alışkın oldukları için de uygulanabilirlik sorunu olmadı. Bide okulumuzun fiziksel şartları çok iyi olmadığı için her yerde kolon olduğu için sınıf düzenini bozamıyoruz grup sayısını artırmak için yani. Bide orası bi salon sınıf değil çünkü. Yani sırf bu yüzden ikili gruplar yaptım. En iyi olabilecek buydu çünkü. Normalde de böyle yapıyoruz rehberliği de iyi oluyo bu düzende. Normalde bide süre veriyorum 2 dakika süre veriyorum mesela çözüm için. Ama bu etkinlik öyle değildi düşünmeleri gerekti.

Araştırmacı: Peki öğrenci açısından bakacak olursanız hocam neler söyleyebilirsiniz?

Ö2:Şöyle bizim çocuklara bakteriler, yoğurt mayalama, hayvanlar deyince zaten çoğu da hayvanları çok seviyo. Bide bölgedeki çocuklar için hayvanlar çok önemli. Sabah gelip kardeşim doğdu diyo mademse danayı kastettiklerini duyunca çok gülmüştüm. Bu anlamda soru hayvanlardan bulaşan bi hastalık olduğu için onların çok ilgisini çekti. Kendi gerçek dünyalarıyla ilgiliydi çünkü. Bi probleme çözüm olmaya çalıştılar Berna'yı hastalıktan kurtarmaya çalıştılar. Yani senaryoyu yaşadılar tamamen soruya girdiler. Önemli bir şey yaptıklarını hissettiler. Sanırım bizim çocukları en çok cezbeden taraf da bu oldu. Bir kendi yaşamlarından bir olay olması, kendi yaşadıkları ortamdan olması diğeri de kendilerinin çözüm üretmesi oldu. Mesela S.çok aktif bir çocuk değildir. Etkinlik uyguladığımız gün beni çok şaşırttı mesela. Çok aktifti ve gerçekten doğru yaklaştı soruya. Ama benim kendi sınıfımdı bu sınıf. Kitap okumalarını da ben takip ediyorum. S.çok kitap okur. Sonradan bunu düşününce dedim ki S.çok kitap okuduğu için bu etkinliği de hemen kavradı, olayı anladı ve senaryonun var olması onun dikkatini çekti. Yani sadece 2 üzeri 1, 2 üzeri 2 gibi verip hadi genel terimi bulun deseydim S.aktif olmayacaktı. Yani sınıfın geneli çok aktifti. Beni çok şaşırttı bu durum ve çok da mutlu etti.

Araştırmacı: Bide sizin açınızdan değerlendirecek olursanız neler söyleyebilirsiniz?

Ö2: Ben çok keyif aldım. Herkesin katılımı oldu. Yani bir kişi bile olmadı süreçte pasif kalan. Bu beni çok mutlu etti gerçekten. Şimdi şöyle de bişe var yeni nesil sorular popüler. Bu tarz etkinlikler öğrenciye aşinalık kazandırır. Ama çocuklara belli bi işlem kabiliyeti de kazandırmalıyız. Bu aralar bunları çok düşünüyorum. Milli Eğitim bize kazanım testleri veriyo, ders kitaplarımızda vermemiz gereken sorular var. Bunları çözmezsek insanda ister istemez bi vicdan azabı oluyo çünkü sana verilmiş bi hedef var. Şimdi bunlar elde varken 40 dakikayı hatta daha fazlasını bir probleme ayırmak gözünde insanın büyüyo. 5 saat matematik dersi var haftalık çünkü. Zaman problemi bi gerçek. Ya da bahsetmiştiniz ya amaç ve araç olarak diye. Konuya giriş ve anlatım kısmında belki kullanılabilir. Hani illa da konuyu anlatıp da soru olarak sormak gerekmez. Ama işte sınav sistemi hız, maraton bunları anımsatıyo insana. Ama herşey bi tarafa başarılı olduğumu görüyorum. En pasif öğrencilerim bile derste çok aktiflerdi ve gerçek anlamda soru ile ilgilendiler. Böyle bakınca da sınav başarısının arttırılabileceğine inanıyorum modelleme ile. Çünkü öğrencimin kendine güveni oluştu. Bide şunu gönül rahatlığı ile söyleyebilirim. Bu etkinlikteki başarıdan sonra hep senaryolar kurmaya başladım öğrencilerime. Sorular için olsun, derse girişler olsun. Gerçekten daha çok dikkatlerini çektiğimi farkettim. Bide kendi yaşamları ile ilgili olunca deymeyin öğrencilerimin keyfine. İşte uzunluk ölçü birimlerini anlatıyorum Ama dersin

başında yani problemleştirerek anlatıyorum. Mesela Ali amcanın bi tarlası oluyo ve bizlerden yardım istiyo şeklinde bişeler anlatınca gerçekten etkileniyolar. Hem dikkat çekiyorum hem de derse giriş güzel oluyo. Yani tabiki derse girişte hop diye derse başlamıyoduk ama bu şekilde olunca farkettim ki öğrencim keyif alıyo. Bu anlamda benim için o kadar yararlı oldu ki matematiksel modelleme. Günlük hayattaki matematiği de ben de gördüm çocuklar da gördü.

Araştırmacı: Peki uygulamadan sonra, yeniden etkinliği hazırlasaydım "şöyle yapardım" dediğiniz veya yeniden etkinliği uygulasaydım "şöyle uygulardım dediğiniz" bir durum oluştu mu?

Ö2: Şeyi isterdim herkese tek tek verebileceğim kadar tablet olsa okulda. Artırılmış gerçeklik vardı çünkü etkinliğimde. Herkes istediği kadar incelesin rahatça baksın. Yani teknolojik altyapımız olsun isterdim okul olarak. Ama diğer türlü bişe olmadı.

- **Ö3 kodlu öğretmene ait görüşme bulguları**

Araştırmacı: Etkinlik uygulama sürecini genel olarak değerlendirir misiniz?

Ö3: Hocam ben bu kadar etkili olacağını düşünmemiştim. Sizden sonra günlerce konuştu öğrenciler. Bilgisayar laboratuarında olması, onların kendi verilerini elde etmesi, çözüm de şöyle demek ne kadar doğru bilmiyorum ama bi kalıbın olmaması onları rahatlattı. Çok sıradan aile içi bi konuşma olarak problem durumunu algıladılar, kendilerini o ailenin yerine koydular ve gerçekten hepsi kendi bütçelerine uygun bir tercih oluşturdular. Öğrenci kesimimiz çok zengin değil zaten bu yüzden seçtikleri arabalar olsun, yolluğu evde hazırlayıp yolda yemeler olsun hep kendi hayatlarının örnekleriydi. Ben de bu yüzden çok keyif aldım süreçten. Öğrencilerimi, olaylara bakış açılarını gördüm. Onları daha yakinen tanıdım gibi. Genel olarak değerlendirin demiştiniz. Bence etkili, verimli bir etkinlik oldu. Öğrencilerimin tepkileri de bu yönde.

Araştırmacı: Öğrencilerinizin tepkileri nelerdi hocam? Yani öğrenci açısından bakacak olursanız uygulama süreci için neler söyleyebilirsiniz?

Ö3: Hocam bizim okulumuzun öğrenci profili çok yüksek değil. Özellikle matematik dersi kapsamında daha da düşük denebilir. Matematik derslerinde dersi kaynatmaya çalışan, kendi aralarında konuşup gülüşen öğrenciler o gün pür dikkat soruyla ilgilendiler. Bu bence çok yeterli bir olumlama hocam. Yani etkinlik çok dikkatlerini çekti, tek bir doğru sonucun olmadığını farkettiler. Cevaplarını anlatırken kendilerine güveniyorlardı. Yani normal zamanda söz hakkı verip zorla ağzından laf almaya çalıştığımız öğrenciler, kendilerinden cevaplarını, gerekçelerini anlattılar. Tartışma ortamı oluşturdular. Bence bunlar çok yeterliydi. Ben istediğim ama beklemediğim bir manzara ile karşılaştım.

Araştırmacı: Bide sizin açınızdan değerlendirecek olursanız neler söyleyebilirsiniz?

Ö3: Yani ben çok faydalı olduğunu düşünüyorum. Ben mesela önceden matematiksel modelleme etkinliğinin oluşturulmasının çok zor olduğunu, yapılmasının uygulamasının meşakkatli olduğunu sanıyordum ama etkinliği sınıfta uygulayınca normal matematik sorusunda zorlanan öğrencilerimin keyifle soruyla uğraştıklarını gördüm. Diğer konular için de matematiksel modelleme etkinliği oluşturup uygulayabileceğimi düşünüyorum. Bu sayede öğrencilerimin dikkatini çekebildiğimi gördüm çünkü. Hatta şunu düşündüm sanırım öğrenci

için matematiğin ne işe yaradığını bilmek görmek onu işlevsel kılıyo ya öğrencinin de dikkatini çekiyo. Ben bu süreçte bunu öğrendim diyebilirim. Yani bu derste de bir çok modelleme etkinliği gördük çözdük. Bunları uygularım, gerektiğinde kendim oluştururum. Literatürden bakıp yenilerini bulurum diye de düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki uygulamadan sonra, yeniden etkinliği hazırlasaydım "şöyle yapardım" dediğiniz veya yeniden etkinliği uygulasaydım "şöyle uygulardım dediğiniz" bir durum oluştu mu?

Ö3: Bilgisayar laboratuarındaki bilgisayarlarda öğrenciler internete girip dersi aksatmasınlar diye internet yok. O yüzden hepsi kalkıp ana bilgisayardan sırayla araştırma yaptılar. Keşke hepsinde internet olsaydı da rahatça araştırma yapsalardı. Belki daha farklı şeyler çıkardı ortaya. Ama genel olarak uygulama adına da etkinlik adına da keşke dediğim bişe olmadı.

- **Ö4 kodlu öğretmene ait görüşme bulguları**

Araştırmacı: Etkinlik uygulama sürecini genel olarak değerlendirir misiniz?

Ö4: Hocam ben etkinlikle amacıma ulaştım. Çocuklar grafikleri doğru okudular, güzel okudular. Gruplar arası farklı cevapların olması, otomobil sektörüne olan bu yaşın verdiği hayranlıkla belki seçimleri değişti. Bu da gruplar arası tartışmaları sağladı. Bu da uygulama ortamının verimliliğini artırıyo bence. Hep aynı cevabın çıkması güzel olmazdı. Başka noktalardan olaya yaklaştılar güzel oldu bence.

Araştırmacı: Peki öğrenci açısından bakacak olursanız hocam neler söyleyebilirsiniz?

Ö4: Öğrenci kesinlikle keyif aldı. Çünkü ders sürecinde sıkılacakları bir an olmadı. Önce Ar-Ge ekibi gibi kendilerini hissettiler, sonra tüm fabrikalara ait bütçe çıkardılar ve kendilerince uygun olan fabrikayı bulup mektup yazdılar. Kendilerini önemli hissettiler. Matematiğin günlük hayatta ne işe yaradığını hissettiler, soyutluktan çıkardı bu etkinlik matematiği bence. Bide gruplarda çok başarılı öğrenciler de vardı daha başarısızlar da vardı. Buna rağmen grupta sivrilen olmadı. Biri yazma görevini aldı biri sözcü oldu falan derken ben grupların arasında dolaşırken özellikle dikkat ettim hepsi aktifti. Hani şey gibi düşünülebilir gruplardan hep bi kişi konuştu ya diğerleri bişe yapmadı gibi ama değil. Diğerleri de aktifti. Bu yüzden hepsi aktifti hepsi keyif aldı. Etkinlikte amacına ulaştı.

Araştırmacı: Bide sizin açınızdan değerlendirecek olursanız neler söyleyebilirsiniz?

Ö4: Şöyle gerçekçi yaklaşırsam olaya sürekli uygulayabileceğim bişe değil matematiksel modelleme etkinliği. Çünkü zaman alıcı, ekonomik değil. Mesela sizin dersinizde kullandığınız sanal gerçeklik gözlükleri ya da telefondaki uygulamalar benim çok hoşuma gitmişti. Her haftada bunları yaparken öğrencilerimi hayal ettim bunu onlara uygulasam keşke diye. Ama okulun teknolojik donanımı ne yazık ki video izletmenin ötesine geçmiyor. Buna rağmen ne yapılabilir en azından kağıt üzerindeki etkinlikler belki her konu için olmasa da mümkün olduğunca uygulanabilir. Çünkü ben kalıcılık sağlayacağını düşünüyorum. Kendim için düşüneyim ilk haftalarda yaptığımız bir etkinlikte doğrusal bir denklem oluşturmuştuk regresyon ile. Onun sayesinde son haftaki etkinliğe bakış açısı geliştirdim. Yoksa akıl edemezdim doğrusallık aramayı

mesela. Bunu bi daha da unutmam. Bence bu dersin ikinci dönem devamı olsun ve oturup etkinlik yazalım. Gerçekten sonrada rahatça uygulayalım derslerde. Sınıf içi uygulama da önemli önce yazalım sonra gidip sınıfta uygulayalım. Ben gerçekten tüm süreçten çok keyif aldım. Ders süreci olsun, uygulama olsun yararlı oldu benim için.

Araştırmacı: Peki uygulamadan sonra, yeniden etkinliği hazırlasaydım "şöyle yapardım" dediğiniz veya yeniden etkinliği uygulasaydım "şöyle uygulardım dediğiniz" bir durum oluştu mu?

Ö4: Açıkçası ben teknoloji destekli bişe olsun çok istiyodum. Sizinle derste yaptığımız şu sanal gerçeklik gibi falan. Hatta öğrencilerimi hep hayal ediyodum bu etkinliği onlara gözlükle çözdürsem diye. Ama maalesef okulun da benim de şahsi olarak böyle bi imkanım yoktu. Sizin hediye ettiğiniz gözlüğü düşündüm. O da 20 kişi sınıf 1 gözlük. O da olmazdı. O yüzden etkinliğimde teknoloji olmadı. Ama etkinliğin bu halini beğendim ben. Öğrenciler keyifle çözdükleri için beğendim yani.

- **Ö5 kodlu öğretmene ait görüşme bulguları**

Araştırmacı: Etkinlik uygulama sürecini genel olarak değerlendirir misiniz?

Ö5: Etkinlik uygulama süreci eğlenceli oldu. Ben uygulamadan bir gün önce öğrencileri alıp bahçeye çıkardım. Bahçeyi gezdik uzunlukları tahmin edelim dedim. Hepsi kendince yöntemler oluşturup ölçümler yaptılar. Ayak uzunluğu, adım uzunluğu, el ele tutuşmalar falan derken çok keyifli oldu. Hatta bu şekilde etkinliğe yönelik merak da oldu. Acaba hoca ne soracak diye merak ettiler. O yüzden derse başlar başlamaz da sordular hocam bahçenin nesini sordunuz diye. Uygulama aşaması da keyifliydi. Öğrenciler keyif aldılar, yorum yaptılar, tahmin yaptılar. Başarılı da geçti bence. Zamanı da iyi kullandık.

Araştırmacı: Peki öğrenci açısından bakacak olursanız hocam neler söyleyebilirsiniz?

Ö5: Öğrencileri sizden sonra görmeliydiniz. Hocam hadi yine böyle soru çözelim diyip durdular. Onlar için keyifli ve verimli geçti. Mesela başta olaya yanlış yaklaşanlar vardı. Tartışma ortamı oluşunca kendileri hatalarını farkedip düzelttiler. Doğrudan hayır yanlış demedik ya da diğeri için doğru demedik. Buna rağmen onlar farkettiler durumu ve düzelttiler. Tek bi cevabın daha doğrusu net bi durumun olmayışı onları daha kendilerine güvenli yaptı. Yani özgüvenleri arttı. Günlük hayatta gibi düşünüp olaya çözüm getirdiler. Güzeldi yani.

Araştırmacı: Bide sizin açınızdan değerlendirecek olursanız neler söyleyebilirsiniz?

Ö5: Yani süreç olarak bakarsak kendimi olaya gerçekten ait hissettim. Daha fazla etkinlik oluşturmak isterim çünkü gerçekten literatür olarak da bakınca ihtiyaç var böyle etkinliklere. Özellikle grup çalışmalarının öğrenciler de aynısını söyledi faydalı olduğunu düşünüyorum. Etkinlik oluşturma süreci beni zorladı ne yalan söyliyim ama uygulama aşaması o zorluğu unutturdu. Hatta ilk başladım oluşturmaya dedim ki zorlama şeyler bunlar gerek yok ama uygularken gerekliliğini daha iyi anladım. O yüzden benim için de çocuklar için de faydalı oldu.

Araştırmacı: Peki uygulamadan sonra, yeniden etkinliği hazırlasaydım "şöyle yapardım" dediğiniz veya yeniden etkinliği uygulasaydım "şöyle uygulardım dediğiniz" bir durum oluştu mu?

Ö5: Uygulama için sonradan keşke 1 gün önceden öğrencilere verseydim diye düşündüm. Çünkü okul bahçesinin uzunluklarını belirlemek o anda biraz uzun sürdü. Yani tüm etkinliği değil de okul bahçesinin krokisini çizip uzunluklarını metre kullanmadan tahmin edin diye ödev verebilirdim. Onu yapsam daha iyi olabilirdi.

Yukarıda 5 öğretmenin etkinlik uygulama sürecinin değerlendirilmesine ait yanıtları bulunmaktadır. Yanıtlara genel olarak bakıldığında uygulama sürecinin olumlu olduğu görülmektedir. Tüm öğretmenlerin değerlendirme sürecinde gerek kendileri için gerekse de öğrenciler için "Keyifli" ifadesini kullanması göze çarpmaktadır. Genel olarak derslerde çok aktif olmayan, söz hakkı almayan öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliği uygulama sürecinde daha aktif oldukları, öğretmenler tarafından dile getirilmiştir. Bu anlamda öğrencilerde kendine güven oluştuğu ve sonraki derslerde de öğrencilerde bu aktifliği hissettiklerini belirtmişlerdir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin hem öğrenciler için hem kendileri için keyifli olduğunu, uygulanması gerektiğini belirten öğretmenler; diğer taraftan da uygulama sürecinin zaman alıcı olduğunu dile getirmişlerdir. Ayrıca etkinlik uygulama sürecinde, öğretim sürecinde kullanılan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknolojik destekleri kullanmak istediklerini ancak okul şartlarının yetersiz olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmenlerden sadece Ö2 kodlu öğretmen artırılmış gerçekliği etkinliğinde kullanmış, o da kendi telefonundaki uygulama ile öğrencilerin görmesini sağlamıştır. Ö3 ise etkinliği bilgisayar laboratuarında uygulamış ve öğrencilerin web üzerinden araştırma yaparak kendi verilerini oluşturmasını sağlamıştır. Etkinliği yeniden hazırlama adına yöneltilen soruya öğretmenlerin tamamı gerek duymadıklarını, bu halinin amaca uygun olduğunu belirtmişlerdir. Ancak uygulamanın yeniden yapılması hususunda öğretmenlerin farklı cevapları oluşmuştur. Örneğin Ö5, etkinliğinde yer alan okul bahçesinin ölçülerini belirlemenin zaman alıcı olduğunu uygulama esnasında fark etmiş ve bir gün önceden öğrencilerine ödev olarak vermeyi tercih edeceğini ifade etmiştir.

Etkinlik uygulama sürecine ait yapılan görüşmenin bulguları göz önüne alındığında öğretmenlerin genel olarak olumlu yanıtlar verdiği görülmektedir. Uygulama aşamasının zaman alıcı olması dışında, öğretmenler uygulanması gerekliliği üzerinde durmuşlardır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu bölümde birinci, ikinci ve üçüncü alt probleme yönelik sonuç ve tartışmalara yer verilmiştir. Ayrıca çalışmanın sonuçları ile ilgili benzer çalışmalar yapacak araştırmacı ve uygulayıcılar için önerilerde bulunulmuştur.

"Öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretim sürecindeki matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi nasıldır?" araştırma sorusuna yönelik sonuç ve tartışma

Matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi, oluşturulan öğrenme ortamında çözümü gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri kapsamında tartışılmıştır. Her ne kadar çalışmanın amacı matematiksel modelleme sürecini etkileyen faktörlerin belirlenmesi olmasa da, süreç içinde bazı yeterliklerin öğrenme ortamındaki değişkenlerden etkilendiği görülmüştür. Ayrıca bu kısımda oluşturulan öğrenme ortamında öğretmenlerin modelleme yeterliklerinin incelenmesi amaçlandığından, öğrenme ortamında hangi faktörlerin yeterlikleri ortaya çıkarmaya yardımcı olduğu, hangi faktörlerin yardımcı olmadığının belirlenmesi öğrenme ortamının etkililiğini artırmak açısından önemlidir.

Öğrenme ortamına dahil olan öğretmenlerin, ilk yeterlik olan "Gerçek Problemi Anlama ve Gerçeğe Dayalı Bir Model Oluşturma Yeterliği (A yeterliği)" incelendiğinde ilk karşılaştıkları etkinlik olan Büyük Ayak Problemi etkinliğinde Ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmenlerin sayısının fazla olduğu görülmüştür. Etkinlik sonrası öğretmenlere uygulanan etkinlik değerlendirme formu ile yapılan sınıf tartışmasının ardından, öğretmenlerin birbirlerine ait yanıtları değerlendirmelerinin süreci olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır. Yani sınıf tartışmaları öğretmenlerin etkinlikten beklenen durumları anlamlandırmaları konusunda destek vericidir. Maaß (2006), matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi için sınıf tartışmalarının önemli olduğunun vurgulamıştır. Sonraki Üretim Hatası, Roller Coaster, İzmir Saat Kulesi, Su Deposu ve Mayon Yanardağı etkinliklerinde A1 yeterliği, tüm öğretmenler için oldukça iyi seviyede görülmüştür. Bunun sebebi olarak da ilk hafta gerçekleştirilen çözüm sonrası yapılan sınıf tartışması ve etkinliklere ait verilen yönergeler olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu çalışmada bütüncül bir yaklaşım sergilenmiş ve öğretmenlere matematiksel modelleme yeterlikleri hakkında bilgi verilmeden süreç yönergelerle yaşatılarak yeterlikler kazandırılmaya çalışılmıştır. Buradan anlaşılacağı gibi öğretmenler ilgili yönergelerle karşılaştıklarında A1 yeterliğini sergileyebilmektedir. 5. etkinlik olan ST etkinliğinde Ölçüt 0 hiç bulunmamasına rağmen Ölçüt 1 olarak değerlendirilen öğretmen sayısının Ölçüt 2 olarak değerlendirilen öğretmen sayısından fazla

olduğu görülmmüştür. Bunun sebebinin de etkinliğin matematiksel olarak geometrik dizi ile ilişkilendirilmiş olması ve öğretmenlerin bu yargı ile soruya başlamaları olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar öğretmenlere etkinliğe başlamadan önce sorudaki rivayete dayalı bir video izletilse ve internetten istedikleri araştırmayı yapmaları için fırsat verilmiş olsa da öğretmenlerin çoğu model oluşturma basamağında yetersiz kalmıştır. Aynı durum Obezite Problemi etkinliği için de söz konusudur. Bu da matematiksel modelleme etkinliklerine karşı oluşturulan ön yargının süreci nasıl etkilediğini göstermektedir. Bu ön yargıların süreci etkileme durumları ile ilgili yapılmış çalışmalar da bu sonuçla benzerdir (Busse & Kaiser, 2003; Galbraith & Stillman, 2001; Özturan-Sağırlı, 2010; Taşpınar-Şener, 2017; Urhan & Dost, 2016; Şen-Zeytun, 2013; Yenilmez & Dereli, 2009). Hatta Galbraith ve Stillman (2001), etkinlik içeriğinin olumlu olmasının yanında, olumsuz da olabileceğini ve bu durumun bireyi etkinliği çözmekten uzaklaştırabileceğini ifade etmişlerdir. Bu anlamda Van den Heuvel-Panhuizen (1999), bireylerin kendi bildikleri bağlamlarla ilgili olan problemlerde yani, kendilerini o problem durumunun içinde hayal edebildikleri durumlarda olumsuz sürecin ortadan kalkacağını belirtmektedir. Sanal gerçekliğin kullanıldığı etkinlikler olan Roller Coaster ve İzmir Saat Kulesi etkinliklerinde A yeterliğinin daha üst seviyelerde olduğu görülmüştür. Çünkü sanal gerçeklik bireylere kendilerini durumun içinde hissetme şansı vermektedir. Bu bağlamda öğrenme ortamlarında teknolojik desteklerin varlığının önemli olduğu düşünülmektedir.

Her bir etkinlikte A yeterliği için özel ölçütler belirlenmiş olmasına rağmen; genel anlamda öğretmenlerden beklenen "Problem hakkında verilen ve istenilenleri ifade etmek, süreçte kullanılması olası değişkenleri belirlemek ve çözüm için model (ilk model) oluşturmak" tır. Büyük Ayak Problemi etkinliğinde hem ilk etkinlik olması sebebiyle, hem de etkinliğin sayısal hiçbir veri içermemesi sebebiyle öğretmenler çoğunlukla problem hakkında çok fikir belirtememişlerdir. Sonraki etkinliklerde öğretmenler uygulanan yönergeler sebebiyle artık etkinlikten beklenileni fark etmiş, probleme ait verileri analiz edebilmiş ve belirlenen ölçütlere uygun ifadeler kullanmaya başlamışlardır. Bu ise bütüncül yaklaşımla hazırlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen uygulamanın yeterlik gelişimini olumlu etkilediğini göstermektedir. Yani oluşturulan öğrenme ortamının A yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu düşündürmektedir.

Öğretmenlerin "Gerçek Modelden Bir Matematiksel Model Oluşturma Yeterliği (B yeterliği)" incelendiğinde ilk etkinlik ile ikinci etkinlikten sonra genel olarak, Ölçüt 2 şeklinde değerlendirildiği görülmüştür. ÜH etkinliğinde ise hiçbir öğretmenin beklenilen performansı sergileyemediği görülmüştür. Bunun sebebi olarak da etkinlikte yer alan verilerin bilgisayar

programı ile ortaya konduğu; öğretmenlerin ise bu program hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Sadece Roller Coaster etkinliğinde tüm öğretmenlerin Ölçüt 2 olarak değerlendirilmesi ise dikkat çekmektedir. Bunun gerekçesi olarak da etkinliğin sanal gerçeklik gözlüğü ile desteklenmesi ile Aydın-Güç'ün (2015) ifade ettiği gibi, öğretmenlerin üssel modelleme gerektiren gerçek yaşam bağlamlarının farkına varılmasını sağlamak olduğu düşünülmektedir. Sanal gerçeklik gözlüğü, öğretmenlerin gerçek bağlamı yorumlamasını kolaylaştırmış bu ise A yeterliğinde oluşturulan ilk modelin gerçek dünya algısı ile desteklenip matematiksel model ortaya konulmasına katkı sağlamıştır. Benzer şekilde İSK etkinliğinde de sanal gerçeklik gözlüğü kullanılmış ve sadece bir öğretmen Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiş, diğer dört öğretmen ise Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Sanal gerçeklik ile ilgili yapılan yorumun bu etkinlik için geçerli olduğu düşünülmektedir. Ölçüt 0 olarak değerlendirilen öğretmen için de, kendisi sadece sanal gerçeklik gözlüğünü kullanarak tahminler ortaya koymuş ancak bu tahminlerini matematiksel olarak desteklememiştir. Bunun sebebinin öğretmenin sanal gerçeklik gözlüğünü dikkat çekici bulup yönergeleri duymaması olduğu görülmüştür. Şöyle ki bahsi geçen öğretmen diğer öğretmenlerin cevaplarını dinlemiş ve onların cevaplarını sanal gerçeklik gözlüğünü kullanarak yorumlamaya çalışmıştır. Bu aşamada sadece varsayımlar geliştiren ve tahminler yürüten öğretmen için sanal gerçeklik gözlüğünün dikkat dağınıklığına sebep olduğu ortadadır. Nitekim, Wrzesien ve Raya (2010), Patera, Draper ve Naef (2008), Özdemir (2017) çalışmalarında sanal gerçeklik kullanımının bireylerde öğrenirken dikkat dağınıklığına sebep olduğuna dair bulgular ortaya koymaktadır.

B yeterliğine tüm süreç adına bakıldığında genel bir resim ortaya konulmadığı görülmüştür. İlk iki etkinlik olan Büyük Ayak Problemi ve Üretim Hatası etkinliklerinde Ölçüt 0 ve Ölçüt 1 olarak yapılan değerlendirmelerin çoğunlukta olduğu, sonraki haftalarda azaldığı göze çarpsa da son iki etkinlik olan Obezite Problemi ve Mayon Yanardağı etkinliklerde tekrar arttığı görülmüştü. Obezite Problemi etkinliğinde grup çalışması yapılmış olması aynı grupta yer alan öğretmenlerin birbirlerini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Yıldırım ve Selvi'nin (2018) çalışmalarında grup çalışmasına dair negatif etkiden bahsetmeleri de bu durumu destekler niteliktedir. Obezite Problemi etkinliği için de aynı durumun söz konusu olduğu düşünülmektedir. Mayon Yanardağı etkinliğinde ise bir yanardağa ait 1600'lü yıllardan başlayarak patlama sayısı verilmiş ve son 100 yıla bağlı olarak bir matematiksel model geliştirmeleri istenmiştir. Verilen veri grubunda çok fazla patlama sayısının olması öğretmenleri zorlamış ve son yüzyıla ait verilerle model oluşturmaları gerektiği gözlerinden kaçmıştır. Tüm verileri dikkate alarak model oluşturmaya çalışan öğretmenler model oluşturamamış ve bu durum da değerlendirmelere olumsuz yansımıştır. Yani etkinliğin yapısından kaynaklı olarak bu yeterliğin değerlendirilmesinde

olumsuz yansımalar ortaya çıktığı düşünülmektedir. Zaten Maaß (2006) da bireylerin ifade edilenleri anlamadıklarında model oluşturmada zorluk yaşadıklarını belirtmektedir. Ancak öğretmenlerin bireysel olarak B yeterliğine ait süreç içindeki performans gelişimleri göz önünde bulundurulduğunda Ö1 kodlu öğretmen dışında olumlu bir grafik göze çarpmaktadır. Bu ise oluşturulan öğrenme ortamının B yeterliğinin gelişiminde olumlu etki oluşturduğunu düşündürmektedir.

"Oluşturulan Matematiksel Model ile Matematiksel Problemleri Çözme Yeterliği (C yeterliği)" incelendiğinde süreç ilerledikçe yeterlik ölçütlerinin inişli-çıkışlı bir durum ortaya koyduğu, süreç sonunda ise tüm öğretmenlerin Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği görülmüştür. Genel olarak Ölçüt 0 olarak değerlendirmelerin çok az olduğu, çoğunlukla Ölçüt 1 değerlendirmelerinin yapıldığı göze çarpmaktadır. Özellikle Üretim Hatası ve Su Deposu etkinliklerinde Ölçüt 1 olarak yapılan değerlendirmelerin fazlalığı dikkat çekmektedir. Bir önceki yeterlik olan B yeterliğinde Üretim Hatası etkinliğinde tüm öğretmenler Ölçüt 0 olarak değerlendirilmiştir. Çünkü hiç biri matematiksel bir model ortaya koyamamıştır. Bu yeterlik için Üretim Hatası etkinliğinde kendilerinin model oluşturamaması, dolayısıyla modele ait matematiksel işlemlerin yapılmasını zorlaştırdığını göstermektedir.

Matematikselleştirmenin ön planda olduğu bu yeterlik için öğretmenlerin çözüme ulaşmalarının etkinliğin tamamlanması algısı oluşturduğu düşünülmektedir. Bu sebeple ilk iki haftaki etkinliklerde Ölçüt 0 ile Ölçüt 1 değerlendirmeleri fazla iken sonraki haftalarda verilen yönergelerle Ölçüt 2'lerin artış gösterdiği görülmüştür. Başlangıçta matematikselleştirmenin ön planda olduğu C yeterliğini gerçekleştiremeyen öğretmenlerin öğrenme ortamına katılmaları sonucu söz konusu yeterlikte başarı elde ettikleri Brand (2014), Çakmak-Gürel (2018), Çiltaş (2011), Aydın-Güç (2015), Ji (2012) ve Kertil (2008) tarafından belirlenmiştir. Bunların dışında Biccard ve Wessels (2011) ve Kaiser ve Brand (2015) çalışmalarında bireylerin modelleme konusunda eğitim almış olmalarının, matematiksel problemleri çözme yeterliğine olumlu yansıdığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada oluşturulan öğrenme ortamının C yeterliğinin gelişimine olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir.

Öğretmenlerin "Matematiksel Sonuçları Gerçek Durumlarda Yorumlama Yeterliği (D yeterliği)" incelendiğinde Roller Coaster ve Satranç Tahtası etkinliklerinde Ölçüt 2 olarak değerlendirmelerin çoğunlukta olduğu görülmüştür. İlk etkinlik olan Büyük Ayak Problemi etkinliğinde Ölçüt 0 olarak yapılan değerlendirmelerin fazlalığı ise göze çarpmaktadır. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel bir durum için geliştirdikleri çözümleri genellemeleri beklenen bu yeterlik için, öğretmenlerin genel olarak matematik dışı bağlamlarda yorumlamalar yaptıkları ancak çözümleri genelleme yoluna

gitmedikleri önemli sonuçlar arasındadır. Bu sebeple sürece genel anlamda bakıldığında Ölçüt 1 olarak yapılan değerlendirmelerin fazlalığı göze çarpmaktadır. İlk olarak matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama kriteri göz önünde bulundurulduğunda, öğretmenlerin ilk etkinlikten sonra yönergeye gerek kalmaksızın yorumlamalar yaptığı görülmüştür. Etkinlikler içerisinde sanal gerçekliğin ve artırılmış gerçekliğin kullanıldığı İzmir Saat Kulesi ve Mayon Yanardağı etkinlikleri için öğretmenlerin tamamı gerçek durumlarda yorumlama yeterliğini sergilemişlerdir. Bu ise oluşturulan öğrenme ortamında kullanılan günümüz teknolojisinin öğretmenlere problemi gerçek yaşamla ilişkilendirip yorumlayabilme adına olumlu katkılar sağladığını düşündürtmektedir. Zaten sanal gerçekliğin eğitimde kullanılmasına yönelik avantajları belirleyen Özdemir (2017) , duyusal deneyimler sayesinde matematiksel kavramları öğrencilerin daha iyi yorumlayabildiklerini ve gerçek yaşama uyarlayabildiklerini ortaya koymuştur. Bu etkinliklerde de çözümleri gerçek yaşamda yorumlamanın daha fazla olduğu göz önüne alınırsa, bu etkinin teknolojik desteklerden kaynaklandığı yorumu yapılabilir. Tüm öğretmenlerin Ölçüt 2 olarak değerlendirildiği Satranç Tahtası etkinliğinde ise matematiksel sonuçların gerçek durumla ilişkilendirilmesinin ve çözümün genellemesinin etkinlik kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Özel bir durum için geliştirdikleri çözümleri genellemeleri kapsamında bakıldığında hemen her etkinlikte öğretmenlerin çözümü bulduktan sonra genelleme yapmaya dair bir ifade oluşturmadıkları göze çarpmaktadır. Her çözümün ardından yapılan sınıf tartışmalarında genellemenin öneminden bahsedilmiş ve yönergeler verilmiş olmasına rağmen D yeterliğine ait bu kriter çok fazla gerçekleştirilememiştir. Çiltaş (2015) çalışmasında bireylerin çözüme ulaşmasının sürecin tamamlandığını düşünme algısından kaynaklı olarak genelleme yapmadıklarını ifade etmiştir. Bu çalışmada da benzer durumun söz konusu olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Aydın-Güç (2015) tarafından yapılan çalışmada, matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama alt yeterliğinin (E1) artış gösterdiği tespit edilirken, özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme alt yeterliğinin artış göstermediğini ifade etmiştir. Diğer taraftan Çakmak-Gürel (2018) ise her iki alt yeterliğinin de gerçekleştirilen matematiksel modelleme öğretim sürecinin ardından artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Aydın-Güç (2015) ile benzer; Çakmak-Gürel (2018) ile de farklı sonucun ortaya çıkmasının oluşturulan öğrenme ortamlarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kaiser ve Brand (2015) tasarladıkları öğrenme ortamının önemine değinerek, D yeterliğinde tasarlanan öğrenme ortamının büyük bir farklılık meydana getirdiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada da oluşturulan öğrenme ortamının matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamada olumlu yansıdığı; özel bir durum için geliştirilen çözümleri genellemede ise istenen etkiyi sağlamadığı görülmüştür.

"Çözümü Doğrulama Yeterliği (E yeterliği)" incelendiğinde genel bir resmin ortaya çıkmadığı görülmüştür. İlk defa karşılaştıkları Büyük Ayak Problemi etkinliğinde Ölçüt 2 olarak değerlendirilen öğretmenlerin öğretim süreci sonunda tamamının Ölçüt 0 olarak değerlendirildiği göze çarpmaktadır. Yapılan çözümler üzerine yansımalar yapma ve en uygun modeli belirleme ölçütlerinin göz önüne alındığını bu yeterlikte öğretmenlerin etkinliğin doğasına ve bireysel ve grup çalışmalarındaki aktif katılımlarına bağlı olarak değerlendirmelerinde farklılıklar belirlenmiştir. Öğrenme ortamında gerçekleştirilen sınıf tartışmalarında bulunan tüm çözümler üzerine yansımalar yapılmış ve hemen her etkinlikte yönergeler sıkça kullanılmış olmasına rağmen yeterlik değerlendirmelerinde net bir durum ortaya çıkmamıştır. Bunun sebebi olarak da öğretmenlerin eleştirel değerlendirmeler yapmada yeterli seviyede olmadıkları düşünülmektedir. Çünkü alan yazında matematiksel modellemeye yönelik deneyim oluşturmasına rağmen, bireylerin eleştirel değerlendirmeler yapma konusunda zayıf olduğuna dair sonuçlara rastlanmaktadır (Aydın-Güç, 2015, Ji, 2012; Tekin-Dede & Yılmaz, 2013). Öte yandan alan yazında bireylerin çözümlerinin doğruluğuna inanarak yeniden gözden geçirme ihtiyacı duymadıklarına, problem durumu için çözümlerin doğruluğunu ve hesaplama hatalarını kontrol etmediklerine dair sonuçların yer aldığı çalışmalar oldukça fazladır (Örn., Blum & Ferri, 2009; Blum & Leiß, 2008; Galbraith & Stillman, 2006; Maaß, 2006; Şen-Zeytun, 2013). Bu durumun öğrencilerin çözümleri doğrulama görevinden, öğreticinin sorumlu olduğunu düşünmeleri olduğunu Şen-Zeytun (2013), Blum ve Ferri (2009) çalışmalarında ifade etmektedir. Yani problemin çözümünün doğru ya da yanlış olduğuna dönüt vermesi gereken kişinin eğitmen olduğunun düşüncesi, çözümler üzerine yansımalar yapmayı olumsuz etkilemektedir.

Çözümler üzerine yansımalar yapma yeterliği göz önüne alındığında genel süreçte, oluşturulan öğrenme ortamının olumlu etkisinden bahsedilememektedir. Çünkü genel tabloya bakıldığında son etkinlik olan Mayon Yanardağı etkinliğinde tüm öğretmenlerin Ölçüt 0 olarak değerlendirilmesi, E yeterliği açısından ortamın etkililiğinin olumsuz sonuçlandığını göstermiştir. Bütüncül yaklaşımla oluşturulan bu öğrenme ortamında, öğretmenlere yeterlikler hakkında teorik bilgi verilmemiş, süreçte kullanılan yönergelerle mevcut yeterliğin ortaya çıkması beklenilmiştir. Bu ise öğrenme ortamında kullanılan bu durumun teorik bilgi ile desteklenmesi gerektiğini düşündürtmektedir. Aslında matematiksel modelleme döngüleri hakkında teorik bilgi verilmiş ve modelleme basamaklarından biri olan modelin doğrulanması basamağına bu süreçte vurgu yapılmıştır. Buna rağmen süreç sonunda E yeterliği konusunda beklenen düzeye ulaşılmadığı görülmüştür. Çözüm sürecinde her ne kadar modelleme döngüsü göz önünde bulundurulmuş olsa da E yeterliği ortaya çıkmamıştır. Bu ise Aydın-Güç'ün (2015) E yeterliğine ait E3 alt yeterliğinin ortaya çıkmasında bir modelleme

döngüsünün takip edilmesinin etkili olup olmadığı sorusuna cevap teşkil etmektedir. Sonuç olarak bu durumun ortaya çıkmasında ya oluşturulan öğrenme ortamının ya da modelleme eğitimine modelleme etkinliklerinin yanı sıra beklenen yeterliklere ait teorik bilgilerin yer verilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zaten Huang (2011) da, bireylerin modelleme yeterliklerinin gelişimi karmaşık ve zorlu bir süreç olduğundan tasarlanan öğrenme ortamında daha uzun süreli ve daha fazla modelleme uygulamaları yapılması gerektiğini ifade etmiştir.

Etkinliğin yapısının verilen yönergelerle E yeterliğinin ortaya çıkmasında etkili olduğu da düşünülmektedir. Şöyle ki, Büyük Ayak Problemi, Roller Coaster, Su Deposu ve Satranç Tahtası etkinliklerinde E yeterliği tüm öğretmenlerde ortaya çıkmıştır. Bu etkinliğin yapısının E yeterliğinin ortaya çıkmasında etkili olduğunun göstergesidir denilebilir. Benzer sonuca Aydın-Güç (2015) de ulaşmıştır. Diğer etkinliklerde ise öğretmenler farklı çözüm yollarını düşünmeye yönlendiren yönergelerle, farklı çözüm yollarına yönlendirilmelerine rağmen cevap vermemişlerdir. Bunun sebebinin ise öğretmenlerin sınıf tartışmasında zaten birbirlerinden farklı çözüm yolları ifade etmeleri, model oluşturma sürecinin zor ve uzun süre gerektiren bir süreç olduğu ve kendi buldukları çözümün yeterli olduğuna yönelik düşüncelere sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dowlath (2008) çalışmasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerini çözebilmek adına farklı çözüm yolları olduğunu bilmelerine rağmen, en alışkın oldukları çözümü kullandıklarını ifade etmektedir. Bu çalışmada da öğretmenlerin E yeterliğine oluşturulan öğrenme ortamının net şekilde olumlu katkısı olduğu gözlemlenememiştir. Etkinliğin doğasına bağlı olarak yeterliklerin ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Tüm bu yeterlikler için genel bir sonuç ortaya koymak gerekirse, oluşturulan öğrenme ortamının A, B ve C yeterliklerinin gelişimi için olumlu etki sağladığı; D yeterliğinde çok olmasa da kısmen olumlu etki oluşturduğu ancak E yeterliğinde olumlu etki sağlamadığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak da öğretmenlerin gerek kendi öğrencilik hayatları gerekse de öğretmenlik hayatlarında problem çözme becerilerine sahip olma ve bu beceriye sahip öğrenci yetiştirme kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki, problem çözme becerisinde, problemi anlama, çözüm için plan yapma, çözümü uygulama ve değerlendirme yer almaktadır. Bu sürecin sonunda ise bireyler probleme ait net çözümü bulmakla yetinirler. Ancak matematiksel modelleme süreci, problem çözme sürecinden farklıdır. Matematiksel modelleme sürecinde matematiksel sonuçları gerçek bağlamlarda yorumlama ve doğrulama basamaklarının bulunması, probleme ait çözümün bulunmasının yeterli kalmadığını göstermektedir. Bu sebeple problem çözme basamaklarından farklı olarak çözümün

doğrulanması ve çözüme yönelik yansımalar yapıp farklı çözüm yollarını düşünmeyi gerektiren D ve E yeterliklerinin ortaya çıkmasına olumsuz yansıdığı düşünülmektedir. Öğretmenlerin tüm hayatları boyunca en çok problem çözmeye bağlı olarak tek ve net bir sonuç bulmaya dayalı deneyimlerinden dolayı, yönergelere rağmen bu direncin şaşırtıcı bir durum olmadığı düşünülmektedir.

Öğrenme ortamında sanal gerçeklik kullanılan Roller Coaster ve İzmir Saat Kulesi etkinlikleri, artırılmış gerçeklik kullanılan Mayon Yanardağı ve somut materyal kullanılan Su Deposu etkinliklerine genel olarak bakıldığında özellikle A, B ve C yeterliklerinde Ölçüt 2 değerlendirmelerinin çoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun kullanılan materyallerin olumlu etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sanal gerçeklik bireylere herhangi bir yerde olmayı veya olayı hissettirmeyi sağlayan teknolojik bir destek olduğundan kişilerin A yeterliğinde problem durumunu daha iyi yaşamalarını sağladığı düşünülmektedir. Yaşanılan sanal deneyimler sayesinde problem durumunu içselleştiren öğretmenlerin matematikselleştirme yaparken de bu deneyimlerini yeniden gerçekleştirebilme talepleri, süreci doğru ilerletmelerini sağlamış, bu ise B yeterliğine olumlu yansımıştır. Matematik ilişkilerinin ve süreçlerinin sanal gerçekliğe taşınabilmesinin, analitik anlamayı kolaylaştırdığı ve matematikleştirme adına olumlu sonuçlar ortaya koyduğu Altun ve Gül (2019) tarafından belirlenmiş olup bu çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bunların dışında Satranç Tahtası etkinliğinin çözüm sürecine geçmeden, probleme ait senaryoyu içeren bir videonun izletilmiş olmasının yeterlik gelişimine olumlu yansıdığı da görülmüştür. Zaten matematik eğitimcilerinin çoğu, materyallerin öğrencilerin matematiksel düşüncelerinin gelişiminde etkili olduğunu ifade etmektedir (Kamii, Lewis & Kirkland, 2001). Buna paralel olarak gerek teknolojik materyal gerekse de somut materyal kullanımının yeterlikler üzerinde olumlu sonuçlar doğurduğu, çalışma sonucunda görülmüştür. Bu sebeple oluşturulan öğrenme ortamlarında bu tarz materyallerin kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen matematiksel modelleme eğitimi ile matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi üzerine odaklanılmıştı. Genel olarak bu öğrenme ortamında öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerini etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Etkinliklerin yapısı
- Grup çalışmaları
- Sınıf tartışmaları
- Araştırmacı yönergeleri

- Teknolojik destek
- Somut materyal

Bunların dışında öğretmenlerin okuma-anlama yeterlikleri, ders içi katılım düzeyleri, kendilerinin yapabileceğine olan inançları gibi birçok faktörün matematiksel modelleme yeterliklerini etkiledikleri düşünülmektedir. Bütün bu durumlar göz önüne alındığında matematiksel modelleme yeterliklerinin birçok faktörden etkilenen karmaşık bir yapı olduğu söylenebilir.

"Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecindeki deneyimleri nasıldır?" araştırma sorusuna yönelik sonuç ve tartışma

Bu bölümde öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecindeki deneyimleri, oluşturulan etkinliklerin gelişimlerine yönelik bulgular ve etkinlik hazırlama sürecine yönelik görüşme sonuçları kapsamında tartışılacaktır.

➢ *Oluşturulan etkinliklerin tasarım süreçlerine ait sonuç ve tartışma*

Öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma süreçlerine dair bulgular planlama, etkinliği belirleme, yazma ve kontrol aşamaları göz önünde bulundurularak verilmiştir. Bulgulara genel anlamda bakıldığında plan aşamasında en fazla günlük yaşamda anlamlı senaryo oluşturma kriterini göz önünde bulundurdukları görülmüştür. Zaten Lesh ve Doerr (2003) de matematiksel modelleme sürecinin gerçek yaşamla ilişkili bir etkinlikle başlamasının gerekliliği üzerinde durmaktadır. Bu anlamda öğretmenlerin planlama aşamasında günlük hayatta anlamlı senaryo oluşturma durumları aslında matematiksel modelleme etkinliklerini anlamlandırdıklarını ve modelleme sürecine uygun bir başlangıç planladıklarını göstermektedir. Ayrıca öğrenciler için ilgi çekici senaryo bulma isteği zaten tüm eğitim-öğretim ortamlarının ortak amacı olarak düşünülebilir. Öğrencinin ilgisini çekecek bir etkinlik onun akademik başarısını olumlu etkileyecektir (Kaymak-Özmen & Demir, 2012). Zaten matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanarak yapılan çalışma sonuçları incelendiğinde de genel olarak matematiksel modelleme etkinliklerinin dikkat çekici oldukları ifade edilmiştir (Deniz & Akgün, 2016; Eric, 2010; Işık & Mercan, 2015; Maaß, 2011). Dolayısıyla planlama aşamasında öğretmenler tarafından dikkate alınan bu durum matematiksel modelleme etkinliklerinin doğası ile örtüşmektedir.

Planlama aşamasında teknolojik destek kriterini göz önünde bulunduran sadece bir öğretmen bulunmaktadır. Etkinliğinin çözüm sürecine artırılmış gerçekliği dahil eden bu köy öğretmenine karşın, diğer öğretmenler teknolojik yetersizliklerden kaynaklı olarak dahil edemediklerini ifade etmişlerdir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin, bireylere günlük

yaşam problemleri sunması dikkat çekme adına önemli bir başlangıç olarak düşünülmektedir. Ancak teknolojik desteklerle günlük yaşam deneyimleri yaşatabilmenin daha dikkat çekici olacağı ve bunun da en fazla köy okullarında olması gerektiği düşünülmektedir. Daha önce lunaparka gitmemiş bir öğrenci için sanal gerçeklikle lunapark deneyimi yaşatmak, sadece görsellerle lunaparkı tanıtmaktan daha dikkat çekici olacaktır. Bu sayede de öğrenci için problem daha anlamlı bir hal alacaktır. Bu sebeple teknolojik desteğin matematiksel modelleme etkinliğine dahil edilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Zaten etkili öğrenmenin sağlanabilmesinin iki önemli unsuru vardır. Bunlardan birincisi doğru seçilmiş bir teknolojik araç (Oldknow & Taylor, 2003); ikincisi ise bu aracı etkili kullanabilen bir öğretmendir (Mishra & Koehler, 2006). Bu iki önemli unsurun birbiri ile uyum içerisinde olması gerekmektedir. Bu uyumun sağlanmasının etkenlerinden biri de öğretmenin teknolojiyi kabul durumudur. Bu çalışmada beş öğretmenden ikisi şehir merkezinde; ikisi ilçe merkezinde; biri ise köy okulunda çalışmaktadır. Sadece köy okulunda çalışan Ö2 kodlu öğretmenin oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliğine teknolojik destek katması, aslında onun teknolojiyi kabul durumu ile ilgili olduğunu göstermektedir. Ayrıca Baki, Yalçınkaya, Özpınar ve Uzun'a (2009) göre; öğretmenler teknoloji destekli öğretim kavramını daha özel anlamda teknolojik araç olarak değerlendirmektedirler. Örneğin, asetatı yansıtma, sunum hazırlama, soruları bilgisayarda hazırlama ve projeksiyonla yansıtma gibi durumları teknoloji kullanma yeterliği olarak görmektedirler. Bu çalışmada da ilçe okullarının birinde görev yapan Ö3 kodlu öğretmen, öğrencileri ile bilgisayar laboratuarında etkinlik çözüm sürecini gerçekleştirmiş ve öğrencilerinin veri grubu oluşturması aşamasında internetten yararlanabileceklerini ifade etmiştir. Bu durumu öğretmen her ne kadar teknolojik destek olarak ifade etse de aslında eğitimde amaçlanan teknolojik yapı bu demek değildir. Bu anlamda öğretmenlere, okullarına ait teknolojik alt yapının yanı sıra Davis'in (1989) geliştirdiği TAM (Technology Acceptance Model) modeline uygun eğitim verilerek, teknoloji destekli eğitim ortamının oluşturulmasına fırsat verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Plan aşamasında alan yazın taraması yapma kriterini bir öğretmen belirtmiş ve bu sayede hem alan yazında mevcut olan etkinlikleri görme hem de onlardan farklı etkinlik geliştirme imkanı olduğunu ifade etmiştir. Oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliğinin özgün olması için alan yazın taraması yaptığını belirten öğretmenin bu durumu Şengil-Akar (2017) çalışması ile benzerlik göstermektedir. Bahsi geçen çalışmada da öğrencilerin oluşturduğu matematiksel modellerin özgünlük düzeylerinin tespiti yapılmış ve ön çalışmada alan yazın incelemesi gerçekleştirilmiştir. Yani alan yazın taramasının, öğretmenin amacına uygun bir yaklaşım olmakla beraber plan aşamasında da bulunması gerektiği düşünülmektedir. Bunların dışında çevresel gözlem ve kazanımlara uygun olma kriterleri de

plan aşamasında yer almaktadır. Çevresel gözlem yapma aslında gerçek yaşam problem tespiti için önemlidir. Zaten çevresel izleme (gözlem, değerlendirme ve çevre durumunun tahmini) matematiksel modellemenin önemli bir yönüdür (Bereshko, 2006). Çevresel sorunların tespiti ve matematiksel dünyadaki çözümü için, çevresel gözlem gerek arz etmektedir. Bu sebeple plan aşamasına sadece bir öğretmenin değil, tamamının dahil etmesi daha olumlu bir sonuç olarak ifade edilebilir. Kazanımlara uygun etkinlik oluşturma ise Chinnappan (2010), Blomhoj ve Jensen (2007), Stillman'ın (2012) çalışmalarının sonuçları ile uyumludur. Bahsi geçen çalışmalarda da matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik dersi kazanımları ile uyumlu olması gerekliliğinden söz edilmektedir. Bu sebeple plan aşamasında kazanımlarla uyumlu olma kriterinin göz önünde bulundurulmasının olumlu olduğu düşünülmektedir.

Etkinlikle ilgili kriterler ele alındığında en fazla göz önünde bulundurulan kriterin gerçek yaşamla ilişkili olma ve öğrenci seviyesine uygunluk olduğu görülmüştür. Aslında Lesh vd. (2000) ifade ettiği matematiksel modelleme prensipleri ele alındığında bahsi geçen kriterlerin bu prensipler içerisinde yer aldığı görülmektedir. Gerçek yaşamla ilişkili olma gerçeklik prensibi; öğrenci düzeyine uygunluk ise öz değerlendirme prensibi içerisinde yer almaktadır. Öğretmenlerin tamamı zaten kontrol aşamasında matematiksel modelleme prensiplerini göz önünde bulundurduklarını ifade etmişlerdir. Buna rağmen etkinlikle ilgili kriterlerde prensiplere ait durumları yeniden ifade ettikleri görülmektedir. Bunların dışında bazı kriterlerin öğretmenlerce hangi aşamada ele alındığı farklılık göstermektedir. Örneğin, bazı öğretmenler kazanımlara uygun etkinlik oluşturma kriterini planlama aşamasında, bazıları etkinlikle ilgili kriterler aşamasında, bazıları ise yazım aşamasında ele almıştır. Ancak kazanımları ele almanın plan aşamasında olmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Çünkü plan aşamasında etkinliğin hangi kazanıma yönelik hazırlanacağına karar verilmesinin sürece daha olumlu yansıyacağı düşünülmektedir. Zaten etkinlik hazırlamanın, matematik öğretim programında yer alan amaç ve kazanımlar doğrultusunda olması gerekliliğine yönelik birçok çalışma alan yazında yer almaktadır (Ainley vd., 2006; Baki & Hacısalihoğlu-Karadeniz, 2013; Koç, 2006; MacGrekor, 2004; Özmantar & Bingölbali, 2010; Smith & Stein, 1998; Stein & Smith, 1998; Stylianides & Stylianides, 2008; Toptaş, 2008; Toptaş, 2009). Bu ise matematiksel modelleme etkinliği tasarlama sürecinde kazanımların göz önünde bulundurulması kriterinin plan aşamasında olmasının gerekliliğini yansıtmaktadır.

Yazım aşamalarında "değişkenlere karar verme ve modeli geliştirme" kriterlerinin öğretmenler tarafından daha fazla ifade edildiği görülmüştür. Bununla beraber matematiksel modelleme döngüsüne uygun olma hem etkinlikle ilgili kriterler aşamasında hem de kontrol

aşamasında kriter olarak belirlenmiştir. Ancak değişkenlere karar verme ve modeli geliştirme kriterlerinin aslında matematiksel modelleme döngüsü basamaklarına ait olduğu öğretmenler tarafından fark edilmemiş ve ayrı kriter şeklinde tasarım sürecine dahil edilmiştir. Üstelik aynı öğretmen tarafından farklı aşamalarda kriter olarak matematiksel modelleme döngüsü basamakları ele alınmıştır. Ayrıca konu seçimi kriterinin yazım aşamalarında ele alınması etkinlik oluşturma süreci için geç kalınmış bir kriter olarak düşünülmektedir. Yani, konu seçimini öğretmenlerin plan aşamasında ele almasının daha uygun olacağına karar verilmiştir. Çünkü plan aşamasında öğretmenler zaten günlük hayatta anlamlı ve öğrenciler için dikkat çekici senaryo oluşturma kriterlerini ifade etmişlerdi. Dolayısıyla doğrudan konu seçimi olarak belirtmeseler de aslında bu kriterlere paralel olarak konu seçimini yapmış oldukları düşünülmektedir. Bunların dışında yazım aşamasında, "karmaşık olmayan yazım dili kullanma, gerekli görselleri temin etme, senaryoyu yazma ve piyasa veya çevre araştırması" yapma kriterlerinin yazım aşamasına uygun kriterler olduğu ve bu aşamada olması gerektiği düşünülmektedir. Zaten alan yazında da matematiksel modelleme etkinliklerinin dışsal temsillerle (resim, diyagram vb.) problemin açıklanmasına ve anlaşılırlığına katkı sağlamasına; anlaşılır ifadelere yer vermesine, senaryonun gerçekçi olmasına değinilmektedir (Lesh vd., 2000; Fox, 2006; Borromeo-Ferri, 2014). Bu sebeple bu kriterlere yazım aşamasında yer verilmesinin uygun olduğu düşünülmektedir.

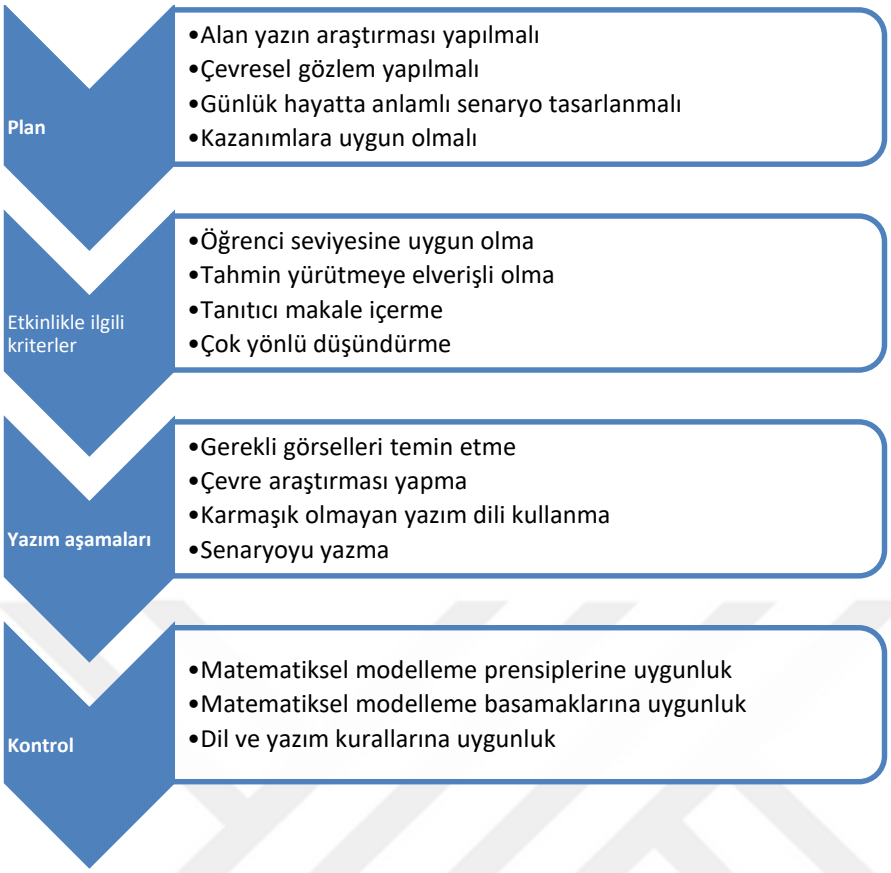
Kontrol aşamasında tüm öğretmenlerin matematiksel modelleme prensiplerini kriter olarak ele aldıkları görülmektedir. Bu kriterin kontrol aşamasında gerekli ve uygun olduğu düşünülmektedir. Alan yazında birçok çalışmada (Örneğin; Carlson ve diğerleri, 2003; Deniz, 2014; İncikabı, 2020; Tekin vd., 2011; Tekin-Dede & Bukova Güzel, 2013; Yu & Chang, 2011 gibi) öğretmen ve öğretmen adaylarının uzmanlardan aldıkları eğitim süreci sonunda oluşturdukları matematiksel modelleme etkinliklerinin, prensipleri sağlamada eksikliklerin olduğu görülmüştür. Ancak bu çalışmada oluşturulan etkinlik bir kez değerlendirilmemiş, dönütler verildikçe yeniden değerlendirilmiştir. Yani öğretmenlerin etkinlikleri ilk oluşturdukları hali ile alan yazında olduğu gibi tüm prensipleri sağlamamaktaydı. Ancak süreçte öğretmenlere dönütler verildi ve yeniden düzenlenme yapmaları istendi. Etkinlikler son halini aldığında ise artık tüm prensipler sağlanır hale geldi. Bu sonuçtan yola çıkarak verilen eğitimde teorik olarak ele alınan prensiplerin öğretmenler için çok anlamlı olmadığı; kendi oluşturdukları etkinliklerin akran ve uzman değerlendirmeleri sürecinde anlam kazandığı düşünülmektedir. Bu sayede oluşturulan etkinlikler tüm prensipleri sağlayacak şekilde revize edilerek prensipleri sağlayan birer etkinlik olmuştur. Dolayısıyla oluşturulan matematiksel modelleme öğretim sürecinde, matematiksel modelleme prensiplerine ait verilen teorik bilginin yeterli olmadığı alan yazında mevcut olan çalışmalar ile de görülmektedir ve

bu sürecin muhakkak geri bildirimlerle anlamlı hale gelmesi sağlanmalıdır. Çünkü modelleme etkinlikleri doğası gereği zor etkinliklerdir ve gerek tasarımında gerekse uygulama sürecinde deneyim gereklidir (Tekin & Bukova Güzel, 2011; Yu Chang, 2011). Tasarım sürecinde ise oluşturulan etkinliklerin matematiksel modelleme prensiplerini sağlayabilmesi adına geri bildirim önem arz etmektedir.

Kontrol aşamasında ele alınan bir diğer kriterin dil ve yazım olduğu görülmüştür. Brenner (1998) matematiksel iletişim için kullanılan matematik dilinin önemli olduğunu ifade etmiştir. Oluşturulan matematiksel modelleme etkinliklerinde de dil ve yazım kriterinin olması, etkinliğin anlaşılabilirliğini artıracağını düşündürmektedir. Bu sebeple kontrol aşamasında dil ve yazım kriterinin bulunmasının uygun olduğu düşünülmektedir. Bunların dışında kontrol aşamasında ele alınan gerçek değerlere uygunluk ifadesi de matematiksel modelleme prensipleri ile ilgili olup gerçeklik prensibi ile ilişkilidir. Yani matematiksel modelleme prensiplerinin kontrolü aşamasında zaten gerçek değerlere uygunluk göz önünde bulundurulduğundan, kriter olarak yeniden ifade edilmesine gerek olmadığı düşünülmektedir. Etkinliği çözme ve modelleme basamaklarına uygunluk kriteri ise sadece bir öğretmen tarafından ifade edilmiştir. Her ne kadar diğer öğretmenler tarafından dile getirilmemiş olsa da tüm öğretmenler oluşturdukları etkinliği çözmüş ve matematiksel modelleme döngüsüne ait basamakları ifade etmişlerdir. Zaten etkinlikle ilgili kriterlerde de ifade edilen matematiksel modelleme döngüsüne uygun olma kriteri bütün öğretmenlerce göz önünde bulundurulmuştur. Etkinlik tasarlama sürecine genel olarak bakıldığında matematiksel modelleme basamaklarına uygun bir çözüm sürecinin göz önünde bulundurulmasının tıpkı prensiplerde olduğu gibi kontrol aşamasında ele alınmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Çünkü oluşturulan etkinliğin çözümünün yapılması, yazım aşamasının tamamlanmasının ardından gerçekleştiği için çözüm sürecine ait basamakların kontrol aşamasında olması, sürece daha olumlu yansıyacaktır.

Öğretmenlerin oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliklerine ait tasarlama süreçleri ele alındığında, matematiksel modelleme etkinliği tasarlama sürecinin en uygun nasıl olması gerektiği yönünde sonuca ulaşılmış olup, aşağıdaki gibi olması gerektiği düşünülmektedir.

Şekil 82. *Matematiksel Modelleme Etkinliği Tasarlama Süreci*



➢ *Etkinlik oluşturma sürecine yönelik sonuç ve tartışma*

Etkinlik oluşturma sürecine ait sonuçlar, 4 sorudan oluşan yarı-yapılandırılmış görüşmelere ait bulgular çerçevesinde verilmiş ve görüşme soruları çerçevesinde tartışılmıştır. Öğretmenlerin ilk soruya verdikleri cevaplar göz önünde bulundurulduğunda 5 öğretmenden 4'ünün etkinlik oluştururken matematiksel bir fikirden ziyade günlük hayatta karşılaşacakları bir problemden yola çıktıkları görülmüştür. Bir öğretmenin ise matematiksel modelleme etkinliği oluştururken matematiksel bir konu ve kazanımı esas aldığı görülmüştür. Matematiksel bir konudan yola çıkarak etkinlik oluşturan öğretmenin alan yazında da ifade edilen matematiksel modellemeye ilişkin felsefi bakış açılarından eğitimsel modellemeyi göz önünde bulundurduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çünkü eğitimsel modellemede zor olarak öğrenilen matematiksel bir kavramın, matematiksel modelleme ile desteklenmesi amaçlanmaktadır ve matematiksel modellemenin araç olarak kullanılması söz konusudur (Erbaş vd., 2014; Gravemeijer, 2002; Lesh & Doerr, 2003; Stillman, 2012). Albayrak ve Çiltaş (2017), Türkiye'de matematik eğitimi alanında matematiksel modelleme ile ilgili yapılmış makale ve tezleri incelediklerinde matematiksel modellemenin araç olarak kullanımının (makale için, %85.71; tez için %90.91) çok daha yaygın olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ancak bu çalışmada matematiksel modellemeyi araç olarak kullanan öğretmen sayısının 5 kişi içinde 1 olması; diğer 4 öğretmenin amaç olarak ele alması bahsi geçen

çalışma ile farklılık göstermektedir. Matematiksel modellemeyi, günlük hayat probleminin üstesinden gelme süreci olarak ele alan yani matematiksel modellemeye felsefi bakış açılarından bilişsel modelleme olarak yaklaşan öğretmen sayısı çoğunluktadır. Matematiksel modellemeyi amaç olarak ele alan öğretmenler, öğrencilerinin matematiksel modelleme sayesinde günlük hayat problemlerine çözüm getirebileceklerine odaklanmışlardır. Alan yazından da amaç olarak kullanılan matematiksel modellemeye örnekler verilebilir (Aydın-Güç, 2015; Biccard & Wessels, 2011; Blum & Borromeo Ferri, 2009; Blum & Leiß, 2007; Borromeo-Ferri, 2006; Çakmak-Gürel, 2018; Galbraith & Stillman, 2006; Maaß, 2006; Şen-Zeytun, 2013). Bahsi geçen araştırmaların, bu çalışma ile benzer noktası matematiksel bir kavramı matematiksel modelleme yolu ile öğretmek değil; günlük hayat problemlerine matematiksel modelleme ile çözüm getirebilmektir. Gerçekleştirilen matematiksel modelleme öğretim sürecinde matematiksel modellemeye amaç olarak yaklaşılmış olması; öğretmenlerin çoğunlukla oluşturdukları etkinliklerde amaç olarak ele almalarına sebep olduğunu düşündürmektedir. Etkinlik oluşturma fikrini günlük hayatla ilişkilendirerek ortaya koyan yani matematiksel modellemeyi amaç olarak ele alan öğretmenlerin gerekçelerinde ise dikkat çekicilik, önceden öğrenilen konu için kalıcılık veya mevcut senaryoda daha fazla kazanımın ele alınabileceği yer almaktadır. Bu gerekçelerden dikkat çekicilik ve kalıcılık alan yazında yer alan birçok çalışmanın sonuçlarında yer almaktadır (Akgün vd., 2013; Biccard & Weels, 2011; Pilten, Serin & Işık, 2016; Sandalcı, 2013; Urhan & Dost, 2016 gibi). Mevcut senaryo ile birden fazla kazanımın ele alınabileceği ifade eden öğretmenin gerekçesi, alan yazındaki etkinlikler incelendiğinde uygun bulunmuştur. Çünkü mevcut etkinliklerde birden fazla kazanım ele alınabilmektedir.

Öğretmenlerin etkinlik oluştururken başlangıçta farklı fikirler oluşturdukları ancak çoğunlukla teknolojik desteğin yer aldığı bu fikirlerden vazgeçtikleri görülmektedir. Teknolojik alt yapının yetersiz olduğunu, öğrenci profilinin maddi olarak düşük olduğunu ifade eden öğretmenler bu sebeple teknolojik desteğin gerekli olduğunu düşündüğü fikirlerden vazgeçtiklerini belirtmişlerdir. Kabaca (2016), matematik eğitiminde teknoloji kullanımına dair yaptığı çalışmasında teknolojinin kullanıldığı ortamlarda öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı tasarımı önermektedir. Teknolojinin içsel otoriteyi güçlendirdiğini ve öğretmen-ders kitabı gibi epistemolojik otoritelerin yerini aldığını belirtmektedir. Oysaki, öğretim teknolojilerinin öğrenmenin niteliğini ve öğretmenin etkinliğini arttırdığı bilinmektedir (Öğüt, Altun & Koçer, 2003). Günümüzde öğretmenlerin hem teknolojiyi yakından takip etmeleri hem de bu teknolojileri öğrenme-öğretme süreçlerinde verimli şekilde kullanabilmeleri gereklidir (Gündüz & Odabaşı, 2004). Gerçekleştirilen matematiksel modelleme öğretim sürecinde sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi günümüz teknoloji ürünlerinin yanı sıra

istatistik programları da kullanılmış ve öğretmenler tarafından daha ilgi çekici bulunmuştur. Kendilerinin etkinlik oluştururken teknolojik destek kullanma istekleri de, süreçte ele alınan etkinliklere karşı olumlu bir tutum geliştirdiklerini düşündürmektedir.

Etkinlik hazırlama sürecinde yaşanan zorluklara bakıldığında mevcut günlük hayat problemini kazanımlara uygun hale getirmenin iki öğretmen tarafından; modelleme prensiplerine uygun hale getirmenin ise 3 öğretmen tarafından dile getirildiği görülmektedir. Sağıroğlu ve Karataş (2018) ve Deniz (2014) öğretmenlerle gerçekleştirdikleri çalışmalarının sonucunda, öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinlikleri için alışık olmadıkları tarzda etkinlikler olması sebebiyle zorluk yaşadıklarını ifade ettiklerini belirtmişlerdir. Alan yazında matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecinde yaşanan zorlukların da çoğunlukla matematiksel modelleme prensiplerine uygunlukla ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Carlson, Larsen & Lesh, 2003; Deniz, 2014; Moore & Diefes Dux, 2004; Tekin-Dede & Bukova, 2013a; Yu & Chang, 2011). Bu çalışmada da öğretmenlerin etkinliklerinin son halini alması sürecinde prensiplerle ilgili dönütler verilerek uygun hale gelmesi sağlanmıştır. Etkinliklerin ilk haline bağlı olarak prensiplere uygun olmayışı alan yazınla benzerlik göstermektedir ancak son halini alması durumunda alan yazından farklı olarak tüm prensiplere uygun bulunmuştur. Çünkü süreçte sistematik olarak dönütler verilmiştir. Çalışma sonucuna bağlı olarak öğretmenler tarafından oluşturulan matematiksel modelleme etkinliklerin prensiplere uygun olması için uzman ve akran dönütlerinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Yaşanan zorlukların üstesinden gelme adına öğretmenlerin farklı bir matematik öğretmenine inceletmesi, alan yazındaki farklı etkinlikleri incelemesi gibi durumların ifade edildiği görülmektedir. Ancak öğretmenlerin çoğunluğu öğrenme ortamında uzman ve akran dönütleri ile yaşadıkları zorlukları aştıklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçtan da "Akran ve uzman dönütleri" nin gerekli olduğu düşünülmekte ve yinelenmektedir. Kısacası öğretmenlerin oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliklerin matematiksel modelleme prensiplerine uygunluğu ve süreçte yaşadıkları zorlukları aşma adına akran ve uzman dönütlerinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

"Gerçekleştirilen öğretim süreci sonrası öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama yeterlikleri nasıldır?" araştırma sorusuna yönelik sonuç ve tartışma

Bu bölümde öğretmenlerin gerçekleştirilen öğretim süreci sonrası, matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama yeterlikleri; sınıf ortamında etkinlik uygulama sürecine yönelik yapılan gözlemler sonucu belirlenmiştir. Ayrıca uygulama sonrası öğretmenlerin etkinlik uygulama sürecini değerlendirmeleri adına görüşmeler yapılarak bulgular ortaya konmuştur.

- *Öğretmenlerin sınıf ortamında etkinlik uygulama sürecine yönelik gözlemlere ait sonuç ve tartışma*

Öğretmenlerin ders içi yeterliklerine dair gözlem sonuçlarına bakıldığında, 3 öğretmenin A yeterliğini tüm alt yeterlikler dahil olmak üzere gerçekleştirdiği, diğer 2 öğretmenin ise A7 alt yeterliği kısmen sağlanmak üzere gerçekleştirdiği görülmektedir. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği olan A yeterliğine genel anlamda bakıldığında tüm öğretmenlerin başarılı olduğunu söylenmek mümkündür. Problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgileri ayırt etme olan A7 yeterliğinin 2 öğretmen tarafından kısmen sergilenmesi etkinliğin yapısı ile ilgilidir. Oluşturulan etkinlikte ilgisiz bilginin yer almayışı ya da problem durumunu çözümlendirmek için gerekli bilgilere öğrencilerin ulaşması durumu bu yeterliği kısmen değerlendirmeye yol açmıştır. Ancak A yeterliği genel olarak matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama sürecinde olumlu olarak gözlemlenebilmiştir. Bu sonuçlara benzer olarak gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliğinin olumlu sonuçlar verdiği ele alınan diğer çalışmalarda da (Aydın-Güç, 2015; Bukova-Güzel 2011; Çiltaş, 2011; Gatabi & Abdolahpour, 2013; Ji, 2012; Kol, 2014; Türker vd., 2010) tespit edilmiştir. A yeterliğinin sürece olumlu yansımasının oluşturulan öğrenme ortamından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki, matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında matematiksel modelleme eğitiminin öğretmenlerin A yeterliğine olumlu yansıdığı da göz önüne alındığında, sınıf ortamında etkinliği uygulama sürecinde A yeterliğinin olumlu yönde gözlemlenmesi beklenen bir sonuçtur. Buna paralel olarak, Biccard ve Wessels (2011) yaptıkları çalışmalarında matematiksel modelleme eğitimi alan kişilerin problemi anlama ve gerçeğe dayalı model oluşturma yeterliklerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği olan B yeterliği ele alındığında B1 ve B2 alt yeterliklerini tüm öğretmenlerin sergiledikleri sonucuna ulaşılmaktadır. B3 alt yeterliğini 4 öğretmenin, B4 alt yeterliğini 1 öğretmenin, B5 alt yeterliğini ise 2 öğretmenin ortaya koyduğu çalışmanın sonuçları arasındadır. Tüm öğretmenler için genel anlamda bakıldığında ise sadece 1 öğretmenin B yeterliğine ait tüm alt yeterlikleri yansıttığı görülmektedir. B1 ve B2 alt yeterliklerinin tüm öğretmenler tarafından gerçekleştirilmiş olması gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçişi sağlayan birer alt yeterlik oluşundan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Aydın-Güç (2015) öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının B2 yeterliğinde iyi performans sergilemediklerini ortaya koymuştur. Bahsi geçen çalışmanın aksine oluşturulan öğrenme ortamının öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliğini sınıf ortamında çözerken B1 ve B2 alt yeterliklerine olumlu yansıdığı düşünülmektedir. B3 alt yeterliği için 4 öğretmenin sergilediği, 1

öğretmenin ise sergilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu alt yeterliği sergilemeyen öğretmen için problem durumunun ilgili niceliklerin sayısını azaltmaya ve ilişkileri sadeleştirmeye uygun olmadığı görülmüştür. Buna bağlı olarak aynı öğretmen B4 ve B5 alt yeterliklerini de sergilememiştir. Çünkü B4, gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme yeterliğidir ve B3 alt yeterliği ile ilişkilidir. B3 alt yeterliğini sergilemeyen öğretmen için B4 alt yeterliğinin de sergilenmemesi beklenen bir durumdur. Bununla beraber B4 alt yeterliği çoğu öğretmen tarafından sergilenemeyen bir alt yeterliktir. B4 alt yeterliği daha çok tahminlerle ilgili bir yeterliktir. Alan yazında da Frejd ve Ärlebäck (2011), Maaß (2006), Çakmak-Gürel (2018), Schaap vd. (2011), Aydın-Güç (2015) gibi birçok çalışmada doğrudan B4 alt yeterliği olarak ifade edilmese de öğrencilerin değişken, parametre ve sabitlerini belirlemede yeterli düzeyde performans gösterdiklerini ancak tahminde bulunmada düşük performans gösterdikleri ortaya konmuştur. B5 alt yeterliği ise sadece 2 öğretmen tarafından sergilenmiştir. B5 alt yeterliği uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme şeklindedir. Bunun gerekçesi olarak da öğretmenlerin öğrenci merkezli bir ortam oluşturmasından dolayı kendilerinin bu süreçte çekimser kalmasının olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki, etkinliği çözenlerin sınıftaki öğrenciler oluşu ve öğretmenlerin öğrenci sonuçlarının toparlanması anlamında sürece dahil olmaması bu sonucu doğurmuştur. Halbuki öğretmenden beklenen öğrenci cevaplarına bağlı olarak sonucu, uygunsa görselleştirme değilse de herkesin görüp yorum yapabileceği şekilde sunmasıdır. Öğrenci merkezli öğrenme ortamlarında da öğretmenin rehber pozisyonunda olması bunu gerektirmektedir. (Bery & Sharp, 1999; Hartly, 1987; Lea, Stehanson & Tray, 2003; Sharma, Millar & Seth, 1999; Vural, 2013). Genel olarak B yeterliği ele alındığında alt yeterlikler çoğunlukla olumlu yönde değerlendirilmiştir. Zaten matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında matematiksel modelleme eğitiminin öğretmenlerin B yeterliğine olumlu yansıdığı da göz önüne alındığında, sınıf ortamında etkinliği uygulama sürecinde B yeterliğinin olumlu yönde gözlemlenmesi beklenen bir sonuçtur.

Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği olan C yeterliği ele alındığında tüm öğretmenlerin C yeterliğine ait olan C1 ve C2 alt yeterliklerini sergiledikleri görülmektedir. C1 alt yeterliği matematiksel modelleme etkinliklerini çözerken buluşsal stratejiler kullanmayı ele almaktadır. Alan yazında matematiksel modelleme etkinlikleri, rutin olmayan-karmaşık gerçek dünya durumlarını ifade eden problemler olarak tanımlanmaktadır (Mousoulides, 2007; Eraslan, 2011; Şahin & Eraslan, 2018). English ve Sriraman' a (2010) göre ise problem çözme yaklaşımı geleneksel problem çözme yaklaşımı ve buluşsal (keşifsel) problem çözme yaklaşımı olmak üzere iki şekildedir. Rutin olmayan

problemlerin ise buluşsal stratejilerle çözülmesi gerekliliği ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Baştürk, 2021; Zollman, 2010). Matematiksel modelleme etkinlikleri de birer rutin olmayan problem olduğundan buluşsal stratejilerle çözülmesi gerekmektedir. Bu çalışmada da tüm öğretmenler bu alt yeterliğe uygun olarak buluşsal stratejilerle çözüme ulaşmışlardır. C2 alt yeterliği ise problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanmayı ele almaktadır. Matematikselleştirmenin ön planda olduğu bu alt yeterlik tüm öğretmenler için etkinlik çözüm sürecinde gözlemlenebilmiştir. Aydın-Güç (2015), Biccard ve Wessels (2011), Brand (2014), Çakmak-Gürel (2018), Çiltaş (2011), Ji (2012), Kertil (2008) ve Kaiser ve Brand (2015) çalışmalarında matematiksel modelleme eğitimi alan bireylerin, matematikselleştirme yeterliğinin geliştiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada da öğretmenlerin C2 alt yeterliğini sergilemelerinin, matematiksel modelleme eğitimi almış olmalarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki, matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında matematiksel modelleme eğitiminin öğretmenlerin C yeterliğine olumlu yansıdığı da göz önüne alındığında, sınıf ortamında etkinliği uygulama sürecinde C yeterliğinin olumlu yönde gözlemlenmesi beklenen bir sonuçtur. Zaten alan yazındaki çalışmalar da alt yeterlikleri ayrı ayrı ele almasa da bu sonuca paralel olarak matematiksel modelleme bilgisinin matematiksel modelleme yeterliklerini olumlu etkilediğini vurgulamaktadır (Çiltaş, 2011; Eraslan, 2012; Grünewald, 2012; Maaß, 2006; Sağırlı-Özturan, 2010; Şen-Zeytun, 2013).

Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği olan D yeterliği ele alındığında üç öğretmenin D1 ve D2 yeterliklerinin ikisini de; bir öğretmenin D2 yeterliğini kısmen sergilediği; bir öğretmenin ise D2 yeterliğini hiç sergilemediği görülmektedir. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama olan D1 alt yeterliği tüm öğretmenlerce sergilenmiştir. Bu sonuca bağlı olarak matematiksel modellemeye yönelik deneyimin, elde edilen sonuçların gerçek yaşamda ne anlama geldiğini sorgulamada etkili olduğu sonucuna ulaşan çalışmalar mevcuttur (Blum, 2011; Tekin-Dede & Yılmaz, 2013). Ancak tam tersi sonuçların yer aldığı çalışmalara da rastlanmaktadır. Şöyle ki, öğrenciler matematiksel modellemeye yönelik deneyim sahibi olsalar dahi, matematiksel sonuçları gerçek dünyada yorumlamakta zorlandıkları sonuçlarını içeren çalışmalar da mevcuttur (Blum, 2011; Bukova-Güzel, 2011; Çiltaş & Işık, 2013; Ji, 2012; Maaß, 2006, Özer-Keskin, 2008; Sekerak, 2010; Şen-Zeytun, 2013). Bu sonuçların gerekçesi olarak da Zbiek ve Conner (2006)'ın yorumlamanın bilinçaltı bir eylem olduğu ve açıkça ortaya konulmasının zor olduğu ifadeleri düşünülebilir. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme olan D2 alt yeterliği için de üç öğretmenin sergilemesi, bir öğretmenin kısmen sergilemesi bu alt yeterliğin olumlu sonuçlandığını göstermektedir. Sadece bir öğretmende D2 alt yeterliğinin

gözlemlenememesinin oluşturulan etkinlik kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki, Ö5 kodlu öğretmenin oluşturduğu etkinlik özel bir problem durumunu yansıtan bir etkinliktir. Genellemeye uygun olmayan problem durumundan dolayı çözümler genellemeye vardırılamamıştır. Aydın-Güç (2015) de öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında D2 alt yeterliğinin etkinliğe bağlı olarak performansa yansıdığı sonucuna ulaşmıştır. D yeterliğine genel anlamda bakıldığında öğrenme ortamında sergilenen performansın aksine, uygulama sürecinde olumlu şekilde gözlemlendiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerle oluşturulan öğrenme ortamının, çözümü gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde D yeterliğinin gelişime kısmen olumlu yansıdığı sonucuna ulaşılmıştı. Ancak öğretmenlerin kendi sınıf ortamlarında, kendi oluşturdukları etkinlikleri çözme süreçlerinde D yeterliğinin daha iyi düzeyde olduğu çalışmanın sonuçlarındandır. Bunun gerekçesi olarak da matematiksel modelleme etkinliklerini sınıf ortamında çözen öğretmenlerin matematiksel modelleme döngüsünü takip etmelerinden; ancak öğrenme ortamında modelleme döngüsü basamaklarını göz önünde bulundurmadan çözmelerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki, öğrenme ortamında öğretmenler verilen etkinlikleri o anda görüp normal problem çözme şeklinde ele alarak çözüme ulaşmaya çalışmışlardır. Ancak sınıf ortamında etkinlikleri çözmeden önce oluşturdukları plan sayesinde döngüdeki her bir basamağı ele alarak süreci yönetmişlerdir. Dolayısıyla D yeterliğinin iki ortamdaki farkının modelleme basamaklarının takibi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu sonuca paralel olarak Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) da öğretmen adaylarının matematiksel modelleme döngüsünü takip ederek matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik yapılan çalışmaların genel anlamda D yeterliğini ortaya çıkardığını ifade etmektedir.

Çözümü doğrulama yeterliği olan E yeterliği için alt yeterlikler tek tek ele alındığında E1 alt yeterliğini 4 öğretmen; E2 alt yeterliğini tüm öğretmenler; E3 alt yeterliğini 1 öğretmen ve E4 alt yeterliğini 4 öğretmen sergilemiştir. *Bulunan çözümler üzerine yansımalar yapma* olan E1 alt yeterliği sadece Ö2 kodlu öğretmende gözlemlenememiştir. Çözümü gerçekleştirilen etkinlikle ilgili geri dönüşler süreçte oluşmamıştır. Sonuca ulaşmanın yeterli olduğu algısının bu alt yeterliğin gözlemlenememesine sebep olduğu düşünülmektedir. Çünkü alan yazında da bireylerin gerçekleştirilen çözümlerinin doğruluğuna inanarak test etme gereği duymadıklarına ve çözüme yönelik yansımalar yapmadıklarına yönelik çalışmalar mevcuttur (Aydın-Güç, 2015; Blum & Ferri, 2009; Galbraith & Stillman, 2006; Maaß, 2006; Şen-Zeytun, 2013 gibi). *Bulunan çözümler üzerine eleştirel kontroller yapma* olan E2 alt yeterliği tüm öğretmenler tarafından etkinlik çözüm sürecinde sergilenmiştir. Aydın-Güç (2015) ayrı ayrı alt yeterlikleri ele alarak yaptığı çalışmasında E2 alt yeterliği için öğretmen adaylarının performanslarında çok fazla bir gelişim olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ancak bu

çalışmada öğretmenlerin tamamının E2 alt yeterliğinde iyi olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın sebebi olarak çözülen etkinliklerin sınıf ortamı oluşundan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Yani Aydın-Güç (2015) çalışmasında, öğretmen adayları etkinlikleri öğrenme ortamında araştırmacının rehberliğinde çözmektedir. Ancak bu çalışmada öğretmenler etkinlikleri kendi sınıflarında kendi öğrencilerine rehberlik ederek çözdüklerinden, öğrenci yanıtlarına yönelik eleştirel kontrollerin yapılacağı ortamlar oluşturmuşlardır. *Çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme* olan E3 alt yeterliği sadece 1 öğretmen tarafından sergilenmiştir. Sınıf ortamında oluşan gruplar arası tartışmalar da çözümler arası tutarsızlıklar olduğu tespit edilmiş ve oluşturulan modeller yeniden gözden geçirilmiştir. Matematiksel modelleme döngüsünde yer alan yineleme ile ilişkilendirilen bu alt yeterliğin sadece tek 1 öğretmen tarafından ele alınması süreçte çözümlerde tutarsızlık olmaması ile ilgilidir. Şöyle ki diğer 4 öğretmenin etkinlik çözüm süreçlerinde çözümlerin tutarsızlığına yönelik bir durum oluşmamış; dolayısıyla da bu alt yeterlik gözlemlenememiştir. Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) çalışmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin çözüm sürecinde modelleme döngüsünün takip edilmesine bağlı olarak gerekli durumlarda modelin tekrar gözden geçirildiğini ve modelleme sürecinin tekrar edildiği sonucuna ulaşmıştır. Bu ise E3 yeterliğinin ortaya çıkmasında bir modelleme döngüsünün takip edilmesinin etkili olduğu düşüncesini oluşturmaktadır. Çünkü öğretmenler matematiksel modelleme etkinliklerini sınıf ortamında çözmek için öncesinde bir plan oluşturmuş ve bu planlarını matematiksel modelleme döngüsünü ele alarak ortaya koymuşlardı. *Problemi çözmek için diğer yolları düşünme veya sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme* olan E4 alt yeterliği ise sadece 1 öğretmen tarafından sergilenememiştir. Çünkü öğretmenin planladığı ders saati etkinlik çözümünün tamamlanmasının ardından geri dönüşler için zaman kalmamasına sebep olmuştur. Zamanı etkili kullanan tüm öğretmenler ise E4 yeterliğini ortaya koymuşlardır. E yeterliğine genel olarak bakıldığında öğrenme ortamında sergilenen performansın aksine, uygulama sürecinde olumlu şekilde gözlemlendiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerle oluşturulan öğrenme ortamının, çözümü gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde E yeterliğinin gelişime katkı sağlamadığı sonucuna ulaşılmıştı. Ancak öğretmenlerin kendi sınıf ortamlarında, kendi oluşturdukları etkinlikleri çözme süreçlerinde E yeterliğinin iyi düzeyde olduğu çalışmanın sonuçlarındandır. Alan yazında E yeterliğinin gelişimi ile ilgili çalışmalarda (Aydın-Güç, 2015; Dowlath, 2008; Gatabi & Abdolahpour, 2013; Ji, 2012; Şen-Zeytun, 2013; Tekin-Dede & Yılmaz, 2013 gibi) E yeterliğinin süreçte olumlu sonuçlanmadığına ulaşmışlardır. Ancak bu çalışmada oluşturulan öğrenme ortamında gerçekleştirilen matematiksel modelleme

etkinlikleri çözüm sürecinin aksine, öğretmenlerin kendi sınıf ortamlarında gerçekleştirdiği çözüm süreçlerinde E yeterliği tüm öğretmenlerce ortaya konulmuştur. Bu ise öğretmenlerin kendi sınıflarında matematiksel modelleme etkinliği çözerken E yeterliğini sergileyeceklerini düşündürmektedir. Çünkü alan yazında ortaya konan bulgularda öğretmenlerin sınıf ortamındaki yeterlikleri ele alınmamış ve kendi oluşturduğu etkinliklerle alt yeterlikleri sergileyebileceklerine yönelik çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma sayesinde öğretmenlerin kendi sınıflarında kendi oluşturdukları etkinlikleri çözerken tüm yeterlikleri ve alt yeterlikleri olumlu şekilde yansıttıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmenlerin kendi oluşturdukları matematiksel modelleme etkinliklerini sınıf ortamında kendi öğrencileri ile çözme aşamasında elde edilen sonuçlara genel olarak bakıldığında tüm yeterlikler ve alt yeterlik için olumlu bir süreç olduğu görülmüştür. B4, B5, D2, E3 alt yeterlikleri bazı öğretmenler tarafından ortaya konulmasa da farkındalık oluştuğu düşünülmektedir. Zaten genel olarak yeterlik ve alt yeterliklere bakıldığında bu ortaya konulmayan alt yeterliklerin çok az olduğu görülmektedir. Ayrıca üst yeterliğin ortaya çıkmasında bu yeterliğe ait alt yeterliklerin her birinin ortaya çıkmasının gerekmediği düşünülmektedir. Çalışma sonucunda A7, B3, B4, D2 ve E4 alt yeterliklerinin muhakkak ortaya çıkmasının gerekli olmadığı; bu alt yeterliklerin etkinliğin doğası ile ilişkili ve modelin kullanışlılığı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Öğretmenlerin matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında araştırmacı gözetiminde matematiksel modelleme etkinlikleri çözme süreçlerinden A, B ve C yeterlikleri olumlu, D yeterliği kısmen olumlu etkilenmiştir. E yeterliği için ise olumlu ya da olumsuz bir tablo ortaya konulmamıştır. Ancak öğretmenlerin kendi sınıf ortamlarında etkinlik çözüm süreçleri gözlemlendiğinde tüm yeterlikleri ortaya koydukları ve süreç sonunda tüm yeterliklerin olumlu değerlendirildiği görülmüştür. Bunun sebebi olarak öğretmenlerin kendi oluşturduğu etkinliklerin olması, sınıf ortamında kendi öğrencilerine uygulanmış olması ve etkinliğin çözümü için bir plan oluşturulmuş olması düşünülmektedir.

- *Öğretmenlerin sınıf ortamında etkinlik uygulama sürecine yönelik görüşmelere ait sonuç ve tartışma*

Öğretmenlerin sınıf ortamında kendi oluşturdukları matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama süreçlerine yönelik ne gibi deneyimler elde ettiklerini tespit etmek adına görüşmeler yapılmıştır. Yanıtlara genel olarak bakıldığında uygulama sürecinin olumlu olduğu görülmektedir. Tüm öğretmenlerin değerlendirme sürecinde gerek kendileri için gerekse de öğrenciler için "Keyifli" ifadesini kullanması göze çarpmaktadır. Bu sonuç, Korkmaz'ın (2010) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında matematiksel modelleme sürecinin her ne kadar karmaşık ve uzun süren bir süreç olsa da, bu süreci yaşamaktan keyif

aldıklarını ifade ettikleri sonucu ile paralellik göstermektedir. Genel olarak derslerde çok aktif olmayan, söz hakkı almayan öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliği uygulama sürecinde daha aktif oldukları, öğretmenler tarafından dile getirilmiştir. Bu anlamda öğrencilerde kendine güven oluştuğu ve sonraki derslerde de öğrencilerde bu aktifliği hissettiklerini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar Deniz ve Akgün (2014), Jung ve Brady (2016) ve Rosa ve Orey (2015) çalışmalarında yer alan matematiksel modellemenin öğrencilerin aktif katılımında önemli rol oynadığı bulgusu ile benzerlik göstermektedir. Zaten ülkelerin çoğunluğunun öğretim programları, öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu tutulması ve öğrencinin öğrenme sürecinde aktif olmasının önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu kapsamda matematiksel modelleme etkinliklerinin her kademede uygulanması, onları süreçte aktif kılacaktır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin hem öğrenciler için hem kendileri için keyifli olduğunu, uygulanması gerektiğini belirten öğretmenler; diğer taraftan da uygulama sürecinin zaman alıcı olduğunu dile getirmişlerdir. Bu ifadeler birçok çalışma sonucu (Bilgili & Çiltaş, 2019; Cai vd., 2014; Deniz & Akgün, 2017; Urhan & Dost, 2016) ile benzerlik göstermektedir. Öğretmenler genel olarak matematiksel modellemenin uygulanması gerekliliğini dile getirirken bir taraftan da mevcut öğretim planını uygulama aşamasında zaman kaybı olacağını düşünmektedirler. Test tekniğinin ön planda olduğu sınavlar için hızın önemine değinen öğretmenlerin, modellemenin zaman alıcı olması gerekçesi kabul edilebilirdir. Ancak günümüz yeni nesil sorular, yazılı materyal, grafik, tablo, harita, resim veya şema gibi öğelerle desteklenmiş bir bağlam sunulup, bu bağlama yönelik yorumlama, analiz etme, problem çözme, matematiksel muhakeme gibi üst düzey becerileri gerektiren bir dizi objektif veya açık uçlu test maddeleriyle oluşturulan, yorumlama alıştırmaları olarak tanımlanmaktadır (Miller vd., 2009). Kertil, Gülbağcı-Dede ve Ulusoy (2021) çalışmasında bahsi geçen becerilerin gelişmesi için modelleme veya STEM etkinliklerinin kullanılması gerekliliğinden bahsetmektedir. Çünkü matematiksel modelleme etkinlikleri anlama, basitleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, sunma, tartışma gibi bilişsel becerilerin gelişimine katkı sağlamaktadır (Biccard & Wessels, 2011). Ayrıca etkinlik uygulama sürecinde, öğretim sürecinde kullanılan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknolojik destekleri kullanmak istediklerini ancak okul şartlarının yetersiz olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmenlerden sadece Ö2 kodlu öğretmen artırılmış gerçekliği etkinliğinde kullanmış, o da kendi telefonundaki uygulama ile öğrencilerin görmesini sağlamıştır. Artırılmış gerçeklik ile matematiksel modelleme uygulamaları yapan Cahyono vd. (2020) uygulanan teknolojik desteğin matematiksel modellemede öğrencileri daha başarılı kıldığı sonucuna ulaşmıştır. Novak (2021) ise çalışmasında öğretim programlarının matematiksel modelleme ve eğitim teknolojisinin dahil edildiği uyarlamalar

yapılması gerektiğini önermektedir. Ayrıca, matematiksel modellemenin eğitim teknolojisi alanının teorik temellerinin genişletilmesine nasıl katkıda bulunabileceğini vurgulamaktadır. Etkinliği yeniden hazırlama adına yöneltilen soruya öğretmenlerin tamamı gerek duymadıklarını, bu halinin amaca uygun olduğunu belirtmişlerdir. Ancak uygulamanın yeniden yapılması hususunda öğretmenlerin farklı cevapları oluşmuştur. Örneğin Ö5, etkinliğinde yer alan okul bahçesinin ölçülerini belirlemenin zaman alıcı olduğunu uygulama esnasında fark etmiş ve bir gün önceden öğrencilerine ödev olarak vermeyi tercih edeceğini ifade etmiştir. Benzer uygulamayı Ö1 kodlu öğretmen gerçekleştirmiş ve etkinliği öğrencilerine bir gün önceden vererek, hazırlanmalarını istemiştir. Bu sebeple etkinlik çözüm sürecinde zaman kaybı yaşanmamış; bu durum sürece olumlu yansımıştır. Sonuca bakıldığında etkinliğin doğasına uygun olduğu durumlarda öğrenciye önceden verilmesi ve öğrencinin etkinliğe hazırlıklı gelmesinin daha iyi olacağı düşünülmektedir.

Öneriler

Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamının öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimlerine olan etkisini incelemeyi amaçlayan bu çalışmanın sonunda, matematiksel modelleme deneyimine bağlı olarak yeterliklerin gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bölümde elde edilen sonuçlar ışığında öneriler sunulmuştur.

Çalışmanın sonuçları ile ilgili öneriler

Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında, öğretmenler ilk olarak sınıf ortamında bir eğitim süreci geçirmişler ve bu eğitim sürecine paralel olarak bir matematiksel modelleme etkinliği tasarlamışlardır. Bu aşamanın ardından ise öğretmenler kendi oluşturdukları matematiksel modelleme etkinliklerini kendi sınıf ortamlarında uygulamışlardır. Süreç bu şekilde göz önüne alındığında öğretmenlerin sınıf ortamındaki kendi eğitim süreçlerinde tespit edilen matematiksel modelleme yeterliklerinin, kendi öğrencilerine uygularken tespit edilen yeterliklerinden daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yani öğretmenlerin kendi tasarladıkları matematiksel modelleme etkinliklerini, kendi öğrencileri ile sınıf ortamında uygulama süreçlerinde matematiksel modelleme yeterliklerini daha fazla sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır. Alan yazında ise öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliklerinin tespitinde çoğunlukla oluşturulan öğrenme ortamının kullanıldığı görülmüştür. Bu sonuca paralel olarak öğretmelerin matematiksel modelleme yeterliklerinin tespitinin kendi sınıf ortamlarında yapılması önerilmektedir.

Matematiksel modelleme sürecine genel olarak bakıldığında birden fazla alt süreçlerden oluştuğu ve karmaşık bir yapısının olduğu görülmüştür. Bahsi geçen her alt sürecin olumlu olarak sonuçlanması için matematiksel modelleme yeterliklerine ait alt yeterliklerin de ele alınması gerekmektedir. Araştırmanın sonuçlarında, bu alt yeterliklerin göz önünde bulundurularak bütüncül bir yaklaşımla oluşturulan matematiksel modelleme yaklaşımına uygun öğrenme ortamının genel anlamda her alt yeterliğin gelişimine olumlu yansıdığı, kendi sınıf ortamlarında yapılan gözlemlerden elde edilmiştir. Ancak sürece genel anlamda bakıldığında öğretmenlere ait yeterlikler iki kez değerlendirilmiş ve yeterliklerin öğrenme ortamından, etkinliğin doğasından veya bireysel faktörler gibi birçok faktörden etkilendiği belirlenmiştir. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin tek seferde gerçekleştirilebilen yazılı testler veya gözlemler yerine süreç içinde bütüncül bir yaklaşımla ve birden fazla kez değerlendirilmesi önerilmektedir.

Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğrenme ortamında günümüz teknolojisinde yer alan sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik desteklerinin yer aldığı etkinliklerin yeterlik gelişiminde olumlu etkiler ortaya çıkarmaya yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca paralel olarak giyilebilir teknolojinin yer aldığı matematiksel modelleme etkinliklerinin oluşturulması adına multidisipliner çalışmaların yaygınlaştırılması gerektiği düşünülmekte ve önerilmektedir. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik konusunda hazır olarak sunulan eğitici içeriklerin genel olarak geometri ile ilgili olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu içeriklerin gerek sayısının gerekse de uygulama alanının artırılması adına teknoloji tabanlı bölümlerle yapılacak iş birliğinin alana olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğretmenlerin oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliklerine ait tasarlama süreçleri ele alındığında her birinin aşamalara ait farklı kriterleri göz önünde bulundurduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerin göz önünde bulundurduğu bu kriterler ele alınarak matematiksel modelleme etkinliği tasarlama süreci oluşturulmuştur (Şekil 84). Matematiksel modelleme etkinliği oluşturmayı düşünen öğretmen, öğretmen adayı ve araştırmacılara bu tasarlama sürecinin göz önünde bulundurulması önerilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin etkinlik oluşturma sürecinde yaşadığı zorlukların giderilmesinde akran ve uzman dönütlerinin yararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple matematiksel modelleme etkinliği oluşturma sürecinde akran ve uzman dönütlerine yer verilmesi gerekliliği çalışmanın önerileri arasındadır.

Bütüncül yaklaşıma dayalı olarak oluşturulan öğrenme ortamların "Teorik bilgi odaklı, Serbest matematiksel modelleme etkinlikleri odaklı ve Matematiksel modelleme

basamaklarını takip etme odaklı" olacak şekilde üç farklı şekilde tasarlanmaktadır. Alan yazında da bu üç farklı durumdan herhangi biri esas alınarak öğrenme ortamlarının oluşturulduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmada bu üç farklı durum bir arada ele alınmış ve öğrenme ortamında tamamı uygulanmıştır. Çalışma sonucunda da yeterlik gelişimlerinin olumlu geliştiği göz önüne alındığında, araştırmacılara matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesini amaçlayan öğrenme ortamları tasarlanması durumunda, bu üç durumun birlikte ele alınması önerilmektedir.

Benzer çalışmalar yapacak araştırmacılar ve uygulayıcılar için öneriler

Matematiksel modelleme alt yeterlik değerlendirme sonuçlarına bakıldığında öğretmenlerin "Problemi çözmek için ilgili/ilgisiz bilgiyi ayırt etme (A7); Gerektiğinde ilgili nicelikler arasındaki ilişkilerin sayısını azaltma ve ilişkileri sadeleştirme (B4); Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve gerekliyse durumları grafiksel olarak temsil etme (B5); Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme (D2); Çözümler tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme (E3)" bu alt yeterlikleri daha az ortaya koydukları belirlenmişti. Bunun sebebinin öğretmenlerce oluşturulan etkinliklerde bahsi geçen yeterlikleri ortaya koymayı sağlayacak durumun mevcut olmayışı görülmüştü. Öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının, özellikle bu alt yeterlikleri daha fazla ortaya koyabilmeleri için etkinliğin doğasının buna imkan vermesi önemlidir. Bu anlamda araştırmacılara oluşturulan etkinliklerde yeterlik ve alt yeterliklerin ortaya çıkmasını mümkün kılacak şekilde gözden geçirilmesi önerilmektedir. Bu çalışmada öğretmenlerin oluşturduğu etkinlikler yeterlikler bazında incelenmemiştir. Çalışmaya ek olarak, oluşturulan etkinliklerin yeterlikler ve alt yeterlikler şeklinde incelenmesinin sürece olumlu yansıyacağı aşikardır. Çünkü eğer etkinlik bahsi geçen yeterlikleri incelemeye imkan verirse ve bu önceden tespit edilirse, gözlem esnasında araştırmacılara ölçüt kolaylığı sağlayacaktır. Bu sebeple oluşturulan etkinliklerin yeterlikleri ortaya koymaya imkan verecek şekilde incelenmesi araştırmacılara önerilmektedir.

Matematik dersi doğası gereği zor bir ders olarak görülmektedir (Şahin, 2013). Matematik dersinde matematiksel modelleme yaklaşımına yer verilmesi süreci daha zor kılabilir. Bu sebeple matematiksel modelleme yaklaşımının matematik dersine entegre edilmesinin değil; ayrı bir ders olarak ilkokul, ortaokul ve lisede yer almasının gerekliliği program geliştiricilere önerilmektedir.

Bu araştırmada 5 matematik öğretmeninin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi üzerine odaklanılmıştır. Daha kapsamlı çalışmalarla daha büyük öğretmen gruplarının matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine odaklanılabilir.

Katılımcıların yüksek lisans eğitimi alan öğretmenlerden oluşması onların öğrenmeye ve uygulamaya eğilimli olduklarını göstermektedir. Bu sebeple süreçte uygulanan tüm aşamalarda istekli davranmaları, öğrenme ortamına olumlu yansımıştır. Bu sebeple özellikle lisansüstü eğitim alan öğretmenlere bu çalışmada oluşturulan öğrenme ortamında olduğu gibi, bir öğrenme ortamı oluşturularak matematiksel modelleme eğitimi verilmesi araştırmacılara ve lisansütü eğitim veren öğretim elemanlarına önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Abrams, J. P. (2001). Mathematical modeling: teaching the open-ended application of mathematics. *The Teaching Mathematical Modeling and The of Representation*. (in eds. Cuoco, A. A. and Curcio, F. R.), Yearbook, NCTM.

Ainley, J., Pratt, D. & Hansen, A. (2006). Connecting engagement and focus in pedagogic task design. *British Educational Research Journal, 32*(1), 23-38. https://doi.org/10.1080/01411920500401971

Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12*, 1-33.

Akkuş, İ., & Özhan, U. (2017). Augmented reality applications in mathematics and geometry education. *Inonu University Journal of the Graduate School of Education, 4*(8), 19-33.

Akpınar, Y.(2003). Öğretmenlerin yeni bilgi teknolojileri kullanımında yükseköğreti min etkisi: İstanbul okulları örneği, *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 2*(2), 79-96.

Alkan, C. (2005). *Eğitim teknolojisi*: Anı Yayıncılık.

Anhalt, C. O. & Cortez, R. (2016). Developing understanding of mathematical modeling in secondary teacher preparation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19, 523545. https://doi.org//10.1007/s10857-015-9309-8.

Arcavi, A. (2002). The everyday and the academic in mathematics. Brenner, M.E. and Moschkovich, J.N. (Ed.). *Everyday and Academic Mathematics in the Classroom*, (s. 12-29). Virginia: National Council of Teacher of Mathematics. https://doi.org/10.2307/749962

Ata-Baran, A. (2019). *Matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim deneyinde sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlıklarının ve duyuşsal alan özelliklerinin incelenmesi* . Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 544416).

Aydın-Güç, F., & Baki, A. (2016). Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 7*(3), 621-645.

Aydın-Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 381105).

Aydogan-Yenmez, A. (2017). Teknolojinin matematiksel modelleme sürecine etkileri . *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , (26) , 602-646.

Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6*, 355-385.

Babacan (2014). *Dokuzuncu sınıf ingilizce dersi öğretim programının bütüncül eğitime göre değerlendirilmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 431417).

Bakas, C. & Mikropoulos, T. A. (2003). Design of virtual environments for the comprehension of planetary phenomena based on students' ideas. *International Journal of Science Education, 25*, 949-467.

Baki, A. & Hacısalihoğlu-Karadeniz, M. (2013). Okul öncesi eğitim programının matematik uygulama sürecinden yansımalar. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, 21*(2), 619-636.

Baki, A. (2002). *Öğrenen ve öğretenler için bilgisayar destekli matematik*. İstanbul: BİTAV-Ceren Yayın Dağıtım.

Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Yayıncılık.

Baki, A., Yalçınkaya, H.A., Özpınar, İ. & Uzun S. Ç. (2009). İlköğretim matematik öğretmenleri ve öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerine bakışlarının karşılaştırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 1*(1), 67-85.

Bal, A. P., & Doğanay, A. (2014). Sınıf öğretmenliği adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri , 14* (4), 1363-1384.

Baştürk, V. (2021). *Altıncı sınıf öğrencilerinin cebirsel problemleri matematiksel modellemeyi kullanarak çözme becerilerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi.

Bereshko I. N. & Betin A. V. (2006). *Ekolojide matematiksel modeller*. Harkov: Nat. Havacılık un-t "Khark. Havacılık in-t ".

Berry, J. & Davies, A. (1996) Written reports. In C.R. Haines and S. Dunthorne (eds) *Mathematics Learning and assessment: Sharing Innovative Practices. London*: Arnold, 3.3-3.11.

Berry, J. & Houston K. (1995). *Mathematical Modelling*. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.

Bery, J. & Sharp, J. (1999). Developing student-centered learning ın mathematics through co-operation. *Reflection and Discussion Teaching in Higher Education, 4*(1), 27-41. https://doi.org/10.1080/1356251990040102.

Biccard, P., & Wessels D. C. J. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 375- 383). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_37.

Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners*. Unpublished Master Thesis, Stellenbosh University, Stellenbosh.

Biembengut, M.S., & Hein, N. (2013). Mathematical modeling: Implications for teaching. *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. 481–490

Bilgili, S., & Çiltaş, A. (2018). A Multi-variable study of primary school pre-service teachers' abilities to generate and solve mathematical modelling activities. *International Journal of Educational Studies in Mathematics. 5*(2), 66-77.

Bilgili, S., & Çiltaş, A. (2019). Similarity and differences in visuals in mathematical modeling of primary and secondary mathematics teachers. *International Journal of Eurasia Social Sciences. 10*(35). 334-353.

Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modeling through project work. ZDM, *The International Journal on Mathematics Education, 38*(2), 163 – 177. https://doi.org/10.1007/BF02655887

Blomhøj, M., & Kjeldsen, T.H. (2010). Mathematical modelling as goal in mathematics education – developing of modelling competency through project work. In B.

Sriraman, C. Bergsten, S. Goodchild, G. Pálsdóttir, B. Dahl & L. Haapasalo (Eds.), *The first Sourcebook on Nordic Research in Mathematics Educatio*n. Montana: Information Age Publishing.

Blomhøj, M. (2007). Developing mathematical modelling competency through problem based project work - experiences from roskilde university. *Philosophy and Science Teaching Conferance.*

Blomhøj, M. (2009). Different perspectives in research on the teaching and learning mathematical modelling - Categorising the TSG21 papers. In M. Blomhøj & S. Carreira (Eds.), *Mathematical Applications and Modelling in The Teaching and Learning of Mathematics*. 1-17. Roskilde University: Department of Science, Systems and Models, IMFUFA.

Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications, 22*(3), 123-139. https://doi.org/10.1093/teamat/22.3.123.

Blomhøj, M., & 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.* 45-56. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_3

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* (ss. 10-29). England: Ellis Horwood.

Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im mathematikunterricht – trends und perspektiven. *Schriftenreihe Didaktik der Mathematik*, 23, 15-38

Blum, W. (2002). Applications and modelling in mathematics education - Discussion document. ICMI Study 14: *Educational Studies in Mathematics*, 51, 149-171. https://doi.org/10.1023/A:1022435827400

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.* 15-30. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_3

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, *1*(1) 45-58.

Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do teachers deal with modeling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), Mathematical modeling (ICTMA 12): *Education, Engineering and Economics*. 222–231. Chichester: Horwood Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221

Blum, W., & Leiß, D. (2008). Investigating quality mathematics teaching – the DISUM project. In C. Bergsten, & B. Grevholm (Eds.), *Developing and Researching Quality in Mathematics Teaching and Learning: Proceedings of MADIF 5*, 3–16. Linköping.

Bonotto, C. (2001). How to connect school Mathematics with students' cut-of-school knowledge. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 33*(3), 75-84. https://doi.org/10.1007/BF02655698

Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. ZDM, *The International Journal on Mathematics Education, 38*(2), 86 – 95. https://doi.org/10.1007/BF02655883

Borromeo-Ferri, R. (2014) Mathematical modeling – the teacher's responsibility. In B. Dickman & A. Sanfratello (Eds.), *Proceedings from the Teachers College Mathematical Modeling Oktoberfest*. 26-31. New York: Teachers College Columbia University.

Brand, S. (2014). Effects of a holistic versus an atomistic modelling approach on students'mathematical modelling competencies. In C. Nicol, P. Liljedahl, S. Oesterle, & D. Allan (Eds.), *Proceedings of The Joint Meeting of PME 38 And PME*-NA 36, Vol. 2 (pp. 185-191). Vancouver, Canada: PME.

Brenner, M. E. (1998). Development of mathematical communication in problem solving groups by language minority students. *Bilingual Research Journal*, *22*(2-4), 149-174. https://doi.org/10.1080/15235882.1998.10162720

Bukova Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers'approaches to construct and solve mathematical modeling problems. *Teaching Mathematics and Its Applications*, *30*(1), 19-36. https://doi.org/ 10.1093/teamat/hrq015

Bukova- Güzel, E. (2016). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme*. (1.baskı). Ankara: Pegem.

Bukova-Güzel, E., & Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik baĢarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi , 29* (1), 69-90.

Busse, A. & 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*. 3-15. Chichester, UK: Horwood. https://doi.org/10.1533/9780857099556.1.1

Cahyono, A.N., Sukestiyarno, Y.L., Asikin, M., Miftahudin, K. Ahsan, M. G., & Ludwig, M. (2020). Learning mathematical modelling with augmented reality mobile math trails program: How can it work? *Journal on Mathematics Education*, *11*(2), 181-192. https://doi.org/10.22342/jme.11.2.10729.181-192

Cai, Jinfa, Cirillo, Michelle, Pelesko, John, Bommero-Ferri, Rita, Borba, Marcelo, Geiger, Vince, Stillman, Gloria, English, Lyn, Wake, Geoff, Kaiser & Gabriele. (2014). Mathematical modeling in school education: Mathematical, cognitive, curricular, instructional and teacher educational perspectives. In P Liljedahl, S Oesterle and C Nicol (Ed.). *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.* Canada: Springer. 145 – 172

Carlson, M., Larsen, S., & Lesh, R. (2003). Integrating a models and modeling perspective with existing research and practice. In R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching*. 465-478. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Chamberlin, S.A., & Moon, S.M. (2008). How does the problem based learning approach compare to the model-eliciting activity approach in mathematics?. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, *9*(3), 78-105.

Chinnappan, M. (2010). Cognitive load and modelling of an algebra problem. *Mathematics Education Research Journal, 22*(2), 8-23. https://doi.org/10.1007/BF03217563

Cinislioğlu, B. (2017). *Matematiksel modelleme yöntemi ile doğrusal denklemler konusunun öğretiminin ortaokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 480360)

Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry, *Theory Into Practice*, *39*(3), 124-130. https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903_2

Creswell, J. W. (2016). *Nitel araştırma yöntemleri*. (Çev. M.Bütün ve S.B.Demir). Ankara: Siyasal Kitapevi.

Creswell, J. W. (2017). *Nitel araştırmacılar için 30 temel beceri*. (Çev. H.Özcan). Ankara:Anı Yayıncılık.

Creswell, J. W. (2019). *Eğitim araştırmaları.* (Çev.: H. Ekşi). İstanbul: EDAM Eğitim dizisi.

Creswell, J. W.(2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Crouch, R., & 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. https://doi.org/10.1080/00207390310001638322

Çakmak-Gürel, Z. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi. Doktora Tezi.

Çavaş, B., Huyugüzel Çavaş, P., & Taşkın Can, B. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3*(4), 110-116.

Çiltaş, A, & 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* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 301126)

Çiltaş, A. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma süreçlerinin incelenmesi. *Route Educational and Social Science Journal, 2*(4), 332-344. https://doi.org/10.17121/ressjournal.415

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly*, *13*(3), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008

Deniz, D., & Akgün L. (2017). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemi ve uygulamalarına yönelik görüşleri. Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. *5*(1), 95-117. https://doi.org/10.18506/anemon.272677

Deniz, D. & Akgün, L. (2018). Matematiksel modellemenin matematik öğretmeni adaylarının matematik, matematiğin öğretimi ve öğrenimine yönelik inançları üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(18). 19-25.

Deniz, D. (2014). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri.* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 381626)

Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal Of Science Education*. *19*(3), 265- 282. https://doi.org/10.1080/0950069970190302

Doerr, H., & Ärlebäck, J. B. (2015) Fostering students' independence in modelling activities. *CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Charles University in Prague, Faculty of Education; ERME*, pp.855-861.

Dost, Ş. (2019). *Matematik Eğitiminde Modelleme Etkinlikleri*. (1. Baskı) Ankara: Pegem

Dowlath, E. (2008). *Exploring pre-service mathematics teachers' knowledge and use of mathematical modelling as a strategy for solving real-world problems.* Master Thesis, University Of Kwazulu-Natal, Durban.

Ekiz, D. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (2. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.

English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: children's construction of a consumer guide. *Educational Studies in Mathematics, 63*(3), 303-323.

English, L.D. (2010). Modeling with complex data in the primary school. In: Lesh, R., Galbraith, P., Haines, C., Hurford, A. (eds) *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1_25

English, L., & Sriraman, B. (2010). Problem Solving for 21st Century. In B. Sriraman, L. English (Eds.), *Theories of Mathematics Education, Advances in Mathematics Education*. 263-290. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00742-2_27

Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *İlköğretim Online, 10*(1), 364-377.

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., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14*(4), 1-21.

Erbaş, Ç., & Demirer, V. (2015). Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının incelenmesi ve eğitimsel açıdan değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11*(3), 802-813.

Erdemir, N., Bakırcı, H. ve Eyduran, E. (2009). Öğretmen adaylarının eğitimde teknolojiyi kullanabilme özgüvenlerinin tespiti. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 6(*3), 99-108.

Eric, C. C. M. (2010). Tracing primary 6 students' model development within the mathematical modelling process. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(3), 40-57.

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.

Freitas, R., & Campos, P. (2008). SMART: a SysteM of Augmented Reality for Teaching 2 nd grade students. *In Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conferen-ce on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction, 2*, 27-30. British Computer Society.

Fox, J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. Proceedings 29th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia 1, 21-228.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education.* Dordrecht: Kluwer Academic.

Frejd, P., & Ärlebäck, J. B. (2011). First results from a study investigating Swedish upper secondary students'mathematical modelling competencies. In G. Kaiser, W. Blum, R.

Borromeo Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 407–416). Springer: New York.

Fu, J., & Xie, J. (2013). Comparison of mathematical modelling skills of secondary and tertiary students. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Eds.), *Teaching mathematical modelling: connecting to research and practice. ınternational perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 165-173). New York: Springer. doi: 10.1007/978-94-007-6540-5_14

Galbraith, P. (2007). Authenticity and Goals — Overview. In: Blum, W., Galbraith, P.L., Henn, HW., Niss, M. (eds) *Modelling and Applications in Mathematics Education. New ICMI Study Series*, vol 10. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_17

Galbraith, P., & Clatworthy, N. J. (1990). Beyond standard models – Meeting the challenge of modelling. *Educational Studies in Mathematics* , 21 (2), 137-163.

Galbraith, P. L., & Stillman, G. (2001). Assumptions and context: Pursuing their role in modeling activity. In J. F. Matos, W. Blum, K. Houston & S. P. Carreira (Eds.), Modeling and mathematics education: *ICTMA9 Applications in Science and Technology*. 300–310. Chichester: Horwood. https://doi.org/10.1533/9780857099655.5.300

Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM. 38*(2), 143-162. https://doi.org/10.1007/BF02655886.

Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., and Edwards, I. (2007). Facilating 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

Gatabi, A. R., & Abdolahpour, K. (2013). Investigating students'modeling competency through grade, gender, and location. In B. Ubuz, C. Haser & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings Of The 8th Congress Of The European Society For Research İn Mathematics Education CERME 8*. 1070-1077. Turkey: Middle East Technical University

Glesne, C. (2015). *Nitel araştırmaya giriş*. (Çev.A.Ersoy ve P.Yalçınoğlu). Ankara:Anı Yayıncılık.

Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context Problems in Realistic Mathematics Education: A Calculus Course as an Example. *Educational Studies in Mathematics*, 39, 111-129. https://doi.org/10.1023/A:1003749919816

Gravemeijer, K. (1999). How emergent models may foster the constitution of formal mathematics. *Mathematical Thinking and Learning. 1*(2), 155-177. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0102_4

Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From models to modelling. In K. Gravemeijer, R. Lesrer, B. Oers, & L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education.* 7-22. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3194-2_2

Greefrath, G., & Vorhölter, K. (2016). Teaching and learning mathematical modelling: approaches and developments from German speaking countries. *ICME-13 Topical Surveys*, 1-42, Switzerland: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319- 45004-9_1

Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classroom: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7, 293- 307. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(97)00006-6

Grünewald, S. (2012). Acquirement of modelling competencies – First results of an empırical comparison of the effectıveness of o holistic respectıvely an atomistic approach to the development of (metacognition) modelling competencies of students. *12th International Congress on Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea.

Gündüz, Ş., & Odabaşı, F. (2004). Bilgi çağinda öğretmen adaylarinin eğitiminde öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme dersinin önemi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, *3*(1), 43-49.

Haines, C. R., & Crouch, R. (2010). Remarks on a modeling cycle and interpreting behaviours. In R. Lesh, P. Galbraith, C., R. Haines & A. Hurford (Eds.), *Modelig Students'mathematical Modeling Competencies* (ICTMA 13) (pp. 145-154). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1_12

Haines, C., & Crouch, R. (2001). Recognizing constructs within mathematical modelling. *Teaching Mathematics and Its Applications*, *20*(3), 129-138. https://doi.org/10.1093/teamat/20.3.129

Haines, C., & Izard, J. (1995). Assesment in context for mathematical modelling. In C.Sloyer, W. Blum, & I. Huntley (Eds.), *Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications (*pp. 131-149). Yorklyn: Water Street Mathematics.

Halvorson, W., Ewing, M., & Windisch, L. (2011). Using Second Life to teach about marketing in Second Life. *Journal of Marketing Education*, *33*, 217-228.

Hamilton, E., Lesh, R., Lester, F. R. A. N. K., & Brilleslyper, M. (2008). Model-eliciting activities (MEAs) as a bridge between engineering education research and mathematics education research. *Advances in Engineering Education, 1(*2), n2.

Hartly D. (1987). The convergence of Learner- centered Pedagogy in primary end further end education in Scotland 1965-1985 . *British Journal of Education Studies*, 35(2) 115-128. https://doi.org/10.1080/00071005.1987.9973756

Harris, L. and Rea, A. (2009) Social networks: The future of marketing for small business. *Journal of Business Strategy, 30*, 24-31.

Heid, S., & Kretschmer, T. (2009). LLL3D's contribution to teaching and learning with 3-D MUVEs in higher education. *British Journal of Educational Technology*, *40*(3), 568-571.

Henning, H., & Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. In W. Blum, P.L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modeling and applications in mathematics education (ICMI 14) (pp*. 225–232). New York: Springer.

Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve Düşünme Süreçleri Üzerine Bir Açıklama*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.

Hıdıroğlu, Ç. N., & Özkan Hıdıroğlu, Y. (2016). *Modelleme yaklaşımlarına bütüncül bir bakış ve yeni bir öğrenme modeli önerisi: HTTM modeli ve kuramsal temeli*. Ö. Demirel & S. Dinçer (Eds), Eğitim bilimlerinde yenilik ve nitelik arayışı, (ss. 1109-1142) içinde. Ankara: Pegem Akademi.

Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin-Dede, A., Kula, S., & Bukova-Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme

süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (*31), 1-17.

Holmberg, B. (1997). Distance education theory again. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, *12*(1), 31-39

Houston, K. (2007). Assessing the "phases" of mathematical modelling. In W. Blum, P.L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modeling and applications in mathematics education (ICMI 14) (pp*. 249–256). New York: Springer.

Houston, K., & Neill, N. (2003). Assessing modelling skills. In S. J. Lamon, W. A. Parker & S. K. Houston (Eds.), *Mathematical modelling: A way of life ICTMA11 (*pp. 155–164). Chichester: Horwood.

Huang, C. H. (2011). Assessing the modelling competencies of engineering students. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, *9*(3), 172-177.

Işık, A., & Mercan, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi 23* (4), 1835-1850.

Işık, N. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul 4. sınıfta sayılar öğrenme alanına ilişkin zorluk algısı ve başarıya etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 430676)

Izard, J., Haines, C., Crouch, R., Houston, K., & 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*. 165-177. Chichester: UK:Horwood Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857099549.4.165

İncikabı, S. (2020). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması*. (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 625340).

Ji, X. (2012, July). A quasi-experimental study of high school students'mathematics modelling competence. *12. International Congress on Mathematical Education*. Korea: Seoul.

Jung, H., & Brady, C. (2016). Roles of a teacher and researcher during in situ professional development around the implementation of mathematical modeling tasks. *J Math Teacher Education.* 19, 277–295 (2016). https://doi.org/10.1007/s10857-015-9335-6

Kabaca, T. (2016). Matematik eğitiminde teknoloji kullanımına dair teorik yaklaşımlar. *Matematik Eğitiminde Teoriler*, 820-838.

Kaiser, G., & Schwartz, B. (2006) Mathematical modeling as a bridge between school and university. ZDM, *The International Journal on Mathematics Education, 38*(2), 196 – 208. https://doi.org/10.1007/BF02655889

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*. 110-119. Chichester: Horwood. https://doi.org/10.1533/9780857099419.3.110

Kaiser, G., & Brand, S. (2015). Modelling competencies: Past development and further perspectives. In G. A. Stillman, W. Blum & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical*

Modelling İn Education Research And Practice. 129–149. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_10

Kaiser, G., & Grünewald, S. (2015). Promotion of mathematical modelling competencies in the context of modelling projects. In N. H. Lee & N. K. E. Dawn (Eds.), *Mathematical Modelling from Theory to Practice*. 21-39. London: World Scientific Publishing. https://doi.org/10.1142/9789814546928_0002

Kaiser, G., & Maaß, K. (2007). Modelling in lower secondary mathematics classroomproblems and opportunities. *New ICMI studies series*, 10, 99.

Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(3), 302-310. doi: 10.1007/BF02652813

Kaiser, G., Schwarz, B., & Tiedemann, S. (2010). Future teachers'professional knowledge on modeling. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines & A. Hurford (Eds.), *Modeling students'mathematical modeling competencies (*pp. 433- 444). New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-0561-1_37.

Kaiser, G., & Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Eds.), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice*. 277-293. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6540-5_23

Kaiser, G., Blomhøj, M., & Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 3*8(2), 82-85. https://doi.org/10.1007/BF02655882

Kamii, C., Lewis, B. A. & Kirkland, L. (2001). Manipulatives: When are they useful? *The Journal of Mathematical Behavior, 20*(1), 21-31. https://doi.org/10.1016/S0732-3123(01)00059-1

Karal, H., & Abdüsselam,S.M. (2015) *Artırılmış Gerçeklik* (Ed. Akkoyunlu, B. İşman, A. Odabaşı, F, H.). Eğitim Teknolojileri, Ankara, 150-174

Kaymak-Özmen, S., & Demir, Ö. (2012). İlköğretim öğrencilerinin dikkat toplama sürecine ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *21*(1), 135-154.

Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality, 10*(3-4), 163-174

Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 221516).

King, J. P. (1992). *Matematik sanatı.* (N. Arık, çev). Tübitak Popüler Bilim Kitapları (18. baskı).

Koç, G. (2006). Öğretimin planlanması ve uygulanması. A. Doğanay ve E. Karip (Ed.), *Öğretimde Planlama ve Değerlendirme*. 207-244. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Kol, M. (2014). *An investigation of pre-service mathematics teachers'mathematizing during a mathematical modeling task* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 385004)

Korkmaz, H. (2014). *An investigatoin of prospective secondary mathematics teachers' thinking about mathematical modeling and pedagogy of modeling throughout a modeling course.* Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Kotze, H. (2018). Competencies in mathematical modelling tasks: An error analysis. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(8). 1-12.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation.* NY: Cambridge University Press.

Lea S., Stehanson D., & Tray J. (2003). Higher Education Students' Attitudes to Student-centered Learning: beyond educationalbulimia. *Studies in Higher Education, 28*(3), 321-334. https://doi.org/10.1080/03075070309293

Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Origins and evolutions of model-based reasoning in mathematics and science. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.*), Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning, and Problem Solving*. 59–70. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc

Lesh, R., & Yoon, C. (2007). What is distinctive in (our views about) models & modelling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching?. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study (*pp. 161-170). New York: Springer.

Lesh, R., & Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *The Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (2nd ed.). 763 - 804. Reston, VA/Charlotte, NC: National Council of Teachers of Mathematics.

Lesh, R. A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematic teaching and learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving*. 3-33. Mahwah, NJ: Lawrance Erlbauum.

Lesh, R., Doerr, H. M., Carmona, G., & Hjalmarson, M. (2003). Beyond constructivism. *Mathematical Thinking and Learning*, *5*(2-3), 211–233. https://doi.org/10.1080/10986065.2003.9680000

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & 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.* 591-645. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Thousand Oaks, CA:Sage.

Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. ZDM- *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik. 38*(2), 96-112. https://doi.org/10.1007/BF02655884

Lingefjärd, T. (2000). *Mathematical Modeling by Prospective Teachers Using Technology*. Electronically published doctoral dissertation, University of Georgia.

Lingefjärd, T. (2002). Mathematical modeling for preservice teachers: a problem from anesthesiology, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 117-143. https://doi.org/10.1023/A:1021122431218

Lingefjärd, T. (2007). Mathematical modelling in teacher education – necessity or unnecessarily. In W. Blum, P. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.*), Modelling and Applications in Mathematics Education:* The 14th ICMI study. 333-340. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_35

Lingefjärd, T., & Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications, 24*(2-3), 123-133. https://doi.org/10.1093/teamat/hri021

Ludwig, M., & 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? *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*, *38*(2), 113-142. https://doi.org/10.1007/BF02655885

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. (2011). Identifying drivers for mathematical modelling – a commentary. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri ve G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. 367-373. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_36

MacGrekor, C. (2004). *Okul sonrası 365 aktivite*. (Çev. A. C. Atmaca) İstanbul: Rota Yayınevi.

Manseur, R., 2005, Virtual reality in science and engineering education, *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference,* Indianapolis.

Mason, J. (1988). Modelling: What do we really want pupils to learn? In D. Pimm (Ed.), *Mathematics, Teachers and Children. (pp*. 201-215). London: Hodder & Stoughton.

Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma.* (Çev.: S.Turan). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Mıshra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis* (2nd ed.). Thousand Oaks, California: Sage.

Mischo, C., & 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

Mishra, S. (2009). *Virtual worlds.* In S. Mishra (Ed.), E-Learning (pp. 110-113). New Delhi:

Indira Gandhi National Open University.

Mousoulides, N. (2007). *A modeling perspective in the teaching and learning of mathematical problem solving.* Doctoral Dissertation. University of Cyprus.

Mousoulides, N., Sriraman, B., & Christou, C. (2007). From problem solving to modelling: The emergence of models and modelling perspectives. *Nordic Studies in Mathematics Education*. *12*(1), 23-47.

Mousoulides, N., Pittalis, M., Christou, C., & Sriraman, B. (2010). Tracing students' modeling processes in school. In *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies: ICTMA 13* (pp. 119-129). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1_10

NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Neuman, W. L. (2000). *Social research methods: qualitative and quantitative approaches* (4th ed.). Boston, MA:Allyn and Bacon.

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*. 237-252. Budapest, Hungary: János Bolyai Mathematical Society.

Niss, M. (1999). Aspects of the nature and state of research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics* 40, 1-24.

Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The danish KOM project. In A. Gagtsis ve A. Papastavridis (Eds.), *3rd Mediterranean Conference on mathematical education (*pp. 115-124). Athens: The Hellenic Mathematical Society.

Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). How to replace the word problems. In W. Blum, P. Galbraith, H-W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education:* The 14th ICMI study (pp. 3-32). New York: Springer.

Niss, M., & Højgaard, T. (Eds.) (2011). *Competencies and Mathematical Learning Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark,* IMFUFA tekst, nr. 485, (pp. 72-73) Roskilde University.

National Research Council. [NRC] (2001). *Classroom assessment and the national science education standards*. National Academies Press.

Oldknow, A., & Taylor, R. (2003). Teaching mathematics using ICT (Vol. 1): *Continuum Intl Pub Group.*

Öğüt, H., Altun, A. A., & Koçer, H. E. (2003). Bilgisayar destekli, internet erişimli interaktif eğitim Cd'si ile e-eğitim. *Turkish Online Journal of Educational Technology, 2*(4), 67-75.

Özdemir, E., & 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.

Özdinç, F. (2010). *Üç boyutlu çok kullanıcılı sanal ortamların oryantasyon amaçlı kullanılması.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

Özer-Keskin, Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özgür Şen, E. (2020). Öğretmen Adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemleri ve tasarlama sürecine ilişkin görüşleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi.* ISSN: 2147 – 1037. https://doi.org/10.29299/kefad.853996

Özmantar, M. F., & Bingölbali, E. (2010). Etkinlik tasarımı ve temel tasarım prensipleri. E. Bingölbali ve M. F. Özmantar (Ed.), *İlköğretimde Karşılaşılan Matematiksel Zorluklar Ve Çözüm Önerileri* (2. Baskı) içinde (s. 313-348). Ankara: Pegem Akdemi.

Patera, M., Draper, S., & Naef, M. (2008). Exploring magic cottage: A virtual reality environment for stimulating children's imaginative writing. *Interactive Learning Environments, 16*(3), 245-263. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. (Çev. M.Bütün ve S.B.Demir). Ankara: Pegem Yayıncılık.

Penrose, O. (1978). How can we teach mathematical modelling? *Journal of Mathematical Modelling for Teachers, 1*, 31.

Perez-López, D. P., & Contero, P. (2013). Delivering educational multimedia contents thtough an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 12*(4), 19-28

Perk, E. (2019). Fonksiyonlar konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin meslek lisesindeki öğrenci başarısına etkisi. (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 556108).

Peter Koop, A. (2004). Fermi problems in primary mathematics classrooms: pupils'ınteractive modelling processes. In I. Putt, R. Farragher & M. McLean (Eds.), *Mathematics education for the Third Millenium: Towards 2010, Proceedings of the 27th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (pp*. 454-461). Townsville, Queensland: Merga

Plath, J., Leiss, D., & 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.

Ramos-Rodríguez, E., Fernández-Ahumada, E., & Morales-Soto, A. (2022). Effective teacher professional development programs. A case study focusing on the development of mathematical modeling skills. *Education Science*. 12(2). https://doi.org/10.3390/educsci12010002

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.

Rosa, M., & Orey, D. C. (2015). Social-critical dimension of mathematical modelling. In: Stillman, G., Blum, W., Salett Biembengut, M. (Eds) Mathematical modelling in education research and practice. *International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling.* Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_32

Sağırlı, M. Ö. (2010). *Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 279272).

Schaap, S., Vos, P., & Goedhart, M. (2011). Students overcoming blockages while building a mathematical model: Exploring a framework. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling (ICTMA 14*). 137-146. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_15

Schwarz, B., & Kaiser, G. (2007). Mathematical modelling in school-experiences from a project ıntegrating 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).

Schönbrodt, S., Wohak, K., & Frank, M. (2022). Herramientas digitales para la modelización matemática colaborativa en lí-nea. *Modeling in Science Education and Learning. 15*(1), 151-174.

Seferoğlu, S.S. (2006). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı* (1.baskı). Ankara: Pegem.

Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *The Teaching of Mathematics, 13*(2), 105-112.

Sevinç, Ş., & Melek, Z. (2020). Investigation of individual and group development of prospective mathematics teachers in modeling activity. *Başkent Unıversity Journal Of Education. 7*(1). 1-19.

Sharma, M. D., Millar R. & Seth S., (1999). Workshop tutorials: Accommodating student centered learning in large first year university Physics Courses. *International Journal of Science Education, 21*(8) 839– 853. https://doi.org/10.1080/095006999290327

Siller, H. S., & Greefrath, G. (2010). *Mathematical modelling in class regarding to technology*. In Durand-Guerrier, V., Soury-Lavergne, S. and Arzarello, F. (Eds.), Proceedings of the sixth congress of the European Society for Research in Mathematics Education (pp. 2136-2145). France: Lyon.

Smith, A. (2004). *Making mathematics count: The report of Professor Adrian Smith's inquiry into post14 mathematics education*. Stationery Office. http://dera.ioe.ac.uk/id/eprint/4873

Smith, M. S., & Stein, M. K. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School, 3*(5), 344-350. https://doi.org/10.5951/MTMS.3.5.0344

Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology, 16*(1), 5-29.

Stake, R.E. (2005). Qualitative case studies. In N.K Denzin and YS.Lincoln (Eds.), *The Sage Handbook of Qualitative Research* (3rd ed.). 443-466. Thousands Oaks, CA:Sage.

Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School, 3*(4), 268-275. https://doi.org/10.5951/MTMS.3.4.0268

Stillman, G. A. (2004). Strategies employed by upper secondary students for overcoming or exploiting conditions affecting accessibility of applications tasks. *Mathematics Education Research Journal, 16*(1), 41–70.

Stillman, G. (2012). Applications and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt? *12th International Congress on Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea. https://www.mathunion.org/fileadmin/ICMI/Conferences/ICME/ICME12/www.icme12.org/upload/submission/1923_F.pdf sayfasından 10.01.2022 tarihinde edinilmiştir.

Stillman, G. A., Blum, W., & Biembengut, M. S. (2015). Cultural, social, cognitive and research ınfluences on mathematical modelling education. In G. A. Stillman, W. Blum & Biembengut, M. S. (Eds.). *Mathematical modelling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences (*pp. 1-32).

Stillman, G. A., & Galbraith, P. L. (1998). Applying mathematics with real world connections: Metacognitive characteristics of secondary students. *Educational Studies in Mathematics, 36*(2), 157-194

Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in ımplementing mathematical modelling in the secondary classroom. In J. Watson & K. Beswick, (Eds.). *Mathematics: Essential research, essential practice (pp*. 691-700). Australia: Merga.

Stillman, G., Brown, J., & Galbraith P. (2010). Researching applications and mathematical modelling in mathematics learning and teaching. *Mathematics Education Research Journal, 22(*2), 1-6.

Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2008). Studying the classroom implementation of tasks: High-level mathematical tasks embedded in ”real-life” contexts. *Teaching and Teacher Education, 24*(4), 859-875. https://doi.org/10.1016/j.tate.2007.11.015

Superfine, A. C., & Wagreich, P. (2010). Developing mathematics knowledge for teaching in a content course: A "Design Experiment" involving mathematics educators and mathematicians. In D. Mewborn (Eds.), *Scholarly Practices and Inquiry in The Preparation of Mathematics Teachers.* 15–27. San Diego, CA: Association of Mathematics Teacher Educators.

Şahin, B. (2013). Öğretmen adaylarının "Matematik Öğretmeni", "Matematik" ve "Matematik Dersi" kavramlarına ilişkin sahip oldukları metaforik algılar . *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(1) , 313-321.

Şahin, N. & Eraslan, A. (2018). İlkokulda model oluşturma etkinlikleri nasıl uygulanmalı? . *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi, 4*(1) , 99-117 .

Şengil-Akar, Ş. (2017). *Üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde incelenmesi*. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi.

Şen-Zeytun, A. (2013). *An investigation of prospective teachers'mathematical modelling processes and their views about factors affecting these processes* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 341056).

Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2013a). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite problemi. *İlköğretim Online*, *12*(4), 1100-1119.

Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2013b). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*(1), 288-299.

Tekin, A., Hıdıroğlu, Ç., & Bukova Güzel, E. (2011). Examining of model eliciting activities developed by prospective mathematics teachers. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*. 10-15.

Tekin-Dede, A., & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 4*(3), 185-206.

The Consortium for Foundation Mathematics, (2008). *Mathematical Models with Applications*, Texas Edition, Boston, 67-70.

Tomlinson, M. (2004). *14-19 curriculum and qualifications reform.* http://www.educationengland.org.uk/documents/pdfs/2004-tomlinson-report.pdf. Erişim tarihi: 12.04.2020.

Tong, D. H., Loc, N. P., Uyen, B. P., & Giang, L. T. (2019). Developing the competency of mathematical modelling: A case study of teaching the cosine and sine theorems. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 18* (11), 18-37

Toptaş, V. (2008). Geometri öğretiminde sınıfta yapılan etkinlikler ile öğretme-öğrenme sürecinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, *7*(1), 91-110.

Toptaş, V. (2009). İlköğretimde etkinlikler ve geometri öğretimi. *İlköğretmen Eğitimci Dergisi*, 26, 40-44.

Tural-Sönmez, M. (2017). Matematiksel modelleme problemlerinin yapılandırılması üzerine tasarım tabanlı inceleme: finansal içerik örneği. *Journal of Computer and Education Research, 5*(10), 218-240. https://doi.org/10.18009/jcer.307314

Türker, B., Sağlam, Y., & Umay, A. (2010). Preservice teachers'performances at mathematical modeling process and views on mathematical modeling. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 2, 4622–4628. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.740.

Urhan, S., & Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: Öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *15*(59), 1279-1295. https://doi.org/10.17755/esosder.263231

Van Amerom, B. (2002) *Reinvention of early algebra* - Developmental research on the transition from arithmetic to algebra. Utrecht: CD-b Pres.

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.

Voskoglou, M. G. (2006). The use of mathematical modelling as a tool for learning Mathematical. *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 16, 53-60.

Vural, B. (2003). *Öğrenci merkezli eğitim ve çoklu zekâ*. İstanbul: Hayat Yayıncılık.

Wrzesien, M., & Raya, M. A. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. *Computers & Education*, *55*(1), 178-187. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.01.003

Yıldırım A., & Şimşek, H.(2015). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (10. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B. & Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin Stem uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 6*(18), 47-54. https://doi.org/10.18506/anemon.471037

Yin, R. K. (2008). *Case Study Research: Design and Methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2011). What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modeling? In G. Kaiser, W. Blum, R. BorromeoFerri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling international perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling*. 147-156. Springer Science and Business media. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_16

Zbiek, R. M., & Conner, A. (2006). Beyond motivation exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics* 63, 89-112. https://doi.org/10.1007/s10649-005-9002-4

Zhu, W., Owen, C., Li, H. & Lee, J.-H. (2004). Personalized in-store e-commerce with PromoPad: an augmented reality shopping assistant. *Electronic Journal for E-commerce Tools and Applications, 1*(3), 1-19.

EKLER

EK-1. Öğrenme Ortamında Uygulanan Etkinliklere Ait Ölçütler

ETKİNLİKLER	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Ölçüt 2	Ölçüt 1	Ölçüt 0
Büyük Ayak Problemi	A yeterliği	Veri grubuna ihtiyaç olduğunu fark etme ve geçici bir model oluşturma	Veri grubuna ihtiyaç olduğunu fark edememe veya geçici bir model oluşturamama	Veri grubuna ihtiyaç olduğunu fark edememe ve geçici bir model oluşturamama
	B yeterliği	Değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirme ve uygun matematiksel gösterimleri seçme	Değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirememe veya uygun matematiksel gösterimleri seçememe	Değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirememe ve uygun matematiksel gösterimleri seçememe
	C yeterliği	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma, karmaşık gelen durumları basitleştirme ve benzer problemler oluşturma	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanamama veya karmaşık gelen durumları basitleştirememe veya benzer problemler oluşturamama	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanamama, karmaşık gelen durumları basitleştirememe ve benzer problemler oluşturamama
	D yeterliği	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama veya özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe
	E yeterliği	Mevcut çözümü doğrulama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleme	Mevcut çözümü doğrulayamama veya problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe	Mevcut çözümü doğrulayamama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe
Üretim Hatası	A yeterliği	Değişkenler arası ilişkiler kurma ve geçici model oluşturma (hatalı seri için tahminlerde bulunma)	Değişkenler arası ilişkiler kuramama veya geçici model oluşturamama	Değişkenler arası ilişkiler kuramama ve geçici model oluşturamama
	B yeterliği	Değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirme ve uygun matematiksel gösterimleri seçme	Değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirememe veya uygun matematiksel gösterimleri seçememe	Değişkenler arası ilişkileri matematikselleştirememe ve uygun matematiksel gösterimleri seçememe
	C yeterliği	Problemi benzer problemlerle	Problemi benzer problemlerle	Problemi benzer problemlerle

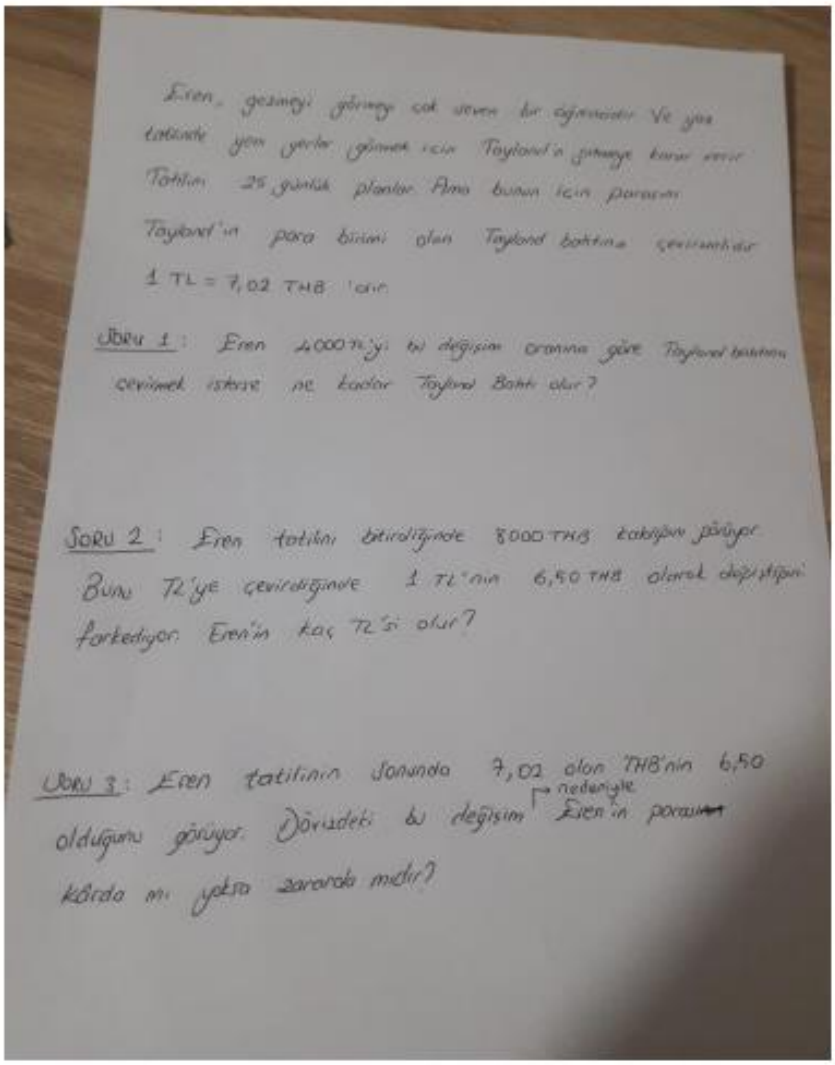
		ilişkilendirme ve matematiksel bilgiyi kullanma	ilişkilendirememe veya matematiksel bilgiyi kullanamama	ilişkilendirememe ve matematiksel bilgiyi kullanamama
	D yeterliği	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama veya özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe
	E yeterliği	Mevcut çözümü doğrulama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleme	Mevcut çözümü doğrulayamama veya problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe	Mevcut çözümü doğrulayamama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe
Roller Coaster	A yeterliği	Verilen ve istenilen durumları belirleme ve geçici bir model oluşturma (tahmini bir grafik)	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe veya geçici bir model oluşturamama	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe ve geçici bir model oluşturamama
	B yeterliği	Oluşturulan tahmini grafiğin soruda verilen şartlara göre düzenlenmesi ve değişkenler arası ilişkilerin matematikselleştirilmesi	Oluşturulan tahmini grafiğin soruda verilen şartlara göre düzenlenememesi veya değişkenler arası ilişkilerin matematikselleştirilememesi	Oluşturulan tahmini grafiğin soruda verilen şartlara göre düzenlenememesi ve değişkenler arası ilişkilerin matematikselleştirilememesi
	C yeterliği	Problemi benzer problemlerle ilişkilendirme ve modeli matematiksel bilgiyi kullanarak çözme	Problemi benzer problemlerle ilişkilendirememe veya modeli matematiksel bilgiyi kullanarak çözememe	Problemi benzer problemlerle ilişkilendirememe ve modeli matematiksel bilgiyi kullanarak çözememe
	D yeterliği	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama veya özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe
	E yeterliği	Mevcut çözümü doğrulama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleme	Mevcut çözümü doğrulayamama veya problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe	Mevcut çözümü doğrulayamama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe
İzmir Saat Kulesi	A yeterliği	Verilen ve istenilen durumları belirleme ve geçici bir model oluşturma (tahmini bir uzunluk)	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe veya geçici bir model oluşturamama	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe ve geçici bir model oluşturamama
	B yeterliği	Oluşturulan ilk tahmin üzerine yansımalar yapma ve tahminleri destekleyecek matematiksel gösterimler belirleme	Oluşturulan ilk tahmin üzerine yansımalar yapamama veya tahminleri destekleyecek matematiksel gösterimler belirleyememe	Oluşturulan ilk tahmin üzerine yansımalar yapamama ve tahminleri destekleyecek matematiksel gösterimler belirleyememe
	C yeterliği	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirme	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanamama veya problemi benzer problemlerle ilişkilendirememe	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanamama ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirememe

	D yeterliği	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama veya özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe
	E yeterliği	Mevcut çözümü doğrulama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleme	Mevcut çözümü doğrulayamama veya problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe	Mevcut çözümü doğrulayamama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe
Satranç Tahtası	A yeterliği	Verilen ve istenilen durumları belirleme ve geçici bir model oluşturma	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe veya geçici bir model oluşturamama	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe ve geçici bir model oluşturamama
	B yeterliği	Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları matematiksel olarak ifade etme	Uygun matematiksel gösterimleri seçememe veya durumları matematiksel olarak ifade edememe	Uygun matematiksel gösterimleri seçememe ve durumları matematiksel olarak ifade edememe
	C yeterliği	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirme	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanamama veya problemi benzer problemlerle ilişkilendirememe	Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanamama ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirememe
	D yeterliği	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama veya özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe
	E yeterliği	Mevcut çözümü doğrulama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleme	Mevcut çözümü doğrulayamama veya problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe	Mevcut çözümü doğrulayamama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe
Su Deposu	A yeterliği	Verilen ve istenilen durumları belirleme ve depolara ait geçici model oluşturma	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe veya depolara ait geçici model oluşturamama	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe ve depolara ait geçici model oluşturamama
	B yeterliği	Oluşturulan tahmini grafikleri soruda verilen durumlara göre düzenleme ve matematikselleştirme	Oluşturulan tahmini grafikleri soruda verilen durumlara göre düzenleyememe veya matematikselleştirememe	Oluşturulan tahmini grafikleri soruda verilen durumlara göre düzenleyememe ve matematikselleştirememe
	C yeterliği	Somut materyal üzerinde matematiksel bilgiyi kullanma ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirme	Somut materyal üzerinde matematiksel bilgiyi kullanamama veya problemi benzer problemlerle ilişkilendirme	Somut materyal üzerinde matematiksel bilgiyi kullanamama ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirme
	D yeterliği	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama veya özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe
	E yeterliği	Mevcut çözümü doğrulama ve problemi çözmek için	Mevcut çözümü doğrulayamama veya problemi çözmek için	Mevcut çözümü doğrulayamama ve problemi çözmek için

		farklı çözüm yolları belirleme	farklı çözüm yolları belirleyememe	farklı çözüm yolları belirleyememe
Obezite Problemi	A yeterliği	Verilen ve istenilen durumları belirleme ve örnek bir egzersiz için ilk modeli oluşturma	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe veya örnek bir egzersiz için ilk modeli oluşturamama	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe ve örnek bir egzersiz için ilk modeli oluşturamama
	B yeterliği	Oluşturulan modeli farklı egzersizler için deneme	Oluşturulan modeli tek bir egzersiz ile çözme	Modeli hiçbir egzersiz için çözememe
	C yeterliği	Farklı egzersizler için oluşturulan modeller üzerine yansımalar yapma ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirme	Farklı egzersizler için oluşturulan modeller üzerine yansımalar yapamama veya problemi benzer problemlerle ilişkilendirememe	Farklı egzersizler için oluşturulan modeller üzerine yansımalar yapamama ve problemi benzer problemlerle ilişkilendirememe
	D yeterliği	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama veya özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe
	E yeterliği	Mevcut çözümü doğrulama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleme	Mevcut çözümü doğrulayamama veya problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe	Mevcut çözümü doğrulayamama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe
Mayon Yanardağı	A yeterliği	Verilen ve istenilen durumları belirleme ve geçici bir model oluşturma (tahmini patlama yılı)	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe veya geçici bir model oluşturamama	Verilen ve istenilen durumları belirleyememe ve geçici bir model oluşturamama
	B yeterliği	Oluşturulan ilk model üzerine yansımalar yapma, matematiksel olarak destekleme ve gerekli-gereksiz bilgiyi ayırt etme	Oluşturulan ilk model üzerine yansımalar yapamayıp matematiksel olarak destekleyememe veya gerekli-gereksiz bilgiyi ayırt edememe	Oluşturulan ilk model üzerine yansımalar yapamayıp matematiksel olarak destekleyememe ve gerekli-gereksiz bilgiyi ayırt edememe
	C yeterliği	Oluşturulan modeli benzer problemlerle ilişkilendirme ve matematiksel bilgiyi kullanma	Oluşturulan modeli benzer problemlerle ilişkilendirememe veya matematiksel bilgiyi kullanamama	Oluşturulan modeli benzer problemlerle ilişkilendirememe ve matematiksel bilgiyi kullanamama
	D yeterliği	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama veya özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe	Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayamama ve özel durum için geliştirilen çözümleri genelleyememe
	E yeterliği	Mevcut çözümü doğrulama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleme	Mevcut çözümü doğrulayamama veya problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe	Mevcut çözümü doğrulayamama ve problemi çözmek için farklı çözüm yolları belirleyememe

EK-2. Öğretmen Etkinliklerinin İlk ve Son Halleri

Ö1 kodlu öğretmenin etkinliğinin ilk hali



Eren, gezmeyi görmeye çok seven bir öğrenci. Ve yaz tatilinde yeni yerler görmek için Tayland'a gitmeye karar verir. Tatilim 25 günlük planlar. Ama bunun için paranın Tayland'ın para birimi olan Tayland bahtına çevrilmesidir. 1 TL = 7,02 THB 'dir.

Soru 1: Eren 4000 TL'yi bu değişim oranına göre Tayland bahtına çevirmek istese ne kadar Tayland Bahtı olur?

Soru 2: Eren tatilini bitirdiğinde 8000 THB kalmış görüyor. Bunu TL'ye çevirdiğinde 1 TL'nin 6,50 THB olarak değiştiğini farkediyor. Eren'in kaç TL'si olur?

Soru 3: Eren tatilinin sonunda 7,02 olan THB'nin 6,50 olduğunu görüyor. Dövizdeki bu değişim nedeniyle Eren'in paras~~ı~~ kârda mı yoksa zararda mıdır?

Ö1 kodlu öğretmenin etkinliğinin son hali

SAĞLIKLI BESLENMEYE NE DERSİN?



İnsanların pek çok hastalığının temel sebebinin yediğimiz gıdalar olduğunu varsayarsak sağlıklı ve hastalıklardan uzak bir yaşam için sağlıklı beslenmeyi yaşam standardına dönüştürmeyi hedefleyebilmeliyiz. Sağlıklı bir hayatı hedefleyen Zeynep, bunun için kendine bir beslenme programı hazırlamayı planlar. Zeynep 160cm boyunda 51 kgdur. Zeynep 15 yaşındadır. Hazırlayacağı beslenme programında günlük kalori, protein ve karbonhidrat ihtiyacınıda göz önüne almalıdır. Sağlıklı bir insanın protein ihtiyacı kilosunun 0,8 ile çarpılması ile bulunur.Sağlıklı ve hafif egzersizler yapan bir bireyinde günlük alacağı karbonhidrat miktarları aşağıdaki gibidir.

60 kg ağırlığında biri 160 gr
70 kg ağırlığında biri 185 gr
80 kg ağırlığında biri 210 gr
şeklindenir.
Günde 3 öğün beslenecek olan Zeynep'e besin tablosundan yararlanarak beslenme programı hazırlamasına yardımcı olur musunuz?

Gıda değer tablosu
http://www.sportsinternational.com.tr/images/beslenme.pdf
sitesinden alınmıştır. Alınış tarihi: 06.01.2019

(Uygulama esnasında etkinlikle birlikte gıda değer tablosu her öğrenciye, öğretmen tarafından verilmiştir.)

Ö2 kodlu öğretmenin etkinliğinin ilk hali

BAKTERİ PROBLEMİ

Bakterilerin 1. Saat içinde, 2. Saat içinde ve zaman içindeki sayılarını, zamana göre sayılarının değişimini matematiksel olarak ifade ediniz

Videolardan da istediğiniz ölçüde yararlanarak tüm gerekçelerinizi ayrıntılı bir şekilde açıklayınız.

Ö2 kodlu öğretmenin etkinliğinin son hali

BAKTERİ PROBLEMİ

TANITICI MAKALE

Bakterilerin yararlı ve zararlı olanları olduğu gibi zararlı bakterilerin de farklı türleri vardır.

Zararlı bakterilerin birçok türü bulunmaktadır. Termofil Bakteriler bu türlerden sadece biridir. Bu bakteriler özellikle sıcak su kaynakları ve kaplıcalarda bulunur ve 45-70°C sıcaklık aralığında çoğalır. Konserve ve pastörize edilen gıdaların bozulmasında etkin rol oynar. **Bakterilerde çoğalma ikiye bölünme şeklinde** gerçekleşmektedir. Bu bakterilerden biri olan **E. coli'nin 20 dakikada 2'ye bölündüğü** belirlenmiştir.



E.coli bakterisinin kişileri hasta edebilmesi için yaklaşık 100 hücre bulunması gereklidir. Bu bakteri özellikle çocuklarda, yaşlılarda ve bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde hastalık oluşturmak için yeterlidir. Hastalığın ilk belirtileri karın ağrısı ve yüksek ateş ile birlikte kanlı olmayan dairedir. Kusma görülebilir.*

E.Coli özellikle sığır ve hayvanlarla temas, çiğ et ve meyve suları vb.'den insanlara bulaşan bir bakteri türüdür. İdrar yolu enfeksiyonları, bağırsak enfeksiyonları, böbrek yetmezlikleri ve ölümle sonuçlanan hastalıklara neden olmaktadır. Bununla birlikte Penisilin E.coli bakterisini öldürmekte, zamanında müdahale edildiğinde zararlı etkilerinden korumaktadır.

PROBLEM DURUMU

Berna'ya yediği salamdan E.Coli bakteri hücresi bulaşmıştır. Şu an bir tane olan E. Coli hücresine zamanında müdahale etmezsek enfeksiyona sebep olabilir. Bu hücre çoğalmaya devam ederse ne kadar süre sonunda Berna'yı hasta eder?

Bakterinin zamana göre çoğalmasını, sayısındaki değişimi matematiksel olarak ifade ediniz. Ne kadar süre sonra hasta edeceğini bulunuz.

Berna'nın hastalık belirtileri oluşmadan doktora gitmesi gereken süreyi bulup, Berna'ya yardım ediniz.

*: http://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Gidalarda-Ecoli-O157H7-ve-Neden-Oldugu-Enfeksiyonlar/Gidalarda-Ecoli-O157H7-ve-Neden-Oldugu-Enfeksiyonlar_95.htm
adresinden 11.01.2019 tarihinde alınmıştır.

Ö3 kodlu öğretmenin etkinliğinin ilk hali

NASIL SEYAHAT ETMELİLER?

4 kişilik bir aile Kağızman'dan Ankara'ya seyahat edeceklerdir. Bu aile Ankara'ya nasıl gidebileceklerini düşünmüş ve sonuç olarak 4 farklı yöntemle Ankara'ya gidebileceklerine karar vermişlerdir. Aile bu yöntemlerden en hesaplı olanını tercih edecektir.
Bu ailenin Kağızman'dan Ankara'ya gitmeye yönelik fikirleri aşağıda verilmiştir.
1) Kağızman'dan Kars'a ilçe minibüsleri ile gidip Kars'ta uçağa binerek Ankara'ya ulaşabiliriz.
2) Kağızman'dan otobüse binip Ankara'da otobüsten inebiliriz.
3) Otomobilimiz ile Kağızman'dan yola çıkıp Ankara'ya ulaşabiliriz.
4) Kağızman'dan Kars'a ilçe minibüsleri ile gidip Kars'ta trene binerek Ankara'ya gidebiliriz.

Bu aile yolculuğa çıkmadan önce bir kişilik ilçe arabası, otobüs, uçak ve tren bilet fiyatlarını araştırmıştır. Ancak aile yola çıkış tarihini tam olarak planlamadığından ve sene içerisinde uçak, otobüs ve tren bilet fiyatları değişkenlik gösterdiğinden sene içerisindeki bilet fiyatları arasındaki ilişkiyi bulmaya çalışmıştır. Aile araştırmaları sonucunda sene içerisinde yaklaşık olarak bir kişilik otobüs bilet fiyatının bir kişilik tren bilet fiyatının 3 katı ve bir kişilik uçak bilet fiyatının bir kişilik tren bilet fiyatının 5 katı olduğunun farkına varmıştır. Kağızman'dan Kars'a hareket eden ilçe arabası bir kişilik bilet fiyatı ise yıl boyunca 17 TL dir. 4 kişilik bilet alımlarında ulaşım araçlarının tümümde bilet fiyatları üzerinden indirim yapılmamaktadır. Bir kişilik tren bilet fiyatı yıl boyunca 40 TL den fazladır.

Aile hangi ulaşım aracını seçerse seçsin mola yerlerinde alışveriş ve harcama yapmamaya karar vermiştir. Ayrıca bu ailenin otomobilinin 100 km'de yakıt tüketimi yaklaşık olarak 4 litredir.
Verilen bilgilere göre sizce bu aile Ankara'ya en hesaplı hangi yöntemle gider?

Ö3 kodlu öğretmenin etkinliğinin son hali

NASIL SEYAHAT ETMELİLER?

Dört kişilik bir aile Kağızman'dan Ankara'ya seyahat edeceklerdir. Bu aile Ankara'ya nasıl gidebileceklerini düşünmüş ve sonuç olarak dört farklı yöntemle Ankara'ya gidebileceklerine karar vermişlerdir. Aile bu yöntemlerden en hesaplı olanını tercih edecektir.



(Kaynak: https://pixabay.com/tr/yol-red-rocks-kaya-olu%C5%9Fumlar%C4%B1-1303617/ 15.01.2019 07:07)

Bu ailenin Kağızman'dan Ankara'ya gitmeye yönelik fikirleri aşağıda verilmiştir.

Anne(36 yaş): "Kağızman'dan Kars'a ilçe minibüsleri ile gidip Kars'ta uçağa binerek Ankara'ya ulaşabiliriz."

Kız Çocuk(7 yaş): "Kağızman'dan otobüse binip Ankara'da otobüsten inebiliriz."

Erkek Çocuk(11 yaş): "Otomobilimiz ile Kağızman'dan yola çıkıp Ankara'ya ulaşabiliriz."

Baba(41 yaş): "Kağızman'dan Kars'a ilçe minibüsleri ile gidip Kars'ta trene binerek Ankara'ya gidebiliriz."

Bu ailenin Ankara'ya giderken seçmesi gereken en uygun ulaşım şeklini belirten bir rapor hazırlayıp, aileye yardımcı olunuz.

Ö4 kodlu öğretmenin etkinliğinin ilk hali

KASİS PROBLEMİ



Hız kesici(kasis): Kasisler, yol platformu boyunca enine uzanan tümseklerdir. Ülkemizde en fazla kullanılan trafiği sakinleştirmeye yönelik önlemdir. Şehir içinde trafik yoğunluğunun düşük yol yapısının hız yapmaya elverişli olduğu ve özellikle çocuk bahçesi, okul, spor ve konut alanları gibi yaya hareketliliğinin yoğun olduğu yol kesimlerinde kullanılmaktadır.

TSE (1988)'ye göre kasisler;

50m – 150 m ara ile birden çok sayıda ve yolun en fazla 800 m' lik kesiminde uygulanabilir. Birinci derece yollarda uygulanamaz. Aracın hızını ayarlayabilmesi için yoldan girişten itibaren ilk tümsek en az 20. metrede olmalıdır. Yapılacağı yolun kaplama maddesi ile aynı cinsten olmalı, taşıt yolunu enine kat etmeli, asfalt yollarda yapılacak ise mastik asfalt kullanılmalıdır. Sürücüler tarafından kolayca görülebilecek şekilde beyaza boyanmalıdır. Uygulamanın yapıldığı çift yönlü yolun başlangıç ve bitişinde, tek yönlü yolun başlangıcındaki, yol/yollara söz konusu tümseklerden en az 50 metre önce, tümseklerle yolda hız tahdidi olduğu ve bu uygulamanın uzunluğunu belirtir uyarıcı trafik işaret ve bilgi levhaları konulmalıdır.

Kasislerin amacı her ne kadar otomobillerin hızını azaltmak ve trafik güvenliğini sağlamak olsa da standartlara uygun yapılmayan hız kesiciler otomobillere özellikle ambulans gibi araçlarda ani sarsıntılara neden olup araç içerisindeki insanlara zarar verebilmektedir.

TSE(1988) standartlarına göre bir kasisin yüksekliği 7,5cm ve 10cm arasında eğimi en fazla %5 olmalıdır.

Yollarda hız kesici kasis yapan bir belediye için en uygun kasisin genişliğinin kaç metre olabileceğini bulunuz ve en uygun kasis modelini çizerek rapor halinde çalışanlara sunar mısınız?

Kaynakça:

http://www.trafik.gov.tr/SiteAssets/Yayinlar/Bildiriler/pdf/oTrafigi_Sakinlestirmeye_Yonelik_Onlemler_2010.pdf

https://www.haberturk.com/gundem/haber/1123721-ikinci-kasis-vakasi-da-bagcilarda

Ö4 kodlu öğretmenin etkinliğinin son hali

ARGE NEDİR?

AR-GE araştırma ve geliştirme kelimelerinin kısaltılmış halidir. Her firmanın bir AR-GE departmanı vardır. Firmalar Ar-Ge departmanların da ürünlerini geliştirebilmek için faaliyetler gösterirler. Ülkeler büyük şirketler kendilerini geliştirebilmek, yeni yatırımlar yapmak için AR-GE ekiplerinden yardım alırlar.

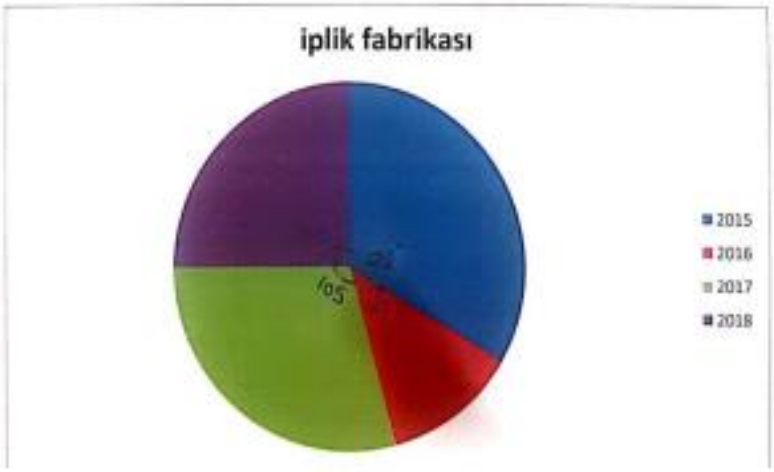
PROBLEM:

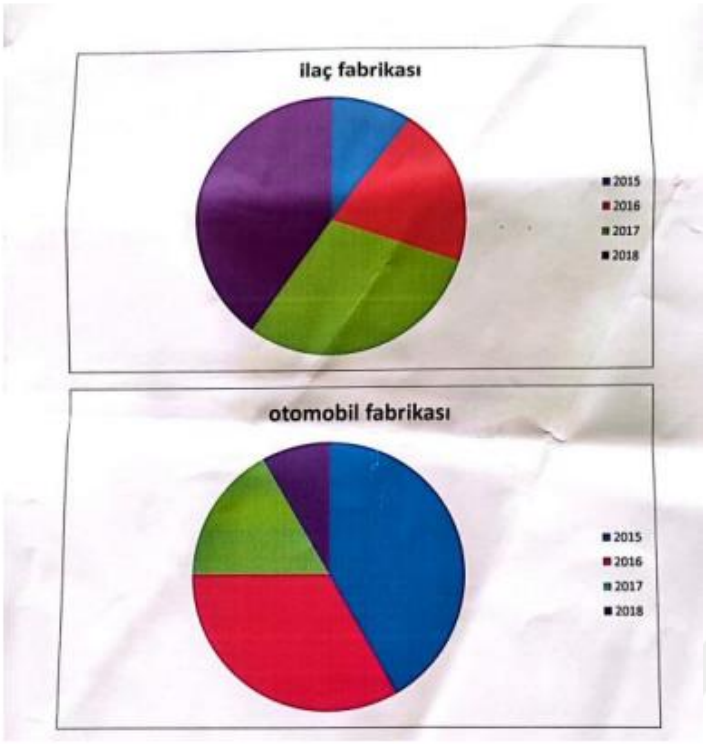
İşadamı Mustafa Bey yatırım yapmak için bir fabrika almak istiyor. Bunun için bir AR-GE ekibi kurup araştırma yapmalarını istiyor. AR-GE ekibi şehirde bulunan fabrikaların son 4 yıllık kâr miktarlarını gösteren aşağıdaki grafikleri oluşturuyor ve 2018 yılında üç fabrikanın da kâr miktarının 6 milyon olduğunu belirtiyor.

Mustafa Bey elindeki verilerle hangi fabrikayı alırsa daha kârlı bir yatırım yapacağına bir türlü karar veremiyor.

Siz bu verilere dayanarak hangi fabrikayı alması gerektiği konusunda Mustafa Bey'e yardımcı olmak ister misiniz?

Bunun için bu fabrikaların 4 yıllık durumunu gösteren bir rapor hazırlayıp, Mustafa Bey'e ne yapması gerektiği konusun da bir mektup yazar mısınız?




ilaç fabrikası
2015
2016
2017
2018
otomobil fabrikası
2015
2016
2017
2018

Ö5 kodlu öğretmenin etkinliğinin ilk hali

MİHRİMAH SULTAN CAMİİ Yİ AYDINLATALIM



Üsküdar'da bulunan Mihrimah Sultan Camiinin 37 metre yüksekliği bulunan ana kubbesi 10 metre çapındadır ve 3 yarım kubbe ile desteklenmektedir. Bu özelliği ile cami Mimar Sinan'ın yarım kubbe ile genişletilmiş ana mekan esasına göre yaptığı eserler arasında kendine özgü bir plana sahiptir. Yapının kanatları ve mihrap tarafı yarım kubbeler ile desteklenmiştir.Ana kubbe, dört kollu ayaklara binen sivri kemerlere oturtulmuştur.Şekilde görüldüğü gibi Mihrimah sultan camiinin aydınlatılmasında kullanılıyor olan bir avizede birçok ampul bulunmaktadır.Sizce avizenin dış çemberinde kaç adet ampül kullanılmıştır?

Ö5 kodlu öğretmenin etkinliğinin son hali

OKULUMUZ İZLENİYOR PROBLEMİ



OKULUMUZ İZLENİYOR

Milli Eğitim Bakanlığı Okul Öncesi Eğitim Ve İlköğretim Kurumları Yönetmeliğinin **"Öğrenci sağlığı ve okul güvenliği"** başlıklı 78. maddesi 2. fıkrasındaki; **"(2) Güvenli okul ortamının sağlanması için her türlü eğitim ve rehberlik faaliyetlerine önem verilir. Çalışanların ve öğrencilerin fiziki ve psikolojik şiddetten korunması için iletişim araçları ile kamera ve alarm sistemlerinden yararlanılarak gerekli tedbirler alınır."** hükümlerine göre okul öncesi, ilkokul ve ortaokullarda güvenlik kameraları bulunması zorunluluktur.
Bu sebeple bizler de okulumuzun güvenliği ve teneffüslerde öğrenci davranışlarının izlenebilmesi amacıyla okulumuzun bina ile bahçe duvarı arasındaki kalan kısmının izlenmesi istiyoruz. Bunun için bir kamera güvenlik sistemi kurulacaktır. Kurulacak kameralar öyle yerleştirilmeli ki okulun bahçe kısmında görünmeyen hiç bir yer kalmasın. Aşağıda bir markaya ait güvenlik kameralarının görüş mesafesi, görüş açısı ve fiyatları tablo halinde gösterilmiştir.

KAMERA TİPİ	GÖRÜŞ AÇISI	GÖRÜŞ MESAFESİ	FİYATI
2.8MM LİK KAMERA	57^	5 METREYE KADAR	374 TL
4.0 MM LIK KAMERA	47^	10 METREYE KADAR	426 TL
8.0 MM LIK KAMERA	45^	20 METREYE KADAR	759 TL
12 MM LİK KAMERA	17^	30 METREYE KADAR	836 TL
16 MM LİK KAMERA	13^	40 METREYE KADAR	968 TL

Tabloda verilen bilgilere göre;
→Okul bahçesinde kör nokta oluşmayacak ve her yerin izlenebileceği şekilde en az kaç kameranın, kaç metre yükseklikten kurulumu yapılmalıdır?
→Bu kameraların kurulacağı noktaları okulun bir krokisini çizerek belirtiniz.
→Kurulacak sistemde toplam maliyet en az ne kadar olur? (Kurulum ücreti ihmal edilecek.)
Tüm bu soruları cevaplandırarak okul idaresine en uygun kamera donanımını belirten bir mektup yazınız.

EK-3. Gönüllük Formu Örneği

GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Ben Arş. Gör. Sibel BİLGİLİ, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Matematik Eğitimi doktora öğrencisiyim. Danışman hocam Sayın Doç Dr. Alper ÇİLTAŞ rehberliğinde, **"Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi"** başlıklı doktora tez araştırmasını yürütüyorum. Araştırmaya katılacak olan öğretmenler ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemler gerçekleştirilecektir. Çalışmaya katılım tamamen gönüllülük temelinde olmalıdır. Çalışma süresince sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplarınız tamamen gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Görüşmenin yaklaşık 15 dakika süreceği tahmin edilmektedir. Gözlemler ise uygulamaların yapıldığı sınıflarda yapılacaktır ve uygulama video kameralar ile kayıt altına alınacaktır. Katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz çalışmayı yarıda bırakıp çıkmakta serbestsiniz. Böyle bir durumda çalışmada sorumlu kişiye, çalışmadan ayrılmak istediğinizi söylemek yeterli olacaktır. Çalışmanın veri toplama aşamasının sonunda, bu çalışmayla ilgili sorularınız cevaplanacaktır. Bu çalışmaya katıldığınız için şimdiden teşekkür ederiz. Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak için Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Matematik Eğitimi Bölümü doktora öğrencisi Arş.Gör. Sibel BİLGİLİ (0442 231 4252; sibel.bilgili@atauni.edu.tr) ile danışman hocam Sayın Doç.Dr. Alper ÇİLTAŞ ile de (0442 231 4258; alperciltas@atauni.edu.tr) iletişim kurabilirsiniz.

Bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve istediğim zaman yarıda kesip çıkabileceğimi biliyorum. Verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı yayımlarda kullanılmasını kabul ediyorum. (Formu doldurup imzaladıktan sonra uygulayıcıya geri veriniz)

İsim Soyadı: [redacted] Tarih: 19.10.2018 İmza:

EK-4. Uygulama İzni

T.C.
AĞRI VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 68513552-100-E.21482694 — 12/11/2018
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı Çalışma İzni (Sibel BİLGİLİ)

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Atatürk Üniversitesi, Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 02.11.2018 tarihli ve 88179374-300.E.18003116693 sayılı yazısı.

Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Bilim Dalı öğrencisi Sibel BİLGİLİ'nin detayları ekte bulunan **"Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yeterliliklerinin Geliştirilmesi"** konulu tez çalışmasını, İlimiz Selçuk Ortaokulunda yapmak istediğini ilgi yazı ile bildirilmiştir.

Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Bilim Dalı öğrencisi Sibel BİLGİLİ'nin detayları ekte bulunan **"Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yeterliliklerinin Geliştirilmesi""** adlı çalışmasını 2018-2019 Güz yarıyılında, eğitim-öğretimi aksatmayacak şekilde ve yapmış olduğu çalışmalarının sonunda hazırlamış olduğu bilgi ve belgeleri yazılı veya dijital ortamda hazırlayıp bir suretini müdürlüğümüze vermesi koşulu ile Selçuk Ortaokulunda yapması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Mehmet Faruk TEKİN
Milli Eğitim Müdürü

OLUR
12/11/2018

Onur KÖKÇÜ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Eki : İlgi Yazı

Adres: [illegible]
Elektronik Ağ: [illegible]
e-posta: [illegible]

Bilgi için: Sibel YAVUZ
Tel: [illegible]
Faks: [illegible]

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https: [illegible] adresinden 969e-1953-32d5-bf4f-ed17 kodu ile teyit edilebilir.

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : 29202147-300-E.1800315942 01.11.2018
Konu : Uygulama İzni (Sibel BİLGİLİ)

REKTÖRLÜK MAKAMINA
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : 26.10.2018 tarihli ve 88179374-300-E.1800306997 sayılı belge.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Bilim Dalı Doktora öğrencilerinden Sibel BİLGİLİ'nin 2018-2019 eğitim-öğretim yılında ***"Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Yeterliliklerinin Geliştirilmesi"*** konulu tez çalışmasının uygulamasını, Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalında Matematiksel Modelleme Yöntemi-I Lisansüstü dersini alan öğrencilere yapma talebi, ders akışını bozmayacak şekilde bizzat kendisi yapması koşuluyla Dekanlığımızca uygun görülmektedir.

Bilgilerinizi arz ederim.

Prof.Dr. Kemal DOYMUŞ
Dekan

Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2314001
Elektronik Ağ: http://www.ataun.edu.tr/tr/kazim-karabekir-egitim-fakultesi
Kep Adresi: ataun@hs01.kep.tr
Bilgi: Lütfi Yaşar TUTUK
Faks: +90 442 2314288
E-Posta: fenegitfak@atauni.edu.tr

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
https://ubys.ataun.edu.tr/ERMS/Record/Confirmation/Confirmation?code=D772D55

EK-5. Genel Değerlendirme Formu

Adı-Soyadı:

Genel Değerlendirme Soruları

1. Size göre matematiksel model ve modelleme nedir?

2. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en çok hangilerini sevdiniz? Neden?

3. Dönem boyunca yapılan etkinliklerden en az hangilerini sevdiniz? Neden?

4. Sizce iyi bir modelleme sorusu nasıl olmalıdır? Ne tür özellikler taşımalıdır?

5. Dönem başından sonuna kadar derste yapılan çalışmaları düşünerek modellemeye ve modelleme sorularına yaklaşımınızdaki değişimi değerlendiriniz.

6. Dönem başından sonuna kadar derste yapılan çalışmaları düşünerek modelleme sorularını çözme becerilerinizdeki gelişimi değerlendiriniz.

7. Bu derste matematik ve matematiksel düşünme adına neler öğrendiniz? Bu öğrenmede modelleme etkinliklerinin nasıl bir rolü oldu?

8. Sınıfınızda modelleme aktivitelerini uygulamayı düşünüyor musunuz? Sebepleriyle açıklayınız.

9. Modelleme sorularının sınıf ortamında verimli bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin ne tür bilgi ve becerilere sahip olması gerekir?

10. Matematik dersinde modelleme aktivitelerinin kullanımının sağlayacağı kolaylıklar ve zorluklar neler olabilir?

11. Modelleme sorularını öğrencilerin matematiksel düşünme şekillerini anlama bakımından değerlendiriniz.

12. Bu derste modellemenin matematik öğretiminde kullanımı ile ilgili neler öğrendiğinizi ders kapsamında yapılan çalışmalara da değinerek değerlendiriniz.

a) Modelleme soruları uygulamaları
b) Grup çalışması
c) Modelleme sorusu geliştirme
d) Teknoloji kullanımı
e) Uygulama planı hazırlama

13. Bu dersin geliştirilmesine yönelik neler önerirsiniz?

EK-6. Öğretmenleri Tanıma Formu

Adı Soyadı: **Tarih:**

Doğum Yılı:

Genel Not Ortalaması (Lisans Agno):

1. Kendinizi kısaca tanıtınız. Akademik özgeçmişiniz (Mezun olduğunuz lise, üniversitede aldığınız matematik, matematik eğitimi, diğer eğitim dersleri ve staj dersleri); ilgi alanlarınız, varsa çalışma deneyiminiz ve deneyim yılınız (özel ders, dershane veya diğer özel kuruluşlar) hakkında kısaca bilgi veriniz.

2. Matematiği nasıl tanımlarsınız? Sizce matematik nedir?

3. Matematik eğitiminde problem çözmenin yeri nedir? Sizce matematiksel bir problem nasıl olmalıdır?

4. Matematik dersi bilgi ve becerilerinizi nasıl değerlendirirsiniz? İyi ya da zayıf olduğunuzu düşündüğünüz dersler/konular var mı?

5. "Matematiksel modelleme" ifadesini daha önce duydunuz mu? Bu ifadeden ne anladığınızı örneklerle açıklayınız.

6. Hiç modelleme etkinliği çözdünüz mü/uyguladınız mı? Örnekler verir misiniz?

7. Gerçek yaşamda karşınıza çıkan problemleri çözmenizde matematik bilginizin size nasıl bir katkı sağladığını düşünüyorsunuz? Örneklerle açıklayınız.

8. Matematik dersinde gerçek yaşam problemi kullanımının sağlayacağı kolaylıklar ve zorluklar neler olabilir?

EK-7. Etkinlik Oluşturma Sürecine Ait Görüşme Formu

MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİĞİ HAZIRLAMA SÜRECİNE YÖNELİK GÖRÜŞME FORMU*

- Matematiksel modelleme etkinliğinizi hazırlarken nasıl bir yol izlediniz? (bir matematiksel fikirden yola çıkma, bir gerçek yaşam durumundan yola çıkma vs.)
- Süreçte bu etkinliğe karar vermeden önce başka hangi soru veya fikirler üzerinde çalıştınız?
- Geliştirdiğiniz etkinliğin modelleme etkinliği olmasını sağlamak için göz önünde bulundurduğunuz başlıca kriterler nelerdi? Bunlara nasıl karar verdiniz?
- Etkinliğinizi geliştirme ve örnek çözümler hazırlama sürecinde ne tür zorluklar yaşadınız? Bu zorlukları nasıl aştınız?

*: "AN INVESTIGATION OF PROSPECTIVE SECONDARY MATHEMATICS TEACHERS' THINKING ABOUT MATHEMATICAL MODELING AND PEDAGOGY OF MODELING THROUGHOUT A MODELING COURSE" adlı tezden alınmıştır.

EK-8. Gözlem Formu

	Ölçüt 0	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Açıklamalar
A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği					
A1. Problemi günlük hayat ile ilişkilendirme					
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					
B. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği					
B1. İlgili nitelik/ nicelikleri matematiksel olarak ifade etme					
B2. İlgili 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					
C. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği					
C1. Buluşsal stratejiler kullanma					
C2. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma					
D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği					
D1. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama					
D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme					
E. Çözümü doğrulama yeterliği					
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					

ÖZ GEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da bitirdi. Lisans öğrenimini Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü'nde tamamlayarak, 2012 yılında mezun oldu. 2012-2013 eğitim-öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı ve tamamladı. 2015 yılında Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında Doktora eğitimine başladı. 2018 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'nda göreve başladı ve devam etmektedir. Evli ve bir kız çocuğu sahibidir.