



T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ MATEMATİKSEL
MODELLEME BECERİLERİ: FERMİ PROBLEMLERİ
UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİNEM YANBIYIK

TOKAT
HAZİRAN, 2016



T.C.

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

SINIF ÖĞRETMENLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ MATEMATİKSEL
MODELLEME BECERİLERİ: FERMİ PROBLEMLERİ
UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİNEM YANBIYIK

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yasin GÖKBULUT

TOKAT

HAZİRAN, 2016

ETİK SÖZLEŞME

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin ve raporlaştırma sürecinin Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna genel akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplandığını, hazırlandığı ve raporlaştırıldığını, iş bu tez çalışmasını “intihali engelleme” programından taradığımı bana ait olmayan tüm bilgi, veri, düşünce ve bulgulara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan eder sorumluluğun tarafıma ait olduğunu kabul ederim.

Tarih: 06/06/2016

Sinem YANBIYIK

İmza

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Sinem YANBIYIK'ın Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerileri: Fermi Problemleri Uygulamaları adlı çalışması 06.06.2016 tarihinde j¼rimiz tarafından Eğitim Bilimleri Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Gürsel G¼LER

¼ye: Yrd. Doç. Dr. Yasin G¼KBULUT

¼ye: Yrd. Doç. Dr. Demet şAHİN

Onay

Yukarıda imzaların adı geçen öğretim ¼yelerinde ait olduğunu onaylıyorum.


Doç. Dr. Adem İşCAN
Enstit¼ M¼d¼r¼

ÖNSÖZ

Bu tezin tüm aşamalarında hem akademik, hem manevi yardımlarını daima hissettiğim, danışmanlığın yanı sıra bana bir baba desteği veren, akademisyenlik mesleğini bana sevdiren değerli hocam, danışmanım Yrd. Doç. Dr. Yasin GÖKBULUT'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca tezimin yazım aşamasında değerli görüş ve düşüncelerinden faydalandığım hocalarım Doç. Dr. Ömer Faruk SÖNMEZ'e, Yrd. Doç. Dr. Demet ŞAHİN'e, Yrd. Doç. Dr. Zülfiye ZEYBEK'e ve Arş. Gör. Murat AKDAĞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Akademik ve sosyal anlamda her zamanda yanımda olan, tüm sevinç ve üzüntülerimi paylaşabildiğim değerli dostlarım Arş. Gör. Meral ÇELİKOĞLU ve Arş. Gör. Ömer ARSLAN'a, Berfin KESKİN, Kevser SEZGİN ve Adem KÖSE'ye minnetlerimi sunarım.

Son olarak, beni bu günlere getiren, hayatımın her anında yanımda olan en büyük destekçilerim; annem Aynur YANBIYIK, babam İsmail YANBIYIK ve en değerli varlığım, kardeşim Büşra YANBIYIK'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Sinem YANBIYIK

Tokat, 2016

ÖZET

SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİ: FERMİ PROBLEMLERİ UYGULAMALARI

YANBIYIK, Sinem

Yüksek Lisans, Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yasin GÖKBULUT

Haziran 2016, xiv + 150 sayfa

Matematiği gerçek hayatla ilişkilendirmek, bu dersi somutlaştırma yolundaki en etkili yöntemlerden biridir. Son yıllarda önemli hale gelen matematiksel modelleme etkinlikleri, matematiğin günlük hayatla ilişkilendirilmesinde oldukça önemi bir role sahiptir. Matematiksel modellemenin yapılabilmesi için tek bir doğru cevabı ya da belli bir çözüm yolu olmayan, açık uçlu, rutin olmayan problemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu problemlere Fermi problemleri örnek olarak gösterilebilir. Fermi problemleri, Enrico Fermi tarafından ortaya atılan rutin olmayan problemlerdir. Bu problemlerde yeterli bilgi verilmez ve öğrenciler daha yaratıcı olmaya teşvik edilmiş olur (Taplin, 2005; Akt. Ildırı, 2009, s.18).

Bu çalışma, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini Fermi problemleri kullanarak ortaya çıkarmayı amaçlayan bir durum çalışmasıdır. Bu amaç doğrultusunda bir devlet üniversitesinin sınıf eğitimi alanında öğrenim görmekte olan 4. sınıf öğrencilerinden maksimum çeşitlilik örnekleme yoluyla seçilmiş 6 öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Ayrıca veri toplama öncesinde 3 öğretmen adayı ile pilot uygulama yapılmış, bu uygulamadaki eksiklik ve hatalar giderilerek veri toplama sürecine geçilmiştir.

Veri toplama sürecinde görüşme, gözlem ve doküman incelemesi yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan ve alan uzmanları tarafından onaylanan Fermi problemlerinin yer aldığı yarı yapılandırılmış görüşme formuyla öğretmen

adayları ile belirlenen gün ve saatlerde bireysel görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formundaki Fermi problemlerinin çözümü esnasında süreç video kaydına alınarak gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler ise matematiksel modelleme aşamalarına göre betimlenerek doküman incelemesi yapılmıştır.

Çalışmanın veri analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle göre, elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.224). Analiz işlemi, matematiksel modelleme sürecinin aşamaları doğrultusunda betimleme yoluyla gerçekleştirilmiş, betimlemeler “doğruluk kriteri” ve “erişebilirlik kriteri” kapsamında iki başlık altında yapılmıştır. Doğruluk kriterinde öğretmen adaylarının matematiksel modelleme aşamalarındaki doğru cevaplama durumları, erişebilirlik kriterinde ise öğretmen adaylarının Fermi problemlerinin çözümü esnasında sergiledikleri davranışlar ele alınmıştır.

Elde edilen bulgular sonucunda öğretmen adayları doğruluk kriterine göre en fazla doğru cevabı “değişkenleri seçme ve varsayımları kurma” aşamasında, en az doğru cevabı ise “matematiksel modelleri kurma” aşamasında vermiştir. Erişebilirlik kriterinde göre ise öğretmen adaylarında en fazla “cevaplama yok” davranışı, en az ise “düzeltme” davranışı görülmüştür.

Çalışma sonucunda sınıf öğretmeni adaylarının Fermi problemlerindeki matematiksel modelleme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı söylenebilir. Bu doğrultuda eğitimcilere ve öğretim programcılara günlük hayatla ilişkili problemlerin matematikte daha fazla yer almasının; öğrencilerin problem çözümünde daha sık model ve nesnelere dayanarak yararlanmasının ve öğrencilerin problemi anlama konusunda daha fazla etkinlik yapmalarının sağlanması; öğretmen adaylarına ise meslek hayatlarında matematiği somutlaştırmak amacıyla modelleme etkinliklerine ağırlık vermeleri yönünde önerilerde bulunulabilir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, Fermi Problemleri, Problem çözme

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODELLING SKILLS OF PRIMARY TEACHER CANDIDATES: THE PRACTISING OF FERMI PROBLEMS

YANBIYIK, Sinem

Post Graduate, Classroom Teaching Branch of Sciences

Thesis Supervisor: Asst. Prof. Dr. Yasin GÖKBULUT

June, 2016, xiv+ 150 pages

To associate with mathematic and real life is one of the effective method in the way of concretizing this lesson. Activities of mathematical modelling, which have become important in recent years, have a very important role in associating with mathematic and daily life. It is necessary for problems that is open ended, not being routine, not having only one true answer or an obvious way of solution in order to make mathematical modelling. Fermi problems can be cited to the aforementioned problems. Fermi problems are non-routine problems put forward by Enrico Fermi. In those problems, sufficient information is not given, and students are encouraged to be more creative (Taplin, 2007; Et. Ildiri, 2009, s.18).

This study is a case study which aims to reveal mathematical modeling skills of classroom teacher candidates by using Fermi problems. In line with this aim, 6 teacher candidates chosen by maximum variation sampling method from 4th-grade students who had education in classroom teaching branch of a state university were included in the study. Furthermore, before data collection, a pilot scheme was performed on 3 teacher candidates and by eliminating the deficiency and errors in that application, data collection process started.

In the data collection period, interview, observation, and document review methods were made use of. Individual interviews were made with the teacher candidates in the determined dates via semi-structured interview form which contained Fermi problems prepared by the researcher and confirmed by the domain experts. In the solving process of Fermi problems in the semi-structured interview form, the process was observed by making video recording. The obtained data were described according to the mathematical modeling stages and documents were analyzed.

In the data analysis of the study, descriptive analysis method was used. According to that method, the obtained data are summarized and interpreted in accordance with the predetermined themes (Yıldırım and Şimşek, 2011, p.224). The analysis was made in line with the stages of mathematical modeling process via description; the descriptions were made under two headings within ‘accuracy criteria’ and ‘accessibility criteria’. In the accuracy criteria, teacher candidates’ giving correct answer states in mathematical modeling stages were dealt and in the accessibility criteria, teacher candidates’ behaviors that they exhibited while solving Fermi problems were dealt.

As a result of the obtained findings, in the accuracy criteria, the teacher candidates gave the correct answer most in ‘variable selection and hypothesis formation’ stage, and gave the correct answer least in ‘mathematical models formation’ stage. In the accessibility criteria, ‘no answer’ behavior was observed most, and ‘correction’ behavior was observed least in the teacher candidates.

As a result of the study, it can be said that mathematical modeling skills of the classroom teacher candidates in Fermi problems are not in a sufficient level. Accordingly, educators and educational programmers can be suggested that problems associated with daily life should be included in mathematics more, students should more frequently make use of models and objects in problem solving and students should make more activities in order to understand the problem. Additionally, teacher candidates can be suggested that they should use mostly modelling activities with the aim of concretizing mathematic in their career.

Key Words: Mathematical Modeling, Fermi problems, Problem solving

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME.....	i
JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ.....	1
Problem Durumu.....	1
Araştırmanın Amacı.....	8
Araştırmanın Önemi.....	9
Sayıtlar.....	9
Sınırlılıklar.....	10
Tanımlar.....	10
BÖLÜM II.....	11
KURAMSAL ÇERÇEVE.....	11
Problem ve Problem Çözme.....	11
Problem Çözmenin Özellikleri.....	12

Problem Çözme Sürecinin Aşamaları.....	13
Problem Çözmenin Sağladığı Yararlar.....	14
Problem Türleri.....	15
Fermi Problemleri.....	17
Model, Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme.....	17
Matematiksel Modelleme Yaklaşımları.....	21
Matematiksel Modelleme Sürecinin Önemli Unsurları.....	22
Matematiksel Modelleme Sürecinin Aşamaları.....	25
Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sağladığı Yararlar.....	27
Matematiksel Modellemenin Öğretim Programındaki Yeri.....	28
İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı (1-4. Sınıflar).....	28
Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı (5-8. Sınıflar).....	30
Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı (9-12. Sınıflar).....	31
BÖLÜM III.....	34
YÖNTEM.....	34
Araştırma Modeli.....	34
Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenirliği.....	36
Çalışma Grubunun Seçimi.....	37
Çalışma Grubunun Özellikleri.....	38
Veri Toplama Süreci.....	38
Görüşmenin Yapısı.....	40
Görüşmenin Uygulanması.....	41

Sosyal Ortam.....	42
Araştırmacının Rolü.....	42
Verilerin Çözümlemesi.....	42
Erişebilirlik Kriteri.....	44
Doğruluk kriteri.....	44
Pilot Çalışmanın Uygulanışı ve Veri Toplama Araçlarına Yansıması.....	47
BÖLÜM IV.....	49
BULGULAR.....	49
Soru 1: Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?.....	49
Soru 2: Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?.....	62
Soru 3: Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?.....	81
Soru 4: Bir aile bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?.....	102
Doğruluk Analizi.....	116
Erişebilirlik Analizi.....	123
BÖLÜM V.....	128
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	128
ÖNERİLER.....	137
BÖLÜM VI.....	139
TARTIşMA.....	139
KAYNAKÇA.....	140
EKLER.....	147

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1: Matematiksel Modelleme Yaklaşımlarının Sınıflandırılması.....	22
Tablo 2: Matematiksel Modelleme Sürecindeki Zihinsel Aşamalar.....	26
Tablo 3: 9. Sınıf Matematik Öğretim Programının Kazandırılması Hedeflenen Becerilerle İlişkisi.....	32
Tablo 4: 10. Sınıf Matematik Öğretim Programının Kazandırılması Hedeflenen Becerilerle İlişkisi.....	32
Tablo 5: 11. Sınıf Matematik Öğretim Programının Kazandırılması Hedeflenen Becerilerle İlişkisi.....	33
Tablo 6: 12. Sınıf Matematik Öğretim Programının Kazandırılması Hedeflenen Becerilerle İlişkisi.....	34
Tablo 7: Çalışma Grubunun Başarı Notları ve Demografik Özellikleri.....	39
Tablo 8: Görüşme Tarih ve Saatleri.....	43
Tablo 9: Matematiksel Modelleme Sürecinin Kazanımları.....	34
Tablo 10: Doğruluk Kriterine Göre Matematiksel Modelleme Basamakları İçin Belirlenen Kritik Özellikler.....	45
Tablo 11: Matematiksel Modelleme Sürecine İlişkin Dereceli Puanlama Anahtarı.....	47
Tablo 12 : Ortak Soru Verilerinin Doğruluk Analizi.....	118
Tablo 13: 1. Soru Verilerinin Doğruluk Analizi.....	118
Tablo 14: 2. Soru Verilerinin Doğruluk Analizi.....	119
Tablo 15: 3. Soru Verilerinin Doğruluk Analizi.....	120
Tablo 16 : Ortak Soru Verilerinin Erişebilirlik Analizi.....	125
Tablo 17 : 1. Soru Verilerinin Erişebilirlik Analizi.....	126
Tablo 18 : 2. Soru Verilerinin Erişebilirlik Analizi.....	127
Tablo 19 : 3. Soru Verilerinin Erişebilirlik Analizi.....	128

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1: Modelleme Sürecinin Aşamaları.....	5
Şekil 2 : Berry ve Houston (1995)'a Göre Matematiksel Modelleme Süreci.....	26
Şekil 3: Modelleme Süreci.....	26
Şekil 4: Araştırma Deseni.....	36
Şekil 5: Ümran İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	51
Şekil 6: Gözde İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	54
Şekil 7: Elif İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	56
Şekil 8: Kardelen İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	58
Şekil 9: Görkem İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	60
Şekil 10: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	62
Şekil 11: Ümran İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci..	65
Şekil 12: Gözde İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci..	69
Şekil 13: Elif İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	72
Şekil 14: Kardelen İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	75
Şekil 15: Görkem İsimli Öğretmen Adayının Matematiksel Modelleri Kurma Aşaması.....	78

Şekil 16: Görkem İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	78
Şekil 17: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci..	81
Şekil 18: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci..	84
Şekil 19: Gözde İsimli Öğretmen Adayının Matematiksel Modelleri Kurma Aşaması..	86
Şekil 20: Gözde İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci..	88
Şekil 21: Elif İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	92
Şekil 22: Kardelen İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	95
Şekil 23: Görkem İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	98
Şekil 24: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci..	102
Şekil 25: Ümran İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci..	104
Şekil 26: Gözde İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci..	106
Şekil 27: Elif İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci....	108
Şekil 28: Kardelen İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	111
Şekil 29: Görkem İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	113
Şekil 30: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci.....	116

KISALTMALAR LİSTESİ

MEB:	Milli Eğitim Bakanlığı
TDK:	Türk Dil Kurumu
PISA:	Programme for International Student Assessment
TIMSS:	Trends in International Mathematics and Science Study
NCTM:	National Council of Teachers of Mathematics
ICMI:	International Conference on Multimodal Interfaces



BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problemi, alt problemleri, amacı, önemi, sayıtlıları (varsayımlar), sınırlılıkları, tanımları ve kısaltmalarına yer verilmiştir.

Problem Durumu

Matematik dersi, ilkokul kademesinden itibaren bireylerin en az zevk aldığı ve en çok korktuğu derslerin başında gelmektedir (Soylu ve Soylu, 2006, s.98). Bu durumun öğretim programları, öğretim yöntemleri, ders materyalleri ve öğretmen gibi unsurlardan kaynaklandığı söylenebilir. Eskiye göre tüm bu unsurlarda değişim ve gelişme yaşanmış olsa da matematik okuryazarlık düzeyinin ölçüldüğü PISA ve matematik başarı ortalamalarının belirlendiği TIMSS sınavlarının güncel sorularına göre bu alanda hala kayda değer bir başarı sağlandığı söylenemez (Yücel, Karadağ, Turan, 2013; MEB, 2010).

Mevcut durumun daha iyiye gitmesi için matematik öğretim programının, eğitim-öğretim ortamlarının, ders kitaplarının düzenlenmesi ve öğrenci seviyesine uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Fakat bunların yanı sıra matematik eğitiminin en önemli unsurunun öğretmen olduğu kanısından hareket edilerek, matematik öğretimi yapan öğretmenlerin eğitime yeterli önem ve titizliğin gösterilmesi gerektiğine dikkat çekilmelidir. Öğretmen adaylarının yetiştirilme sürecinde ve öğretmenlik mesleği boyunca matematik öğretimi ile ilgili gelişmeler ve yenilikler yakından takip edilmelidir. Matematik öğretimi alanında öğretmen yetiştirme programlarına ve hizmet içi eğitimlere gereken önem verilmeli, matematik eğitimi alanında akademik çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca matematik öğretim programının içerik olarak düzenlenmesi ve içeriğindeki öğretim yaklaşımlarının çağdaş öğretim yaklaşımlarına uygun olması gerektiği de matematiksel başarıyı etkileyecek olan önemli faktörler arasında ele alınabilir. Son yıllarda tüm bu faktörlere olan farkındalık artmış ve bu doğrultuda matematik öğretim programında radikal değişiklikler ve gelişmeler yapılmıştır.

Çarpım tablosunun ezberletildiği, tahtada öğretmen tarafından çözülmüş olan problemin deftere aktarıldığı matematik derslerinden vazgeçip, üst düzey düşünme

becerilerinin öğretilmesinin amaçlandığı, matematiğin sıkıcı değil, zevkli ve eğlenceli bir ders haline dönüştürülmesi gerektiğine inanılan yeni öğretim programında, problem çözme, gerçek hayatla ilişkilendirme, yaratıcı düşünme gibi olgular sıklıkla anılmaktadır. Artık, matematik eğitimi sayıları işlemleri öğrenmekten, günlük yaşamın vazgeçilmezi olan hesaplama becerilerini kazandırmaktan öte bir işlev üstlenmekte, her geçen gün biraz daha karmaşıklaşan yaşam savaşında ayakta kalmamızı sağlayan düşünme, olaylar arasında bağ kurma, tahminde bulunma, problem çözme gibi önemli destekler sağlamaktadır (Umay, 2003, s.2349). Bununla birlikte öğretmenlerimizin kural bilgisini önemsemeleri, çocukların gözünde matematiği, “kuralların doğru bilinip uygulanması halinde doğru çözümler veren bir ders” olarak göstermektedir. Bu durum çocuklarda kural ve formül beklentisi yaratmakta ve bu beklenti esnek düşünmeyi engellemektedir (Altun, Dönmez, İnan, Taner ve Özdilek, 2001, s.228). Ancak 2015 yılında yenilenen öğretim programlarında yapılandırmacı yaklaşımın gerektirdiği becerilerden bahsedilmiş ve üst düzey düşünebilme ve problem çözmenin önemi üzerinde durulmuştur. Yenilenen matematik öğretim programı (2015) ile birlikte “her çocuk matematiği öğrenebilir” anlayışı doğrultusunda harekete geçilmiştir. Öğrencilerin matematiksel süreçte etkin katılımcı olması yeni matematik programının asıl hedefleri arasındadır. Yeni programa göre öğrencilerin soyut matematiksel düşünceleri oluşturabilmeleri için derslikler matematiksel materyallerle donatılmalı; etkinliklerde gerekli araç-gereç kullanılmalıdır. Böylece öğrenciler, gerekli bilgiyi model kullanarak fark eder, inceleme yapma ve problem çözme imkânı bulur (Ersoy, 2006, s.33).

Problem çözme yeteneği insanın varlığını sürdürebilmesi için gerekli en temel yeteneklerden biridir. Her alandaki zorluklarla başa çıkmadaki rolünden dolayı, okul matematik programlarının ana hedeflerinden biri bu yeteneğin geliştirilmesi ile ilgilidir (Altun ve diğerleri, 2001, s.212). Problemlerin soyut olması, öğrencilerin matematiksel başarısızlığının sebepleri arasında gösterilebilir. Bu başarısızlığın önüne geçmek, soyut problemlerin somutlaştırılması ile mümkündür. Bu amaç doğrultusunda problemler, gerçek hayatla ilişkilendirilebilmeli ve materyaller yardımıyla somut hale getirilebilmelidir.

Okullarımızda yürütülen matematik derslerinde soyut durumların, öğrencilerin daha fazla duyu organına hitap edecek yöntem ve materyal kullanılarak somutlaştırılması, daha eğlenceli hale getirilmesi ve günlük hayatla ilişkilendirilmesi

amaçlanmaktadır. Fakat sınıfların kalabalık olması, öğretim programının yoğun olması ve sınav sisteminin öğrencileri test çözmeye yönlendirmesi gibi nedenler öğrencilerin matematiği sıkıcı, soyut ve gerçek dünya ile ilişkisiz olarak görmelerine sebep olmaktadır (Deniz ve Akgün, 2014, s.103). Bu durum eğitim-öğretim ortamlarına matematik dersinin gerçek hayatla ilişkilendirilip somutlaştırılması amacıyla modellerin girmesini sağlamıştır. Modellerin kullanılmaya başlanması ile matematiksel model kavramı matematik öğretim programlarında ve literatürde sıklıkla anılmaya başlamıştır. Matematiksel model, soyut matematiği gerçek hayatla ilişkilendirebilecek her türlü etkinliği kapsar (Altun ve diğerleri, 2001, s.213). Matematik ile yaşamın iç içe olduğu görüşünün oluşması ve matematiği zevk alarak yapmaları için öğrenciler ilköğretimin ilk yıllarından itibaren matematiksel modelleme ile tanıştırılmalıdırlar (Doruk ve Umay, 2011, s.133).

Matematiği farklı bağlamlarda uygulama becerilerinin geliştirilmesi amacıyla da modelleme yaklaşımı ortaya atılmıştır (Kertil, 2008, s.2). Matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerinin çözümünde hayat ile problem arasında bağ kurma işlemine denilmektedir (Altun ve diğerleri, 2001, s.213). Ülkemizde uygulamaya konan yeni ilköğretim matematik programı matematiksel modellemenin altını çizerek vizyonunu, yaşamında matematiği gerektiği şekilde kullanabilen, gerçek yaşam durumlarıyla matematik arasındaki ilişkiyi kurabilen, karşılaştığı problemlere farklı çözüm yolları üretebilen, analitik düşünceye sahip akıl yürütme ve ilişkilendirme gibi becerilere sahip bireyler yetiştirmek olarak yeniden ifade etmiştir (MEB, 2015, s.4). Haines ve Crouch (2007, s.418), modellemeyi, gerçek hayat problemlerinin soyutlaştırılması, matematikselleştirilmesi, çözülmesi ve değerlendirilmesi olarak tanımlamışlardır. Ayrıca matematiksel modelleme, öğrencilerin alışık olmadığı durumlarla başa çıkma noktasında imkân tanıyan ve gerçek hayat problemlerine yardım edip onları hazırlayan etkili bir araçtır (English, 2006; Lesh ve Doerr, 2003; Akt. Erarslan, 2012, s.2954). Matematiksel modelleme sürecinde gerçek yaşamdan, pür matematiğin dışından doğan bir konu alınır ve bu konu matematiksel olarak ifade edilir. Böylece matematiksel teknikler konuya ışık tutmak için kullanılır. Bu bağlamda modelleme, çok yönlü bir problem çözme sürecidir (Blum ve Niss, 1989, s.40). Spanier'e (1992, s.147) göre geçmişi 1970'lere dayanan matematiksel modelleme Claremon matematik kliniğinde öğretilmeye başlanmıştır. Bu klinikte bir matematikçinin, fen ve mühendislik alanındaki problemlerin üstesinden gelmek üzere yetiştirilmekte olduğu belirtilmektedir.

Böylelikle modelleme matematik ve diğer alanlarda kullanılmaya başlanmış ve günümüzde de ilgili çalışmalar yapılmıştır. Özellikle fen ve mühendislik alanında daha çok kullanılmasına rağmen son on yılda matematik derslerinde de önemli yer almıştır.

Matematiksel modelleme problemleri, öğrencilerin bir durumu açıklamalarını ve anlamlandırabildikleri şekilde matematikselleştirebilmelerini, problemdeki bilgileri yorumlamalarını, ilgili verileri seçmelerini, yeni verilere giden işlemleri tamamlamalarını ve anlamlı gösterim şekillerini oluşturmalarını gerektirmektedir (Lesh ve Doerr, 2003; Akt. Hıdıroğlu, Tekin Dede, Kula ve Bukova Güzel, 2014, s.2). Matematiksel modelleme ile çözülecek olan problemler gerçek hayattan ve rutin olmayan sorular olmalı ve bir tek doğru cevap yerine birden fazla cevabı bulunabilmelidir. Açık uçlu olması, tek bir doğru cevabının ve çözüm yolunun olmaması, hazır kalıpların olmaması, modelleme problemlerini önemli hale getirmektedir (Kertil, 2008, s.14).

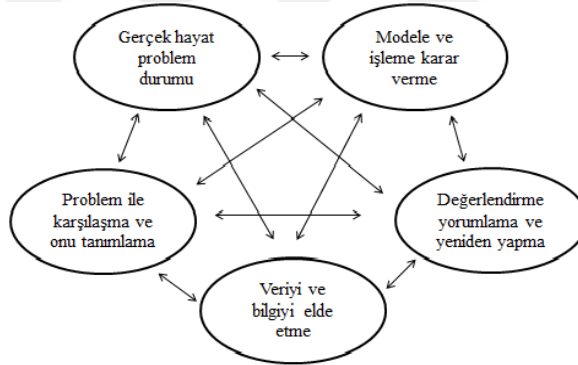
Matematiksel modelleme sürecinde etkinlikler, çocuğun ilgilendiği temalar çerçevesinde geliştirilip problem durumunu araştırmak, açıklığa kavuşturmak için teşvik edecek şekilde düzenlenir (Doruk, 2011, s.3). Öğrenciler gerçek yaşamın içinden alınan problem durumlarını bir araştırmacı gibi matematikten yararlanarak çözümlenmeye ve benzer durumlar için uygulanabilecek bir bağıntıya ulaşmaya çalışırlar (Doruk ve Umay, 2011, s.125). Etkinlik sonunda çocuklar çeşitli resimler, semboller ve diyagramlar kullanarak arkadaşlarına sunar (Doruk, 2011, s.3).

Matematiksel modelleme sürecinin belirli aşamaları bulunmaktadır. Berry ve Houston (1995) ve Ferri (2007), modelleme sürecinin aşamalarını şu şekilde sıralamışlardır (Hıdıroğlu ve diğerleri, 2014, s.4):

1. *Problemi anlama*: Söz konusu gerçek yaşam problemleri tanımlanır ve gerekli veriler toplanarak problem incelenir. Gerçek yaşam durumuna yönelik deneyimlerin ortaya çıkması ve bu durumların irdelenmesi için problemin anlaşılması gerekmektedir.
2. *Değişkenleri seçme ve varsayımları kurma*: Gerçek yaşamdan hareketle problem durumu için değişkenler ve varsayımlar belirlenir. Değişkenler tanımlanır.
3. *Matematikselleştirme*: Gerçek yaşamı matematiğe dönüştürmeyi gerektirir. Gerçek yaşam durumunun hangi matematiksel kavramları gerektirdiği belirlenir.

4. *Matematiksel modelleri kurma ve birleştirme:* Varsayımlar, ön bilgiler ve matematiksel beceriler doğrultusunda gerçek yaşam durumunu temsil edecek grafik, denklem, eşitsizlik gibi yapılar oluşturularak matematiksel formüller elde edilir.
5. *Matematiksel çözümü gerçekleştirme:* Oluşturulan matematiksel modeller aracılığıyla problemin çözümü gerçekleştirilir.
6. *Çözümleri yorumlama:* Problemin çözümünde elde edilen matematiksel sonuçlar analiz edilerek çözüm kelimeler yoluyla ifade edilir.
7. *Modeli doğrulama:* Modelin doğrulanması için ihtiyaç duyulan verilere karar verilir. Bu veriler kullanılarak modelin durum için uygun olup olmadığı test edilir. Model ve modelin çözülmesiyle elde edilen sonuçlar sorgulanır.

Doerr (1997, s.268) ise, matematiksel modelleme ile gerçek hayat problemlerini çözme sürecini şekil 1 'deki gibi özetlemiştir:



Şekil 1: Modelleme Sürecinin Aşamaları

Doerr'a (1997, s.268) göre bu aşamaların herhangi bir sırada oluşması gerekmez. Her aşamada öğrenciler eleştiri yapıp kendi modellerini oluşturup problem durumuna geri dönerler. Matematiksel modelleme yolu ile gerçek hayat problemlerinin sınıfta uygulanması konusunda Gökbulut (2006, s.277), problem durumunun sınıfta açıklanmasından sonra çalışmaların "strateji çalışması" şeklinde sunulacağını, önce bütün grupların çalışmalarını bitireceğinin ve her bir grup üyesinin çözümü tanımlaması ve açıklaması bekleneceğinin açık olarak ifade edilmesine dikkat çekmiş, bütün grup üyeleri çözümden memnun olduğunda ve sunmaya hazır olduklarında grup çalışmasının bitirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Doruk ve Umay (2011, s.125) ise modelleme etkinliklerinin grup çalışması şeklinde yapılmasına özen gösterilmesi gerektiğinin altını

çizmiş ve öğrencilerin modellerini arkadaşlarına sunmalarına fırsat verilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilere ve öğretmenlere sağladığı yararlar açısından oldukça önemli olduğunu söylemek mümkündür. Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde modelleme etkinliklerinin öğrencilerin günümüz çağına uygun bireyler olarak yetişmesine katkı sağladığı görülmüştür (Doruk ve Umay, 2011, s.125). Bu etkinlikler öğrencileri rutin olmayan gerçek hayat problemleri üzerine yoğunlaştırarak onların gerekli matematiksel yapıları oluşturmaları, geliştirmeleri, tekrar gözden geçirmeleri, oluşturdukları modelleri başka problem durumlarına genelledebilmeleri açısından önem teşkil etmektedir (Doruk,2011, s.3). Modelleme sürecinde problemler gerçek hayat durumları ile başladığı için öğrenciler durumla ilgili soruları formüle ederler ve soruları araştırmak için kendi matematiksel bilgilerinin kullanılabilirliği hakkında düşünürler. Bu durum matematiksel kavrayışın gelişimini destekler (Suan, Turner, Yoon ve Muller, 2007, s.104).

İlköğretim seviyesinde yapılan araştırmalar model oluşturma etkinliklerinin (Erarslan, 2012, s.2954);

- a) Eleştirel ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmede güçlü bir araç olduğu (English ve Watters, 2005),
- b) Var olan kavramsal bilgilerindeki eksiklikleri ortaya çıkarma ve yeni matematiksel bilgileri kazandırmada yeni ve etkili bir öğrenme ortamı sağladığı (Chamberlin, 2004),
- c) Ortaya çıkan kavramsal sistemleri açıklayabilmek için farklı ve çoklu şekilde temsil kullanımını teşvik ettiği (Boaler, 2001; English ve Watters, 2004; Mousoulides, 2007),
- d) Kendi matematiksel fikir ve anlamlarını paylaşmaları konusunda cesaretlendirerek iletişim becerilerini geliştirdiğini (English, 2006) ortaya koymuştur.

Tüm bu sağladığı katkılara rağmen matematiksel modelleme problemleri matematik derslerinde nadir olarak kullanılmaktadır (Blum, 2002, s.229). Ayrıca son yıllarda matematiksel modelleme konusunun matematik eğitiminin yoğunlaştığı en önemli alanlardan biri olmasına karşılık yeteri kadar önemsenmediği ve uygulanmadığı görülmüştür. Bunun nedenlerinden en önemlisi olarak modellemenin hem öğrenciler

hem de öğretmenler için zor gelmesinden kaynaklandığı düşünülebilir (Ciltaş ve Işık, 2013, s.1180). Bu durumdan hareketle matematik öğretimi yapan öğretmenlerde matematiksel modelleme konusunda teorik ve pratik bilgi eksikliği olduğu öngörülebilmektedir. Matematiksel modellemenin istenilen düzeyde önem görmesi ve uygulamasının yapılabilmesi için, öğretim programlarını sınıfta uygulamaya koyan öğretmenlere matematiksel modelleme etkinliklerinin yapısı, önemi, uygulama şekli ile ilgili eğitim verilmesi ve öğretmen yetiştirme programlarında matematiksel modelleme derslerine yer verilmesi uygun olacaktır (Doruk ve Umay, 2011, s.132).

Açık uçlu, kalıp cümlelerle öğrenciyi yönlendirmeyen, rutin olmayan ve öğrencileri gerçek hayat durumları üzerinde düşünerek çalıştırmayı sağlayan problemlerin olmaması matematik eğitim programının önemli bir eksiğinin olduğunu göstermektedir (Taşova ve Delice, 2012, s.75). Bu sebeple öğretmen eğitimi programlarında ve ders kitaplarında, probleme farklı açılardan bakabilen, matematiği gerçek hayat durumlarına yorumlamada kıvrak bir şekilde kullanabilen bireyler yetiştirmeyi amaçlayan matematiksel modelleme ve matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturabilme becerilerini geliştirmeye yönelik kazanımlar oluşturulmalıdır (Kertil, 2008, s.106).

Matematik öğretimi yapan öğretmenlerin ise derslerinde rutin olmayan gerçek hayat problemlerine yer vermesi ve modelleme becerilerini öğrencilere kazandırması ve bu alanda sık sık uygulama yapması gerekmektedir. Uygulanacak matematiksel modelleme etkinlikleri çalışma yapılacak öğrenci seviyelerine uygun ve günlük hayatta karşılarına çıkabilecek problemlerden seçilmelidir (Ciltaş ve Işık, 2013, s.1186). Rutin olmayan problemlere örnek olarak Fermi problemleri gösterilebilir. Fermi problemleri, okullarda matematiksel modelleme süreçlerinde işbirliğini teşvik etmek ve vurgu yapmak için kullanılmaktadır. 1938 yılında Nobel Ödülü kazanan fizikçi Enrico Fermi tarafından ortaya atılan Fermi problemleri, öğrencilerin problem çözümüne tahmin ve varsayımlar yoluyla ulaşmasını sağlar. Bu problemlerde daha fazla bilgiye ulaşmadan çözüm elde etmek mümkün olmayabilir. “Okulunuz bir ay içinde kaç adet kağıt kullanır?”, “3 kilometrelik bir alanda bulunan trafikte kaç adet araç bulunur?” gibi sorular Fermi problemlerine örnek olarak gösterilebilir (Peter-Koop, 2005, s.457).

Rutin olmayan problemler kullanılarak yapılan matematiksel modelleme etkinliklerinin önemli hale gelmesine rağmen okullarımızda matematik eğitimcileri

tarafından kullanılmadığı görülmüştür (Akgün, Ciltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık, 2013, s.23). Matematiksel modellemenin bu denli etkili ve yararlı olmasına karşılık okullarımızda uygulama konusunda öğretmenlerimiz tarafından tercih edilmemesinin sebebi olarak modelleme üzerine yapılan araştırma sonuçları gösterilebilir. Mevcut sonuçlara göre öğretmenler lisans kademesinde matematiksel modelleme ile ilgili gerekli bilgi ve beceriyi alamamaktadırlar (Ural, 2014; Ciltaş ve Işık, 2013; Bal ve Doğanay, 2014). Bu bağlamda öğretmenlerimizin yetiştirildiği eğitim fakültelerinde uygulanan programın içeriğine matematiksel modellemenin öğretimi konusunda eklemeler ya da geliştirmeler yapılabilir. Özellikle ilkokul seviyesinden itibaren öğretilmesi gereken matematiksel modelleme becerileri sınıf öğretmenlerinin bu konuda yeterli olmalarını gerektirmektedir.

Bu sebeplerden dolayı araştırmanın problem durumunu, eğitim fakültesinde yetiştirilen sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri oluşturmaktadır. Bu doğrultuda yapılan araştırma sınıf öğretmenliğinde okuyan 4. sınıf öğretmen adaylarının, bahsedilen matematiksel modelleme konusundaki durumları hakkında veriler elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçtan hareketle araştırmanın problem cümlesi “Sınıf öğretmeni adaylarının Fermi problemlerindeki matematiksel modelleme becerileri nasıldır?” olarak oluşturulmuştur.

Araştırmanın Amacı

Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme konusundaki durumlarını belirlemek amacıyla yapılan yeterli sayıda çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durumdan hareketle, bu araştırmanın amacı, sınıf öğretmeni adaylarının Fermi problemlerinin çözümündeki matematiksel modelleme becerilerinin ortaya çıkarılmasıdır.

Alt problemler

Bu çalışmada yapılacak uygulama sonunda aşağıdaki sorulara yanıt aranacaktır:

1. Sınıf öğretmeni adaylarının problemi anlamadaki durumları nasıldır ?
2. Sınıf öğretmeni adaylarının değişkenleri seçme ve varsayımları kurmadaki durumları nasıldır ?

3. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleri kurma durumları nasıldır?
4. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel çözümleri gerçekleştirmedeki durumları nasıldır ?
5. Sınıf öğretmeni adaylarının çözümleri yorumlama durumları nasıldır ?

Araştırmanın Önemi

Literatürde matematiksel modelleme becerilerini belirlemeyi amaçlayan pek çok araştırma bulunmaktadır. Fakat mevcut araştırmaların çoğunun veri toplama süreci için kapalı uçlu, tek bir doğru cevabı olan problemler tercih edilmiştir. Bu çalışma, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini rutin olmayan problemler kullanarak ortaya koymayı amaçlayan bir çalışma olması yönüyle önemlidir.

Ayrıca, bu araştırmanın sınıf öğretmenlerinin ve matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama sıklığını artıracak ve matematik eğitimi yapacak olan öğretmen adaylarına matematiksel modelleme alanında ışık tutabilecek nitelikte olduğu söylenebilir. Matematiksel modelleme alanında yapılacak olan çalışmalara da yardımcı nitelikte olması açısından önem taşımaktadır.

Çalışmanın veri toplama sürecinde Fermi problemlerinin kullanılmış olması, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının Fermi problemleri ile ilgili bilgi sahibi olmalarını ve eğitim öğretim süreçlerinde nasıl kullanılacağına ilişkin fikir edinmelerini sağlayabilmesi açısından da araştırmanın önem taşıdığı söylenebilir.

Sayıtlar

Bu araştırma aşağıdaki sayıtlar üzerine temellendirilmiştir:

1. Öğretmen adayları, veri toplama aracındaki soruları samimiyetle cevaplamışlardır.
2. Araştırma sürecinde öğretmen adaylarının birbirleri arasında olumlu ya da olumsuz etkileşim olmamıştır.

Sınırlılıklar

Araştırma sonucu elde edilen bulgular, aşağıda belirtilen sınırlılıklar çerçevesinde geçerli olmaktadır:

1. Araştırma, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi sınıf eğitimi anabilim dalına devam eden 4. sınıf öğrencileri ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırma süresi 2015-2016 eğitim-öğretim yılı ile sınırlandırılmıştır.
3. Matematiksel modelleme etkinlikleri, Fermi problemleri bazında sınırlıdır.
4. Araştırma, çalışma grubunu oluşturan 6 öğretmen adayı ile sınırlıdır.

Tanımlar

Problem: Kişide çözüme arzusu uyandıran ve çözüm prosedürü hazırda olmayan fakat kişinin bilgi ve deneyimlerini kullanarak çözebileceği durumlardır (Olkun ve Toluk Uçar, 2007, s.51).

Problem çözme: Bir matematik probleminin sonucunu bulmanın yanı sıra yeni durumlarla karşı karşıya gelindiğinde bu durumlara esnek, işe yarar ve zarif çözümler bulmak anlamına gelmektedir (Gail, 1996; Akt. Kayan ve Çakıroğlu, 2008, s.218).

Fermi problemi: Tek bir doğru cevabı olmayan, çözüm için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulan ünlü fizikçi Enrico Fermi tarafından ortaya atılmış olan günlük hayat problemleridir.

Matematiksel Model: Matematiksel bir kavram ya da olgunun somutlaştırılmış halidir. Bir problemin çözümü için, problemi somut hale getirebilecek yardımcı nesne, şekil, grafik ve çeşitli çizimler model olarak adlandırılır.

Matematiksel modelleme: Gerçek hayat problemlerinin çözümünde modellerden yararlanarak matematik ile gerçek dünya arasında bir köprü oluşturmaktır.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde problem çözme, model, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramları üzerinde durulmuş ve literatürde yer alan teorik bilgi ve açıklamalarına yer verilmiştir.

Problem ve Problem Çözme

Öğrencinin bir problemle karşı karşıya bırakılması, onu çözüm yolu aramaya itmekte ve çok yönlü düşünmeyi sağlamaktadır. Bu açıdan bakıldığında problem; bulunması ya da gösterilmesi gereken fakat nasıl bulunacağı veya gösterileceği mevcut bilgilerle bir bakışta belli olmayan sorun olarak tanımlanabilir (Grouws, 1993, s.72). Olkun ve Toluk (2007, s.51) problemi, kişide çözme arzusunu uyandıran ve çözüm prosedürü hazırda olmayan fakat kişinin bilgi ve deneyimlerini kullanarak çözebileceği durumlar olarak tanımlamaktadır. Jhon Dewey ise problemi, insan zihnini karıştıran, ona meydan okuyan ve inancı belirsizleştiren her şey olarak tanımlamıştır (Baykul, 2002, s.39). Problem çözme ise; karşılaşılan güçlüklerin ortadan kaldırılmaya ve belirsizliklerin giderilmeye çalışılması olarak belirtilmiştir (Gelbal, 1991, s.167).

Matematik eğitiminin temel yapı taşı olan problem çözmenin, her yaşta ve her eğitim kademesinde oynadığı rolün önemi yadsınamaz niteliktedir. İçinde bulunduğumuz çağa damgasını vuran problem çözme, bütün derslerin amaçları arasında yer almaktadır. 21. Yüzyılın öğretim durumlarına problem çözmenin katkısının büyük olduğunun bilinmesi gerekir. Bu nedenle problem ve problem çözmenin yapısı ile problem çözmeye başarının artırılması pek çok eğitimci ve psikolog tarafından üzerinde çalışılan bir konudur (Kılıç ve Samancı, 2005, s.100). Öğrencinin zihinsel gelişimi, düşünüp sorgulaması ve çeşitli çözüm yolları üretebilmesi açısından matematik eğitimcileri tarafından sıklıkla tercih edilen bu yöntem, aynı zamanda birçok kazanımın da öğrenciye verilmesi konusunda başvurulan bir yoldur.

Problem Çözmenin Özellikleri

Problemin, çözüm yolu önceden bilinen araştırma veya soru olarak algılanmaması gerektiğini belirten Pesen (2008, s.65), bir matematiksel durumun problem olabilmesi için çözüme ulaşma yolunun açık olmaması ve öğrencinin mevcut bilgileri ile akıl yürütme becerilerini kullanması gerektiğini ifade etmiştir. Matematiksel problem çözmeye; problemlerin rutin matematiksel problemlerden, cevabı hemen görülmeyen karmaşık problemlere ve ilgili matematik düşünme süreçlerini kullanan açık uçlu araştırmalara kadar uzanan durumları kapsamaması gerektiğini savunur (Akay, Soybaş, Argün, 2006, s.129). Bu görüşlerden yola çıkarak; tek bir çözüm yolu olmaması, cevabının hemen tahmin edilememesi, öğrenciyi sorgulamaya ve yaratıcı düşünmeye teşvik etmesi bir matematik probleminde bulunması gereken temel özellikler olarak söylenebilir. Gelbal (1991, s.167), bir problemin kişi için daha önce çözülmemiş olması gerektiğini; “Eğer insan bir problem ile daha önceden karşılaşmış ve onu daha önceden çözmüş ise, o problem kişi için bir sorun olmaktan çıkabilir. Öyleyse problemin kişi için yeni ve orijinal olması gerekir.” şeklinde ifade etmiştir.

Pesen (2008, s.66) ise, bir problemin taşıması gereken özellikleri şu şekilde özetlemiştir:

- Problemler çocuğun kendi yaşantısından, yani ev, aile, okul ve sınıf hayatından, çevredeki iş alanlarından alınmalıdır.
- Problemler çocuğun istekle yapacağı nitelikte olmalıdır.
- Öğretmen, problemlerde daima çocukların günlük yaşantılarını göz önünde tutmalı ve problemin çözümü için kullanılacak işlemlerin daha önce kavratılmış olmasına dikkat edilmelidir.
- Problemler, gereği kadar açık olmalı, aynı zamanda öğrencilere birtakım bilgiler kazandırmalıdır.

NCTM standartları (2000)'nda iyi problemlerin, “öğrencilerin bulunduğu çevreden ortaya çıkan”, “strateji geliştirmeleri ve uygulamaları için zorlayan” ve “öğrencileri yeni kavramlarla tanıştırmaya için ortam sağlayan” problemler olduğu belirtilmektedir (Yazgan ve Bintaş, 2005, s.210). Problemlerin seçiminde eğitimcilerin bahsedilen bu özelliklere uygun olması konusunda titiz davranmaları gerekmektedir. Öğrencinin problem çözmeye güdülenmesi, söz konusu problemin niteliğine de büyük ölçüde bağlı olmaktadır. Ayrıca günlük hayatı yansıtan problemlerin, öğrencinin ilgi ve isteğini

artırma ve merak uyandırma konusunda son derece etkili oldukları söylenebilir. Bununla birlikte bir problemin çözülmesi ya da çözülememesi kişi açısından da birçok değişkene bağlı olabilir. Problemin kişinin yaşına uygunluğu, çözüm için ön bilgi veya eğitime sahip olma derecesi, yeteneği, sağlığı, tutumu, çözümün kişiye getireceği fayda, kişilik özellikleri gibi güdüsel faktörler de problem çözmeye etkili olabilmektedir (Gelbal, 1991, s.169).

Problem Çözme Sürecinin Aşamaları

Problem çözme süreci ilk olarak Polya tarafından ortaya atılmıştır. Polya'ya göre bir problemin çözümü dört aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak problem anlaşılmalı, çözüm için gerekenler açıkça görülebilmelidir. İkinci olarak, öğeler birbirleriyle ne derece bağlıdır, bilinmeyenlerin verilerle bağlantısı nedir, gibi sorulara cevap arayarak çözüm için bir fikir elde edilmeli ve bir plan yapılmalıdır. Üçüncü adımda yapılan plan hayata geçirilmeli ve son olarak tamamlanan çözüm kontrol edilmeli, gözden geçirilmeli ve tartışılmalıdır (Polya, 1973, s.5).

Problem çözme süreci hakkında literatürde birçok görüş bulunmaktadır. Baykul (2002, s.41)' a göre, her probleme uygulanabilecek belli bir çözüm yolu yoktur. Her problem ayrı çözüm yolu gerektirmektedir. Her problem için farklı çözüm yolu bulunmasına karşın tüm problemlerin çözüm sürecinde izlenen yol, aynı basamakları oluşturmaktadır. MEB, (1998; Akt. Pesen, 2008, s.69) problem çözme sürecinin aşamalarını şu şekilde özetlemiştir;

- Problemin verilerini ve istenilenlerini söyleme ve yazma,
- Problemi özet olarak söyleme ve yazma,
- Probleme uygun şekli ve şemayı çizme,
- Problemin çözümünde başvurulacak işlemi ya da işlemleri sebepleri ile birlikte söyleme veya yazma,
- Problemin sonucunu tahmin edip söyleme veya yazma,
- Sonucun tahminle karşılaştırılması,
- Problemin çözümünün doğru yapıldığına ve yanlış yapıldığına sebepini ve yanlış yapılmış ise yanlışını belirterek söyleme ve yazma,
- Problemin çözümünde varsa değişik çözüm yollarını söyleme veya yazma.

Wicklegren (1974, s.16) ise problem çözüme sürecini dört aşamada toplamıştır. Bunlar sırası ile verilenlerin tanımlanması, işlemlerin tanımlanması, hedeflerin tanımlanması ve problem durumlarının sıralanmasıdır. Bireyin problem çözüme sürecinde bahsedilen aşamaları başarı ile tamamlaması gerekmektedir. Bilimsel araştırma yöntemlerinde olduğu gibi problem çözüme sürecinde de bir basamak başarı ile tamamlanmadan bir üst basamağa geçilememektedir. Altun (1995; Akt. Özsoy, 2005, s.180), matematikte problem çözmeyi, sorunun zihinsel süreçlerle gerekli bilgileri kullanarak ve işlemleri yaparak ortadan kaldırılması olarak tanımlamaktadır. Öğrencinin bir matematik problemini çözebilmesi için çözüme götüren işlemleri problem çözümenin zihinsel süreçlerini kullanarak oluşturması ve problemi sonuçlandırması gerekmektedir. Bu sebeple, matematik eğitimcilerinin söz konusu süreçleri öğrencilerine kazandırmaları ve onların uygulamalarını sağlamaları problem çözüme becerisini tam anlamıyla kazandırabilmeleri açısından oldukça önemlidir. İlköğretim matematik programları ve değerlendirme standartları ile ilgili son çalışmalar, matematiksel problem çözüme gücünü, muhakeme etme becerilerini geliştirmeye önem vermekte, bu becerileri gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanabilme gücünü geliştirmeyi öncelikli hedef olarak belirlemektedir (Verschaffel, De Carte, Lasure, Van Vaerenbergh, Bogaerts ve Ratmckx, 1999, s.196).

Problem Çözmenin Sağladığı Yararlar

Problem çözüme, olguların hatırlanmasını, çeşitli beceri ve işlemlerin kullanılmasını, problem çözüme süreçlerini, bunların değerlendirilmesini ve daha birçok farklı beceriyi içermektedir (Charles, Lester ve O'Daffer, 1997, s.7). Problemler, hem örüntüleri araştırma ve keşfetme hem de eleştirel düşünme gibi aşamaları kullanmaya yönlendirir. Problemleri çözmek için öğrenciler, gözlem yapmalı, ilişki kurmalı, soru sormalı, muhakeme etmeli ve sonuç çıkarmalıdır (Akay, Soybaş, Argün, 2006, s.130). Problem çözmenin çocuğa, matematik öğrenirken bilişsel strateji geliştirme konusunda katkı sağladığı da söylenebilir (Yıldızlar, 1999; Akt. Özsoy, 2005, s.182). Ayrıca problem çözüme birçok alanda ve birçok nedenden dolayı önemli olduğundan özellikle matematiksel problem çözüme hemen hemen tüm matematik öğretim programlarının merkezinde gösterilmektedir (Jitendra, Griffin, Buchmanve Sczesniak, 2007; Kayan ve Çakıroğlu, 2008; NCTM, 1989, 1991, 2000, 2004; Polya, 1957; Schoenfeld, 1987a, 1989; Akt. Cankoy ve Darbaz, 2010, s.11). Nitelikli bir eğitim programının problem çözebilen insanlar yetiştirmesi beklenir. Bu derece önemli olan problem çözüme

becerisinin kazanılması uzun bir süreci kapsar ve programlı bir çalışma gerektirir (Yazgan ve Bintaş, 2005, s.210). Altun ve Arslan (2006, s.3)'ın yaptıkları araştırmanın sonuçlarına göre öğrenciler alışılmadık bir problemle karşılaştıklarında çözüm için bir şekil çizme, problemi parçalara ayırma, benzer basit problemlerden yararlanma, çözümü kontrol etme bakımından eksik görülmüştür. Bu öğrenciler problem karşısında daha çok probleme bir göz atıp, verilen sayılara gerekli işlemleri çabucak uygulayıp sonuca gitme eğilimi göstermişlerdir.

Probleme basitçe cevap bulmak iyi problem çözme becerilerinin kanıtı sayılmaz. Bazı öğrenciler yanlış bir mantık kullanarak doğru cevabı bulabilirler, diğer taraftan bazı öğrenciler mükemmel stratejiler kullanırlar ama basit hatalar yaptıklarından sonuca ulaşamazlar. Bu bakımdan problem çözenin hedefleri sürecin tüm aşamalarında düşünmeyi gerektirir (Soylu ve Soylu, 2006, s.100). Düşünme bir problemle başlar, problemin çözümü ise birey için amaca dönüşür ve bu amaç bireyin düşünmesini yönlendirir. Böylece problemle ortaya çıkan düşünme, bir süreci oluşturur (Özsoy, 2005, s.180).

Problem Türleri

Problem çözme süreçlerinin aynı olmasına karşın her problemin kendine özgü bir çözüm yolu olmasının, problem çeşitliliğinden kaynaklandığı söylenebilir. Matematiksel problemler, farklı çözüm yollarına sahip, tek bir doğru cevabı bulunan rutin problemler ve her bireyin farklı bir yorum getirebileceği, açık uçlu, sonucu kişiye göre farklılık gösterebilen rutin olmayan problemler olarak çeşitlendirilebilir. Açık uçlu problemlerin bir tek doğru cevabı yoktur ve rutin olmayan problemler olarak da adlandırılan bu tür sorular matematik öğretim programının en önemli parçasıdır (Keskin, 2008, s.II). Polya, öğrencilere rutin problemler dışında başka tür problem çözdürmenin “affedilemez bir hata” olduğunu, böyle yapmanın öğrencileri “düş gücü ve yargı” dan mahrum bıraktığını belirterek rutin olmayan problemlere verdiği önemi göstermektedir (Yazgan ve Bintaş, 2005, s.211). Kapalı problemler olarak da adlandırılan rutin problemler, doğru cevabın bazı basit yollarla belirlenebildiği ve gerekli bilgilerin problem ifadesinde verilmiş olduğu, açıkça formüle edilmiş ve görevler yönünden iyi yapılandırılmış olanlardır (Akay, Soybaş, Argün, 2006, s.132). Örneğin; “Hasan maaşını alınca $\frac{1}{4}$ 'ünü kiraya veriyor. Daha sonra kalan parasının

1/3'ünü aile bireylerinin ihtiyaçları için harcayınca geriye 420 TL'si kalıyor. Hasan'ın maaşı kaç TL'dir?"

Diğer yandan öğrencilere hazır ve kalıplaşmış problemler sunulduğunda, kitaba veya diğer kaynaklara bağımlı kalınmakta ve problemin çözümü için farklı çözüm stratejileri geliştirmeye gerek duyulmamaktadır. Bu durum, öğrencilerin açık uçlu ve daha önce öğrendiklerinden farklı bir problemle karşılaştıklarında nasıl davranacaklarını bilmemelerine neden olmaktadır (Dede ve Yaman, 2008, s.237). Ayrıca yapılan araştırmalar geleneksel sözel problemlerin öğrencilerin gerçek yaşamda problem çözme becerilerini geliştirmede başarısız olduğunu ortaya koymuştur (Greer, 1997, s.297). Rutin olmayan problemler, matematik eğitiminde öğrencileri tek yönlü düşünceden çıkarıp, onları günlük hayatta karşılaştıkları sorunların da birden fazla çözümü olabileceği konusunda bilinçlendirmektedir. Çünkü rutin olmayan problemler, günlük hayatın içinden, her bireyin karşılaşılabileceği türdeki sorunlardan oluşturulmaktadır. Gelecekte hayatta karşılaşılabileceği problemlerin üstesinden gelebilecek bireylerin yetiştirilmesi eğitimin öncelikli hedeflerinden biridir (Soylu ve Soylu, 2006, s.100). Öğrenciler, rutin olmayan problemleri çözmeye çalışırken, işlemleri ezbere değil, problem gerektirdiği için kullanmayı öğrenirler (Olkun, Şahin, Akkurt, Dikkartin, Gülbağcı, 2009, s.67). Bu ifadeden yola çıkarak rutin olmayan problemlerin öğrencinin hayal gücünü kullanmasını gerektiren, onu yaratıcı ve eleştirel düşünmeye götüren bir problem türü olduğu sonucuna varılabilmektedir. Bu sebeple bu tür problemlerin, öğrencilerin hayatları boyunca yüzleştirecekleri sorunların üstesinden gelebilme noktasında eğitici birer araç oldukları söylenebilir. Rutin olmayan problemlere açık uçlu problemler de denmektedir. Açık uçlu problemlerde, doğru ve tam bir çözümü garantileyen bir formülasyon bulunmadığından bu tür problemler iyi yapılandırılmamış problemler olarak da anılmaktadır (Akay, Soybaş, Argün, 2006, s.133).

Örneğin; "Joe'ya babası 50 dolar kazandığı takdirde onu kampa götüreceğine söz verir. Fakat daha sonra Joe'nun babası fikir değiştirir ve Joe'dan kazandığı paranın tamamını kendisine geri vermesini ister. Bunun üzerine Joe da 50 dolar kazandığı halde babasına 10 dolar kazandığını söyler ve bu 10 doları babasına verir. 40 doları da kampa harcamak üzere kendine ayırmıştır. Joe, kampa gitmeden önce durumu küçük kardeşi Alex'e anlatır. Alex bu durumu babasına söylemeli midir (Senemoğlu, 2003; 70)?

Fermi Problemleri

Ünlü fizikçi Enrico Fermi tarafından ortaya atılan Fermi Problemleri, Rutin olmayan problemlere örnek olarak gösterilebilir. Fermi problemleri, varsayımlarda bulunarak, sistematik bir düşünme biçimi ve sınırlı bilgi ile hesaplanması pek mümkün olmayan büyüklüklerle ilgili tahmin yürütmeyi içermektedir (Arleback, 2009, s.332). Taplin (2007), Fermi problemlerini şu şekilde açıklamıştır: “Yeterli bilginin verilmediği ve öğrencileri daha yaratıcı olmaya teşvik eden problem türüdür. İnsanlar Fermi Problemlerini gördüklerinde ilk olarak çözüm için daha fazla bilgiye ihtiyaçları olduklarını düşünürler. Aslında ortak fikir ve deneyimler kabul edilebilir çözümleri mümkün kılarsa da bu problemlerin çözümü öğrencilerin sahip olduğu bilgilerin ve deneyimlerin toplamına dayanır. Bu problemler yıldırıcı değildir ve işbirlikçi bir ortamda çözülebilir” (Hıdıroğlu, 2012, s.44).

Arleback (2009)’a göre Fermi problemleri, öğrencilerin basit hesaplamalarla çözüme başlamadan önce varsayımlarda bulunarak sistematik tahminlerde bulunmalarını gerektiren açık uçlu, rutin olmayan problemlerdir ve matematiksel modellemenin öğretilmesi için mükemmel araçlardır (Arleback, 2009, s.332). Matematiksel modelleme ile ilgili literatürde birçok tanıma rastlamak mümkündür.

Model, Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme

Teknolojiye bağlı olarak bilginin her gün yenilenip geliştiği günümüzde, öğrencilere farklı şekilde yorumlamalarını gerektiren matematiksel durumlarla çalışabilmelerini sağlayacak deneyimlerin kazandırılması ve bu durumlarla ilgili kendi anlayışlarını akranlarıyla paylaşmasının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bu durumun oluşturulmasında çözümü matematiksel model içeren model oluşturma etkinliklerinin etkisi büyüktür (Blum ve Niss, 1991; English ve Watters, 2005; Lesh ve Doerr, 1995; Akt. Erarslan, 2012, s.2954). Model, karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsillerinin oluşturduğu bir bütündür (Doruk, 2010, s.7). Berry ve Houston (1995, s.ix)’a göre gerçek hayat problemlerini çözmek için matematiği kullanma amaçlarından birisi gerçek durumu tanımlayan bir matematiksel model elde etmektir.

Modeller gerçekliğin bir parçasıdır (Keskin, 2008, s.2). *Modelleme* ise; matematik dünyası dışındaki alanlarda (fizik, biyoloji, sosyoloji, politika, sanat, eğlence

v.b.) var olan ya da kurgulanan problem durumlarının matematik dünyasına taşınarak matematik dilinde ifade edilmesi ve matematiksel bilgi ve yaklaşımlarla çözümün araştırılmasını temsil eden bir yöntemdir (Bukova Güzel ve Uğurel, 2010, s.72).

Matematiksel modelleme en genel anlamda gerçek hayattan veya gerçekçi bir durumun matematiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmesi sürecidir (Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Çakıroğlu, Alacacı ve Baş, 2014, s.1608). Aydın (2008, s.5)'a göre matematiksel modelleme elde bulunan bir problemi matematiksel notasyonlara, gösterimlere çevirmektir. Matematiksel modelleme sürecinde matematiğin dışından doğan bir konu alınır ve bu konu matematiksel olarak ifade edilir, böylece matematiksel teknikler orijinal konuya ışık tutmak için kullanılır. Bu anlamda modelleme, çok yönlü bir problem çözme sürecidir (Blum ve Niss, 1989, s.13). Haines ve Crouch (2007, s.418) ise matematiksel modellemeyi gerçek hayat problem durumlarının soyutlanarak formülleştirildiği, çözümlendiği ve sonrasında çözümün test edildiği döngüsel bir süreç olarak tarif etmektedirler. Lesh ve Doerr (2003, s.5), matematiksel modellemeyi kavramsal sistemlerin ve modellerin kullanıldığı farklı durumlarda anlamlandırılarak geliştirildiği ve yeni modellerin ortaya çıkarıldığı bir süreç olarak tanımlamaktadırlar. Berry ve Houston (1995, s.24), matematiksel modellemeyi gerçek hayat problemlerini çözmek için bazı adımların uygulanması süreci olarak tanımlamıştır. Ayrıca Berry ve Houston (1995), matematiksel modellemenin özünde, yeterli sunumla verilen durumda matematiksel modeli formüle etmenin bulunduğunu belirtmiş, problemde önemli özellikleri sunan ilgili değişkenlerin seçilmesi ve değişkenlerle matematiksel ilişki kurulması ile modelleme sürecinin gerçekleştiğini açıklamışlardır (Keskin, 2008, s.23).

Meyer (1984, s.13), matematiksel modelleri değişken, sabit, fonksiyon, eşitlik, eşitsizlik, formül ve grafikler gibi matematiksel kavram parçaları olarak ifade etmiştir. Lesh ve Doerr'e (2003, s.5) göre ise matematiksel modeller öğrenmenin anlamlı hale gelmesini sağlamak için oluşturulur ve matematikselleştirme etkinliklerini içerir. Mevcut tanımlara bakıldığında genel olarak matematiksel modellemenin bir süreç olduğunu söylemek mümkündür. Bu sürecin, yapılan tanımlarda bir döngü içinde devam ettiği belirtilmektedir.

Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan tanımlardan bir diğeri ise Lesh ve Zawojewsky (2007), ve Mousoulides (2007)'in yapmış oldukları tanımdır: "Matematiksel modelleme, rutin olmayan gerçek dünya durumlarını ifade eden,

kişilerden bu durumu matematiksel olarak yorumlamasını ve bu durumdan yararlanacak bireylerin karar vermesine yardım etmek amacıyla süreci veya metodu matematiksel olarak betimlemesi veya formüle etmesini gerektiren, olası farklı çözümler içeren problem durumlarıdır” (Erarslan, 2012, s.2956).

Matematiksel olarak ifade edilmiş olan problem durumları, matematiksel modelleme kavramının açıklaması olarak literatürde yer alsa da Erbaş ve diğerleri; (2014, s.1609), herhangi bir matematiksel gösterimin tek başına bir matematiksel model olarak kabul edilmesinin doğru olmadığını, bir gerçek hayat durumunun yapısını anlamak için kullanılan farklı matematiksel işlemlerin ve fonksiyonel ilişkilerin bir bütün olarak matematiksel modeli oluşturduğunu belirtmiştir. Bukova Güzel ve Uğurel (2010, s.72) ise, matematiksel modellemenin sadece bir ürüne değil, o ürüne ulaşıncaya kadar gerçekleştirilen tüm eylemlere odaklandığını ifade etmiştir. Bu görüşlere göre matematiksel modellemenin, gerçek hayat problemlerinin belirli formül, şekil, grafik v.b. formlarla matematiksel bir dile çevrilmesi sürecinin tamamını oluşturduğu söylenebilir. Modelleme etkinliklerinin problem durumları gerçek yaşamın içinden alınır ve öğrenciler tıpkı bir araştırmacı gibi matematikten yararlanarak karmaşık durumu çözümlenmeye ve benzer durumlar için uygulanabilecek bir bağlantıya ulaşmaya çalışırlar (Doruk, 2010, s.6). Bu bağlamda matematiksel modelleme ile ilgili açıklamalar incelendiğinde, modelleme problemlerinin çözümü için iyi bir matematik bilgisine sahip olunması gerektiği söylenebilir (Keskin, 2008, s.25).

Matematiksel model ile matematiksel modelleme arasındaki ayrıma bakıldığında Stark ve Nichols (1972, s.44) matematiksel modeli; gerçek hayat problemlerine çözüm üretebilmek için kullanılan matematiksel bir teknik olarak tanımlamaktadır. Skovmose (1994), matematiksel modellemenin iki farklı türü olduğu görüşündedir. Bunlardan birisi Sivri Modelleme, bir diğeri ise Genişletilmiş Modelledir. Sivri Modellemede ele alınan problem, matematiksel bir dile dönüştürülür. Genişletilmiş modellemede, matematiksel modelleme özel bir problem durumunu tanımlamak için değil, teknolojiye zemin sağlamak amacıyla kullanılır. Lamberts (2005, s.416), gerçek hayat problemlerinin kullanıldığı modellemenin, diğer modellemelere nazaran önemli olduğunu şu üç faktörle açıklamıştır:

1. Matematiksel modeller önceden tahmin edilebilir ve tutarlı olmalıdır.
2. Tanımlanmış ya da kavramlaştırılmış varsayımlar, teorilerin matematiksel olarak formüle edilmesi ile kolayca bağlanır.
3. Matematiksel modeller analitikte önemli rol oynar. Hipotezlerin test edilmesinde kullanılabilir.

Matematiksel modellemenin amacı; gerçek dünyanın farklı yönlerini tahmin etmek, açıklamak, tanımlamak ve anlamaktır. Bu yolla eski Mısırlılar toprak problemlerini çözmek, bu topraklar için su temini problemini çözmek amacıyla geometriyi, astronomlar da gezegenlerin hareketlerini hatasız tahmin etmek için matematiksel modellemeyi kullanmışlardır (Aydın, 2008, s.5). Howard Emmons'a göre matematiksel modellemenin amacı; ilgilenilen olgunun temel yapısı ile ölçüşen en basit modellemeyi oluşturmaktır (Aydın, 2008, s.11). İlgili görüşlere bakıldığında matematiksel modellemenin amacının; gerçek hayatta karşılaşılan ve çözülmesi gereken problemlerin anlaşılması, açıklanması ve sonucun tahmin edilmesi olduğu söylenebilir. Bu anlamda hayat problemlerini matematiksel yazıya dökmek ve çözüme ulaşmak matematiksel modellemenin temelini oluşturmaktadır. Uluslararası Matematik Öğretimi Komisyonu'nun (ICMI-14) yayınladığı rapora göre ise matematiksel modellemenin amacı, öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarını sağlamak, özgün problemleri çözmeleri ve formüle etmelerini öğretmek, eleştirel ve yaratıcı yönlerinin farkına varmalarına ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağlamaktır (Blum, 2002; Akt. Akgün ve diğerleri, 2013, s.4). Lesh , Hoover, Hole, Kelly ve Post (2000),modelleme etkinliklerinin amacının bir karara varmak değil karara varmak için araç geliştirmek olduğunu ifade etmişlerdir (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013, s.1102).

Matematiksel modellemenin günümüzde öğretim ve uygulamalarına rastlamak mümkündür. İlköğretim kademesinden lisans kademesine kadar matematiksel modellemenin öğretilmesinin ve uygulamalarının yapılmasının gerekliliği, öğretim programlarında matematiksel modellemeye yer verilmesi sonucunu beraberinde getirmiştir. Problem çözme alanında, yeni düşüncelerin geliştirilmesiyle ve matematik uygulamalarının yeni alanlarda ortaya çıkmasıyla matematiksel modelleme, matematik öğretim programlarında yer almaya başlamıştır (McLone, 1976; Akt. Keskin, 2008, s.16). Okulların öğretim programlarında modellemenin konulmasındaki temel amaç matematik ile gerçek dünya arasındaki bağlantıların keşfi yoluyla öğrencilerin

matematiği derinlemesine anlamalarına yardımcı olmak ve onları bu konuda teşvik etmektir (Aydın, 2008, s.64).

Matematiksel Modelleme Yaklaşımları

Matematiksel modellemenin öğretim sürecinde belli yaklaşımlardan söz edilmektedir. Gravemeijer ve Stephan, (2002); Lesh ve Doerr, (2003a); Akt. Erbaş ve diğerleri (2014, s.1610), matematiksel modellemenin temel iki yaklaşımı olduğu belirtilmektedir. Bu yaklaşımlardan birincisi matematiği amaç olarak, ikincisi ise araç olarak görmektedir. Bu yaklaşımlar şu şekilde açıklanmıştır:

Birinci yaklaşım, matematik derslerinde hazır bir şekilde verilen matematiksel bilgilerin gerçek hayat durumlarını analiz ederken uygulanabilmesi, dönüştürülebilmesi ve uyarlanabilmesidir. Bu yaklaşımda matematiksel modellerin hangi gerçek hayat durumlarını yorumlamada kullanılabileceği bilgileri hazır olarak verilmekte, öğrencilerden gerçek hayat durumuna uygun matematiksel modeli aramaları veya uyarlamaları beklenmektedir. İkinci yaklaşım ise bir gerçek hayat durumunu yorumlama sürecinde öğrencilerin kendi sembolik araçlarını ve modellerini geliştirmesidir. Birinci yaklaşımda teknik anlamda öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilme beceri ve yetenekleri önemsendir. Üst düzey matematiksel bilgi ve modelleme yöntem ve tekniklerinin kullanılması söz konusudur. Bu anlamda başlangıçta güçlü bir matematik bilgisi ve beraberinde belirli matematiksel modelleme teknikleri bilgisi de gereklidir. İkinci yaklaşımda ise öğrencilerin formel olmayan düşünme şekilleri ve çözüm yöntemleri daha çok önemsenmektedir. Bu anlamda öğrencileri yeni bir kavram ya da modeli kavratmada daha aktif kılan matematiksel modellemeyi bir araç olarak gören ikinci yaklaşımın, pedagojik açıdan daha güçlü olduğu söylenebilir.

Kaiser (2005), Kaiser ve Sriraman (2006), Blomhoj (2008) 'in çalışmalarından derlenen matematiksel modelleme yaklaşımlarının sınıflandırılması Tablo 1'de gösterilmiştir (Hıdıroğlu, 2012, s.16):

Tablo 1: Matematiksel Modelleme Yaklaşımlarının Sınıflandırılması

Yaklaşımın Adı	Temel Hedefleri	Etkilendiği Yaklaşımlar	Kaynak	Önemli İsimler
Gerçeğe Uygun veya Uygulamalı Modelleme	Faydacı hedefler, gerçek yaşam problemlerini çözme, gerçek yaşamı daha iyi anlama, modelleme becerilerini geliştirme	Pollak'ın pragmatik (faydacı) yaklaşımı	Anglo-Saxonpragmatizmi ve uygulamalı matematik	Pollak (1969), Haines/Crouch
Bağlamsal Modelleme	Konu ilişkili ve psikolojik hedefler (örneğin, sözel problemleri çözme)	Sistemler yaklaşımına neden olan bilgi işleme yaklaşımı	Amerikan problem çözme tartışmaları, günlük okul pratikleri	Sriraman Lesh&Doerr (2003) Chamberlin (2002) Lesh&Caylor (2007) Niss (1987,1989)
Eğitimsel modelleme -Öğretimsel Modelleme -Kavramsal Modelleme	Pedagojik ve konu ilişkili hedefler -öğrenme süreçlerinin tasarlanması ve geliştirilmesi -kavramın tanıtımı ve gelişimi	Bütünleştirici yaklaşım (Blum, Niss) ve bilişsel ve hümanistik yaklaşımın daha fazla gelişimi	Öğretici Teoriler ve Öğrenme teorileri	Blum &Niss (1991) Blum &Leiss (2005) Blum, Niss et al. (2006)
Sosyo-eleştirel modelleme	Psikolojik hedefler (dünya çapındaki eleştirel anlayış gibi)	Özgürlükçü yaklaşım	Politik sosyolojideki sosyo-eleştirel yaklaşım	Skovsmose(1994,2005) D'Ambrosio (1999)
Epistemolojik Modelleme veya Teorik Modelleme	Teori temelli hedefler (teori gelişimine katkı sağlama gibi)	Freudenthal'ın eski yaklaşımı olan bilimsel hümanistik yaklaşımı	Roman epistemoloji	Freudenthal(1983) Traffers (1987) Chevallard
Aşağıdaki yaklaşım bir üst yaklaşım olarak tanımlanabilir.	Psikolojik hedefler -çözüm sürecinde meydana gelen zihinsel (bilişsel) süreçlerin analiz edilmesi ve bu zihinsel (bilişsel) süreçlerin anlaşılması -modelleri zihinsel resimler veya fiziksel resimler olarak kullanarak veya modellemeyi soyutlama, genelleme gibi zihinsel (bilişsel) süreçler olarak ele alarak matematiksel düşünme süreçlerinin geliştirilmesi		Bilişsel Psikoloji	Piaget Skemp BoromeoFerri (2006) Blum/Leiss

Matematiksel Modelleme Sürecinin Önemli Unsurları

Matematiksel modelleme oluşturma sürecinde göz önünde bulundurulması gereken bazı unsurlardan söz edilmektedir (Erbaş ve diğerleri, 2014, s.1610); matematiksel model ile modellenen gerçek durumu ayırt edebilme, hata payı ve uyumluluk bakımından değerlendirme, farklı ve daha iyi bir model ile ifade edebilme ihtimali bu süreçte öğretmenin dikkat etmesi gereken durumlar olarak açıklanmıştır. Ayrıca öğretmenlerin matematiksel modelleme oluşturma sürecinde uygulama öncesi ve

sonrasında planlaması gereken bazı durumlar söz konusudur (Lesh ve Doerr, 2003; Akt. Erbaş ve diğerleri 2014, s.1617). Hickman'a (1986, s.742) göre matematiksel modellemenin gelişimi, toplaması zor olan verilerdeki temel süreçlerinin analiz edilmesine bağlıdır. Matematiksel modelleme sürecinde istenen başarının sağlanması için öğretmenlerin şu unsurlara dikkat ederek süreci planlaması gerekmektedir;

1. Etkinlikte hedeflenen kavramlar, matematiksel fikirler önceden belirlenmelidir.
2. Öğrenciler problemin bağlamına yabancı iseler bağlamın gerçekliğini ve öğrenci için anlamlılığını artırmak amacıyla bir ısındırma etkinliği yapılmalıdır.
3. Uygulamanın hemen sonrasında modelleme esnasında öğrencilerin geliştirdikleri modelleri kullanabilecekleri devam etkinlikleri uygulanmalıdır.

Aynı zamanda öğrencilere matematiksel modelleme yolu ile öğretim yapacak olan öğretmenin, bu unsurlara ek olarak matematiksel modelleme süreçlerine de dikkat etmesi gerekmektedir. Matematiksel modelleme süreci, zihinsel modellemeyi gerektiren bir süreçtir (Hıdıroğlu, Bukova Güzel, 2013, s.128). Biccand ve Wessels (2011, s.378), matematiksel modelleme süreçlerini ve bu süreçteki zihinsel etkinlik ve özellikleri tablo 2'de belirtmişlerdir:

Tablo 2: Matematiksel Modelleme Sürecindeki Zihinsel Aşamalar

Bilişsel Aktiviteler	Açıklamaları
Anlama	Duruma yönelik deneyimleri ortaya çıkarmak ve durumun kapsamının irdeleyebilmektir.
Basitleştirme	Problemi çözmek için gerekli özellikleri belirlemek, verileri kullanarak problem durumuna ilişkin düşünceler ortaya koymak ve varsayımların nedenlerini açıklayabilmektir.
Matematikselleştirme	Gerçek dünyayı matematiksel dünyaya dönüştürmek ve gerçek yaşam durumunun hangi matematiksel kavramlara karşılık geldiğini belirleyebilmektir.
Matematiksel çalışma yapma	Varsayımlar doğrultusunda gerekli matematiksel bilgi ve yöntemleri kullanabilmek ve uygulayabilmektir.
Yorumlama	Matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumunu dikkate alarak değerlendirebilmektir.
Doğrulama	Elde edilen matematiksel sonuçların gerçek yaşam durumu için geçerli olup olmadığını değerlendirebilmektir.
Sunma	Çözüm sürecindeki düşünceleri ve yapılanları açık bir şekilde sunabilmektir (Mousoulides et al., 2007).
Tartışma	Yapılanları anlatıp var olan eksiklikleri ortaya çıkarabilmektir.
Yönü tahmin etme	Sürecin başından itibaren ileriki aşamalarda neye nasıl ulaşılacağını bilmektir.
İnformal bilgiyi kullanma	Matematiksel bir alanı ilgilendirmeyen bir bilginin çözüm için kullanılmasını gerektirir.
Planlama ve organize olma	Çözüm sürecindeki organizasyon ve çözüm döngülerinin denetlenmesi ile ilgilidir.

Lesh ve Doerr (2003) ise, matematiksel modellemenin gerektirdiği zihinsel süreçleri ve uygulanması gereken basamakları şu şekilde açıklamışlardır: “Matematiksel modelleme problemleri, öğrencilerin durumu yorumlamalarını ve durumu kendilerinin anlamlandırabilecekleri şekilde matematikselleştirebilmelerini, problemdeki bilgileri yorumlamalarını, ilgili verileri seçmelerini, yeni verilere giden işlemleri tanımlamalarını ve anlamlı gösterim şekillerini oluşturmalarını gerektirmektedir” (Hıdıroğlu, 2012, s.39). Matematiksel modellemenin belirli zihinsel süreçleri içermesinin yanı sıra literatürde bazı yetenekleri de gerektirdiğinden bahsedilmektedir. Maab (2004), matematiksel modelleme becerilerinin aşağıdaki yetenekleri gerektirdiğini ifade etmektedir (Keskin, 2008, s.21):

- Gerçek hayat problemlerini anlama ve gerçeğe uygun model oluşturma yeteneği,
- Gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeteneği,
- Matematiksel modelde yer alan matematik sorularını (rutin olmayan problem sorularını) çözme yeteneği,
- Matematiksel sonuçları gerçek hayata yorumlama yeteneği,
- Çözümü onaylama yeteneği.

Görüldüğü gibi matematiksel modelleme becerilerine sahip olmak için gerekli yetenekler, modelleme sürecinin aşamalarıyla paralellik göstermektedir. Modelleme yapabilmek için sahip olunması gereken becerilerin dışında Keskin (2008, s.25), güven ve teknolojiye de ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Bu faktörlere sahip olmanın, matematiksel modelleme sürecini etkili ve verimli şekilde ilerletmenin ön koşulu olduğu söylenebilir.

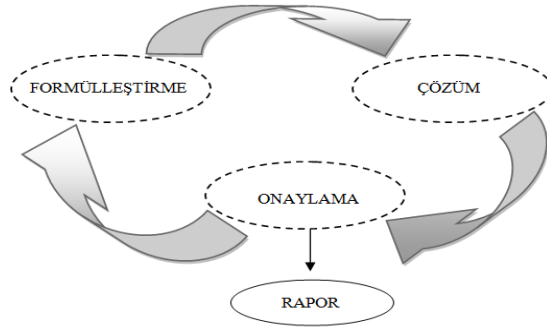
Matematiksel Modelleme Sürecinin Aşamaları

Matematiksel modelleme süreci ile ilgili literatürde çok sayıda görüş ve birçok da şema bulunmaktadır. Bu sürece yönelik yapılan araştırmalarda farklı düşüncelerin ortaya çıkması sürecin karmaşık yapısını ortaya koymaktadır (Hıdıroğlu, Bukova Güzel, 2013, s.142). Söz konusu sürecin belirli aşamaları bulunduğu birçok araştırmacı kabul edilen bir yargıdır. Erbaş ve diğerleri (2014, s.1611)' ne göre matematiksel modelleme süreci şu aşamalardan oluşmaktadır:

- a) *Gerçek Hayat Problemini Tanımlama ve Sadeleştirme:* Bu aşamada öğrenciler problem durumunu inceleyip verilen bilgileri belirleyerek problem durumunu, anlayabilecekleri en sade hale getirirler. Kapur (1982, s.186) problemi anlamının, matematiksel modelleme yapabilmenin ilk adımı olduğunu belirtmiştir.
- b) *Bir Matematiksel Model Oluşturma:*
- c) Öğrenciler problem durumunu ifade edebilecek matematiksel gösterimlerden yararlanarak problemi matematiksel ifadeye aktarırlar.
- d) *Modeli dönüştürme, Geliştirme ve Çözme:* Probleme matematiksel bir çözüm bulabilmek için geliştirilen matematiksel gösterimleri dönüştürme ve analiz etmeyi içerir.
- e) *Modeli yorumlama:* Öğrenciler buldukları çözümün analiz ettikleri gerçek hayat durumu ile ne kadar tutarlı olduğunu incelerler.
- f) *Modeli Doğrulama ve Kullanma:* Bu aşamada öğrenciler geliştirdikleri matematiksel modelin, üzerinde çalıştıkları gerçek problem durumunu ve benzer durumları açıklamada ne kadar geçerli ve kullanışlı olduğuna karar verirler.

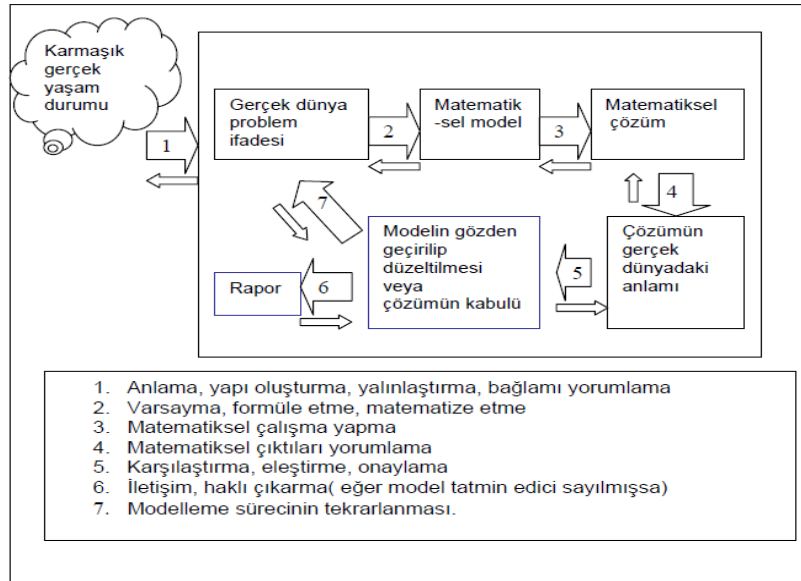
Gravemeijer (1997, s.396)'e göre matematiksel modelleme basamaklarında belirli seviyeler yer almaktadır. Durumsal seviye, tutarlı seviye, genel seviye ve biçimsel seviye olmak üzere dört seviye vardır. İlk seviye gerçek durumların işleyişi ile

ilgilidir. Tutarlı seviyede bu durumlar modellenir. Genel seviyede modelleme ile ilgili değişiklikler yapılır. Son olarak biçimsel seviyede sonuçlar matematiksel ilişkiler açısından karşılaştırılır. Berry ve Houston (1995, s.39)'a göre sürecin aşamaları problemi anlama, değişkenleri seçme, matematiksel modeli oluşturma, formülleştirme ve matematiksel problemi çözme, sonucu yorumlama, gerçek durumla karşılaştırma, modeli iyileştirme ve modellemeyi raporlaştırmadır. Şekil 1'de, Berry ve Houston (1995, s.40)'a göre matematiksel modelleme süreci açıklanmaktadır:



Şekil 2 : Berry ve Houston (1995)'a Göre Matematiksel Modelleme Süreci

Doruk (2010) ise, matematiksel modelleme sürecini belirli basamaklara ayırmış ve bunların belirli bir sıra ile ilerlemesi gerektiğine dikkat çekmiştir. Aşağıdaki şekilde Doruk (2010)'un matematiksel modelleme sürecinin basamakları gösterilmektedir:



Şekil 3: Modelleme Süreci (Doruk, 2010: s.14)

Modelleme sürecinde sonuçlar yorumlandıktan sonra elde edilen bireydeki son zihinsel modelin gerçek yaşam durumunu ayrıntılarıyla ortaya koyması açısından sunma gerçekleştirilmelidir (Ferri, 2006; Akt. Hıdıroğlu, 2012, s.34).

Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sağladığı Yararlar

Matematiksel modelleme etkinliklerinin sağladığı yararlar hakkında birçok görüş bulunmaktadır. Bu etkinlikler, sınıfta öğretilen, matematik konularını günlük yaşam durumları bağlamalarında sunarak okul ve günlük yaşam arasında transferi sağlayacak önemli bir köprü rolü oynayabilir (Doruk, 2010, s.4). Modelleme etkinlikleri öğrencilerin çok yönlü yorum ve yaklaşımlar kullanmasına izin vermekte ve içsel motivasyonu geliştirmesine yardım etmektedir (Mousoulides ve Christou, 2007, s.37). Modelleme etkinlikleri, öğrencilere matematiksel bilginin gerçek dünyaya nasıl uygulanabileceği ile ilgili ipucu sağlar (Sriraman, 2005).

Okullarda gerçek hayat durumları ile karşılaşma ve üstesinden gelme yoluyla matematiksel modelleme etkinliklerine temel oluşturulmalıdır. İlköğretim birinci kademedede matematik konularının içine öğrencilerin seviyelerine uygun matematiksel modelleme problemleri yerleştirilerek modelleme becerisine sahip olmaları sağlanabilir (Keskin, 2008, s.190).

Geçmişe oranla birçok ÷lkede matematiksel modelleme ve uygulamalar etkin bir role sahip olmasına rağmen hala öğretim uygulamaları ve öğretim programlarında gerçek modelleme problemlerinin yer aldığı nadir olduğu gör÷lmektedir (Blum, 2002, s.229). Bunun sebebi olarak matematiksel modelleme etkinliklerinin okullarda uygulanması konusunda öğretim programlarının yanında bu programların gereğini uygulayacak öğretmenlerin de oldukça büyük bir etkisi olması gösterilebilir. Öğrencilerin ilköğretim düzeyinde matematiksel modellemeyi etkili bir şekilde kullanabilmeleri için matematiksel model ve matematiksel modelleme yönteminden haberdar olan ve bunları sınıflarında etkili bir şekilde uygulayabilen öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır (Akg÷n ve diğerleri, 2013, s.26). Öğretmenler, matematiksel modelleme üzerine yeterince bilgiye sahip olmaz ve modelleme becerilerini yeterince geliştirememiş durumda olurlarsa doğal olarak öğrencilerinde de bu süreçte önemli sıkıntıların oluşacağı öngör÷lebilir (Bukova Güzel ve Uğurel, 2010, s.71). Dolayısıyla öğretmen yetiştirme aşamasında da matematiksel modelleme ile ilgili gereken

kazanımlar öğretmen adaylarına verilmeli, bu konuda gerekli çalışma ve etkinlikler yapılmalıdır.

Yurtdışında yaygın olarak kullanılan matematiksel modellemenin uygulama alanında ülkemizde eksikliğin var olduğu söylenebilir. Türkiye'deki eğitim fakültelerinden birkaçında (Cumhuriyet Üniversitesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi) öğretim programının yenilenmesi ile birlikte, matematiksel modellemeye ilişkin dersler matematik öğretmeni yetiştirme programlarında yer almaya başlamıştır (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013, s.1102).

Öğretmenlerin modelleme sürecinde güçlüklerle karşılaşmalarını önlemek amacıyla öğretmen adaylarının ortaöğretim seviyesinde matematiksel modelleme etkinlikleri ile tanıştırılması gerekmektedir. Ayrıca öğretmenlerin modelleme sürecinde grup çalışmasına ve geri dönüt mekanizmasına önem vermesinin süreci daha etkin hale getireceği söylenebilir (Erarslan, 2012, s.2963). Öğretmenlerin matematiksel modelleme öğretiminde dikkat etmesi gereken bir diğer husus da öğrenciler ile etkileşiminin iyi olmasıdır (Keskin, 2008, s.191). Gerçek hayat problemlerinin çözümü ve modellemesinde öğretmen ve öğrenciler doğru bir etkileşim ve sağlıklı bir iletişim içerisinde olmalıdır.

Matematiksel Modellemenin Öğretim Programlarındaki Yeri

Problem çözmenin öneminin artmasıyla birlikte öğretim programlarında model, matematiksel model, matematiksel modelleme kavramları da görülmeye başlanmıştır. İlkokuldan lise programlarına kadar, matematiksel modellemeye yer verilmektedir. Modellemenin kullanımı ile öğretim programlarında soyut durumların somutlaştırılmasının amaçlandığı bilinmektedir.

Matematiksel modellemenin öğretim programlarındaki kullanımı kademeli olarak aşağıda açıklanmıştır;

İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı (1-4. Sınıflar)

İlkokul matematik dersi öğretim programında modelleme kavramından sıklıkla bahsedilmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin sahip olması gereken becerilerden biri de matematiksel modelleme olarak görülmektedir. Nitekim, ilkokul matematik dersi

öğretim programında “kavramsal öğrenmeye, işlemlerde akıcı olmaya, matematiksel kavramlar arasında ilişki kurmaya, matematiksel modellemeler yapabilmeye, akıl yürüterek ve nesnelere arasındaki ilişkiyi matematiksel terimlerle ifade etmek için uygun stratejileri seçebilmeye ve problem çözme becerilerine sahip olmaya” vurgu yapıldığı belirtilmiştir (MEB, 2015, s.4).

Ayrıca matematiksel modelleme programında geliştirilmesi amaçlanan temel matematiksel beceriler arasında da gösterilmektedir (MEB, 2015, s.5). Modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik dersi öğretim programında en sık rastlanıldığı bölüm problem çözmedir. Bu programda problem çözme durumlarının modellenmesi gerektiği belirtilmektedir (MEB, 2015, s.16). Bunların dışında matematiksel modelleme, programda ayrı bir başlık olarak yer almaktadır. Bu bağlamda matematiksel modellemenin önemine vurgu yapılmıştır. Bu durum “modelleme becerisi kazanan öğrenciler, matematiksel kavramları, ilişkileri ve düşüncelerini somut nesnelere, tablolar, semboller, resimler ve grafikler yardımıyla modelleyebilirler. Öğrencilerin farklı modelleme biçimlerini öğrenmeleri ve bunlar arasında geçiş yapabilmeleri, matematikte kavramsal anlamayı derinleştirerek ilişkilendirmeyi güçlendirecek ve kendi fikirlerini matematiksel olarak göstermelerini sağlayacaktır.” ifadeleriyle belirtilmiştir (MEB, 2015, s.7). Veri öğrenme alanında kazanılan grafik oluşturma becerisinin de matematiksel modellemeyi geliştireceği ifade edilmiştir (MEB, 2015, s.10). Modelleme becerisi, tüm öğrenme alanlarına yayılmış ve modelleme etkinliklerine birçok kazanımda yer verilmiştir. Modellemenin yer verildiği kazanımlardan bazıları şunlardır (MEB, 2015, s.22-36);

M.2.1.1. Nesne sayısı 100’den az olan bir çokluğu, model kullanarak onluk ve birlik gruplara ayırır, sayı ile ifade eder.

M.2.1.3. 100’den küçük doğal sayıların basamaklarını modeller üzerinde adlandırır, basamaklardaki rakamların basamak değerini belirtir.

M.2.1.25. Verilen bütün, yarım ve çeyrek modellerinin kesir gösterimlerini kullanır.

M.2.2.3. Şekil modelleri kullanarak yapılar oluşturur, oluşturduğu yapıları çizer.

M.4.2.5. İzometrik ya da kareli kağıda eş küplere çizilen modellere uygun yapılar oluşturur.

M.3.2.10. Doğru parçasını çizgi modelleri ile oluşturur, yatay, dikey ve eğik doğru modellerine örnekler vererek çizimlerini yapar.

Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı (5-8. Sınıflar)

Ortaokul matematik dersi öğretim programında da ilkököl programında olduğu gibi matematiksel modellemeye daha çok problem çözme etkinliklerinde yer verilmiştir. Bu durum "... öğrencilerin modelleme yaparak problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme gibi becerilerinin geliştirilmesine yönelik ortamlar hazırlanmalıdır." ifadesiyle belirtilmiştir (MEB, 2015, s.2).

Ortaokul matematik dersi öğretim programında, matematiksel modelleme ayrı bir beceri olarak ele alınmamış yalnızca problem çözme etkinliklerinde somutlaştırma yapabilmek için kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca iletişim becerisini geliştirmek için de matematiksel modellerden yararlanmanın büyük önem taşıdığı ifadesi yer almaktadır (MEB, 2015, s.4). Ortaokul matematik dersi öğretim programı kazanımlarında matematiksel modellemeye yer verilmemiş olsa da kazanımlar için verilen açıklamalarda modellemeye rastlamak mümkündür (MEB, 2015, s.4-10);

5.1.3.1. Birim kesirleri sıralar. (Açıklama: Birim kesirlerin hangi büyüklükleri temsil ettiği uygun modellerle incelenir.)

5.1.3.5. Sadeleştirme ve genişletmenin kesrin değerini değiştirmeyeceğini anlar ve bir kesre denk olan kesirler oluşturur. (Açıklama: İşlemsel uygulamalara geçmeden önce uygun ve anlaşılır kesir modelleri ile kavramsal çalışmalara yer verilir.)

5.1.5.3. Ondalık gösterimleri verilen sayıları sıralar. (Açıklama: Uygun kesir modellerinden yararlanır.)

5.2.2.5. Üçgen ve dikdörtgenlerin iç açılarının ölçüleri toplamını belirler ve verilmeyen açıyı bulur. (Açıklama: İç açılarının ölçüleri toplamı bulunurken kâğıt katlama ve ya uygun modellerle yapılacak etkinliklere yer verilir.)

Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı (9-12. Sınıf)

Ortaöğretim matematik dersi öğretim programında, matematiksel modellemeye oldukça önem verildiği görülmektedir. Bu durum "... matematiği, modelleme ve problem çözüme kullanabilen bireylere her zamankinden daha çok ihtiyaç duyulmaktadır." ifadesinde belirtilmiştir (MEB, 2015, s.1).

Ayrıca matematiksel etkinlikler yapılırken problem çözme ve modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamlarının tercih edilmesi gerektiği ifade edilmiştir (MEB, 2014, s.2). Matematiksel modelleme programın geliştirmeyi hedeflediği matematiksel beceri ve yeterlilikler içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle ayrı bir başlık altında matematiksel modelleme ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. Bu bağlamda matematiksel modellemenin öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirdiği ve matematiğin gerçek hayattaki rolünü görmelerini, matematiğe değer vermelerini sağladığı; hayatın her alanındaki problemlerin doğasındaki ilişkileri çok daha kolay görebilmemizi, matematik terimleriyle ifade edebilmemizi, sınıflandırabilmemizi, genelledebilmemizi ve sonuç çıkarabilmemizi kolaylaştıran dinamik bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir (MEB, 2015, s.4). Ayrıca akıl yürütme ve iletişim becerilerinin gelişiminde de matematiksel modellerden yararlanılması gerektiği ifadesi yer almaktadır (MEB, 2015, s.7-8). Bununla birlikte program öğrenciyi merkeze alan, kavramsal anlamayı, matematiksel modelleme ve problem çözmeyi önemseyen bir bakış açısı ortaya koymaktadır (MEB, 2015, s.14).Ortaöğretim matematik dersi öğretim programında öğrencilerde geliştirilmesi hedeflenen becerilerle program arasındaki ilişki Tablo 3,4,5 ve 6'da gösterilmiştir (MEB, 2015, s.15-57);

Tablo 3: 9. sınıf matematik öğretim programının kazandırılması hedeflenen becerilerle ilişkisi

Modelleme/Problem çözme		<ul style="list-style-type: none">• Kümeleri, denklem-eşitsizlikleri, fonksiyonları, üçgenlerde benzerliği ve dik üçgende trigonometrik oranları modellemede ve problem çözüme kullanma
Matematiksel Süreç Becerileri	Akl Yürütme	<ul style="list-style-type: none">• İspatlama, orantısal akıl yürütme ve olasılıklı düşünme becerisi kazanma• Üçgenin özelliklerini neden-sonuç bağlamında inceleme
	Matematiksel İletişim	<ul style="list-style-type: none">• Kümeler, denklem ve eşitsizlikler, fonksiyonlar, üçgen, vektör, veri ve olasılığa özgü terim ve sembolleri matematiksel düşünceleri ifade etmede kullanma
	İlişkilendirme	<ul style="list-style-type: none">• Küme, denklem, eşitsizlik ve fonksiyon kavramlarının birbirleriyle olan ilişkilerini açıklama; bu kavramlar arasındaki cebirsel ve geometrik temsil ilişkilerini fark etme• Üçgenin temel ve yardımcı elemanları arasındaki ilişkileri açıklama
Bilgi ve İletişim Teknolojileri		<ul style="list-style-type: none">• Bir fonksiyonun cebirsel gösterimi ile grafik gösterimi arasındaki ilişkileri belirleme,• Geometrik ilişkileri keşfetme amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanma

9.sınıf matematik dersi öğretim programında kazandırılması hedeflenen becerilere bakıldığında matematiksel modelleme bağlamında, kümeler, eşitsizlikler, fonksiyonlar ve üçgenlerin kullanılması üzerine kazanımların yer aldığı görülmektedir. Bu durum problem çözmenin somutlaştırılmasında modellemenin kullanılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Tablo 4: 10. sınıf matematik öğretim programının kazandırılması hedeflenen becerilerle ilişkisi

Modelleme/Problem çözme		<ul style="list-style-type: none"> İkinci dereceden denklemleri, geometrik nesnelerin uzunluk, alan ve hacimlerini ve olasılıkla ilgili kavramları gerçek yaşam problemlerini modelleme ve problem çözmede kullanma
Matematiksel Süreç Becerileri	Akıl Yürütme	<ul style="list-style-type: none"> İkinci dereceden bir fonksiyonun katsayılarıdaki değişiminin fonksiyonun grafiğinde meydana getirdiği değişiklikleri analiz etme Geometrik şekil ve cisimlerin sahip olduğu özellikleri neden-sonuç ilişkisi içerisinde açıklama Çeşitli durumlardaki seçme ve sıralama miktarlarının nasıl hesaplanabileceğine karar verme
	Matematiksel İletişim	<ul style="list-style-type: none"> Polinom, ikinci dereceden denklem ve fonksiyon, dörtgen, çember, katı cisimler ve olasılığa özgü terim ve sembolleri matematiksel düşünceleri ifade etmede kullanma
	İlişkilendirme	<ul style="list-style-type: none"> İkinci dereceden denklemlerin cebirsel ve grafik temsilleri arasındaki ilişkileri belirleme Doğrusal denklemler ile bunların koordinat düzlemindeki grafikleri arasındaki ilişkileri belirleme
Bilgi ve İletişim Teknolojileri		<ul style="list-style-type: none"> Simetri dönüşümleri yardımı ile yeni fonksiyon grafikleri oluşturma Polinom ve rasyonel denklemlerin çözümlerini grafiksel olarak yorumlama İkinci dereceden fonksiyonların çizimi ve katsayıları arasındaki ilişkiyi belirleme Geometrik ilişkileri keşfetme <p>amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanma.</p>

10. sınıf matematik öğretim programındaki becerilere bakıldığında da modellemenin yapılabilmesi için denklemlerin, geometrik nesnelerin ve gerçek yaşam problemlerinin kullanımına dikkat çekildiği görülmektedir. Bu kademedeki kazandırılması hedeflenen tüm becerilerin grafik, şema, nesne, denklem, eşitsizlik gibi olgular aracılığıyla öğrenciye edindirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.

Tablo 5: 11. sınıf matematik öğretim programının kazandırılması hedeflenen becerilerle ilişkisi

Modelleme/Problem çözme		<ul style="list-style-type: none"> Modüler aritmetiği, doğrusal denklem sistemlerini, ikinci dereceden eşitsizlik sistemlerini, gerçek sayı dizilerini, üstel ve logaritmik fonksiyonları, trigonometriyi ve dönüşümleri modelleme ve problem çözmede kullanma
Matematiksel Süreç Becerileri	Akıl Yürütme	<ul style="list-style-type: none"> Matematiksel ispat yöntemlerini (aksine örnek verme, karşıt ters, doğrudan ispat, çelişki ve tümevarım) kullanarak ispatlar yapma
	Matematiksel İletişim	<ul style="list-style-type: none"> Modüler aritmetiğe, doğrusal denklem sistemlerine, ikinci dereceden eşitsizlik sistemlerine, gerçek sayı dizilerine, üstel ve logaritmik fonksiyonlara, trigonometriye ve dönüşümlere özgü terim ve sembolleri matematiksel düşünceleri ifade etmede kullanma
	İlişkilendirme	<ul style="list-style-type: none"> Trigonometrik fonksiyonları birim çember ile ilişkilendirerek açıklama Üstel fonksiyon ile logaritma fonksiyonu arasındaki ilişkiyi gösterme Bir noktanın dönme dönüşümü ile dönme açısının trigonometrik oranları arasında ilişkiler kurma
Bilgi ve İletişim Teknolojileri		<ul style="list-style-type: none"> Üstel fonksiyon için a nın aldığı değerlere göre grafiğin değişimini inceleme Logaritma fonksiyonunun özelliklerini keşfetme Trigonometrik fonksiyonların grafiklerini analiz etme Dönüşümler altında bir noktanın görüntüsünü belirleme <p>amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanma</p>

11. sınıfta ise programın denklem ve fonksiyonlar üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bağlamda yine sözü geçen konuların matematiksel modelleme ile ilişkilendirilmesi gerektiği, kazandırılması hedeflenen beceriler tablosunda vurgulanan bir durumdur. Soyut konuların her kademede daha fazla olması, somutlaştırmanın da aynı ölçüde artmasını gerektirmektedir. Bu sebeple soyut konuların öğretiminde modellemeye daha sık başvurulmalıdır.

Tablo 6: 12. sınıf matematik öğretim programının kazandırılması hedeflenen becerilerle ilişkisi

Modelleme/Problem çözme		<ul style="list-style-type: none"> Türev ve integrali modellemede ve problem çözmeye kullanma Sentetik, analitik ve vektörel yaklaşımları geometri problemlerinin çözümünde kullanma
Matematiksel Süreç Becerileri	Akl Yürütme	<ul style="list-style-type: none"> Türev ve integralin sahip olduğu özelliklere ilişkin çıkarımlarda bulunma Uzayda doğru ve düzlemleri inceleyerek uzamsal becerilerini geliştirme
	Matematiksel İletişim	<ul style="list-style-type: none"> Türeve, integrale, vektöre, koniklere, uzay geometriye ve sıralamaya özgü terim ve sembollerini matematiksel düşünceleri ifade etmede kullanma
	İlişkilendirme	<ul style="list-style-type: none"> Değişim oranı ile türevi, alan ile integrali, integral ile türevi ilişkilendirme Analitik, sentetik ve vektörel yaklaşımlar arasındaki ilişkileri görme Teorik olasılık ile deneysel olasılık arasındaki ilişkiyi anlamlandırma
Bilgi ve İletişim Teknolojileri		<ul style="list-style-type: none"> Fonksiyonların tablo, grafik, cebirsel gösterimleri yardımıyla limit ve süreklilik uygulamaları gerçekleştirme Bir fonksiyonun grafiği üzerinde büyüklük ve dönüm noktalarını ve bu noktaların özelliklerini inceleme Fonksiyonun grafiğiyle x-ekseni arasında kalan sınırlı alanı Riemann toplamı yardımıyla belirleme Fonksiyon grafiğini türev yardımı ile çizme Konikleri oluşturma Uzayda doğru ve düzlemler arasındaki ilişkileri belirleme <p>amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanma</p>

12. sınıfta ise kazanımlar türev, integral, fonksiyon gibi son derece soyut kavramlarda yoğunluk göstermektedir. Bu bağlamda somutlaştırma adına grafik, şekil gibi cebirsel gösterimler yoluyla modelleme yapılmasına dikkat çekilmektedir.

Tablolarda da görüldüğü gibi matematiksel modelleme, programda yer alan birçok kazanımla ilişkilendirilmiştir. Bu durum ortaöğretim programında matematiksel modellemenin yeri ve önemini açıkça ortaya koymaktadır.

BÖLÜM III

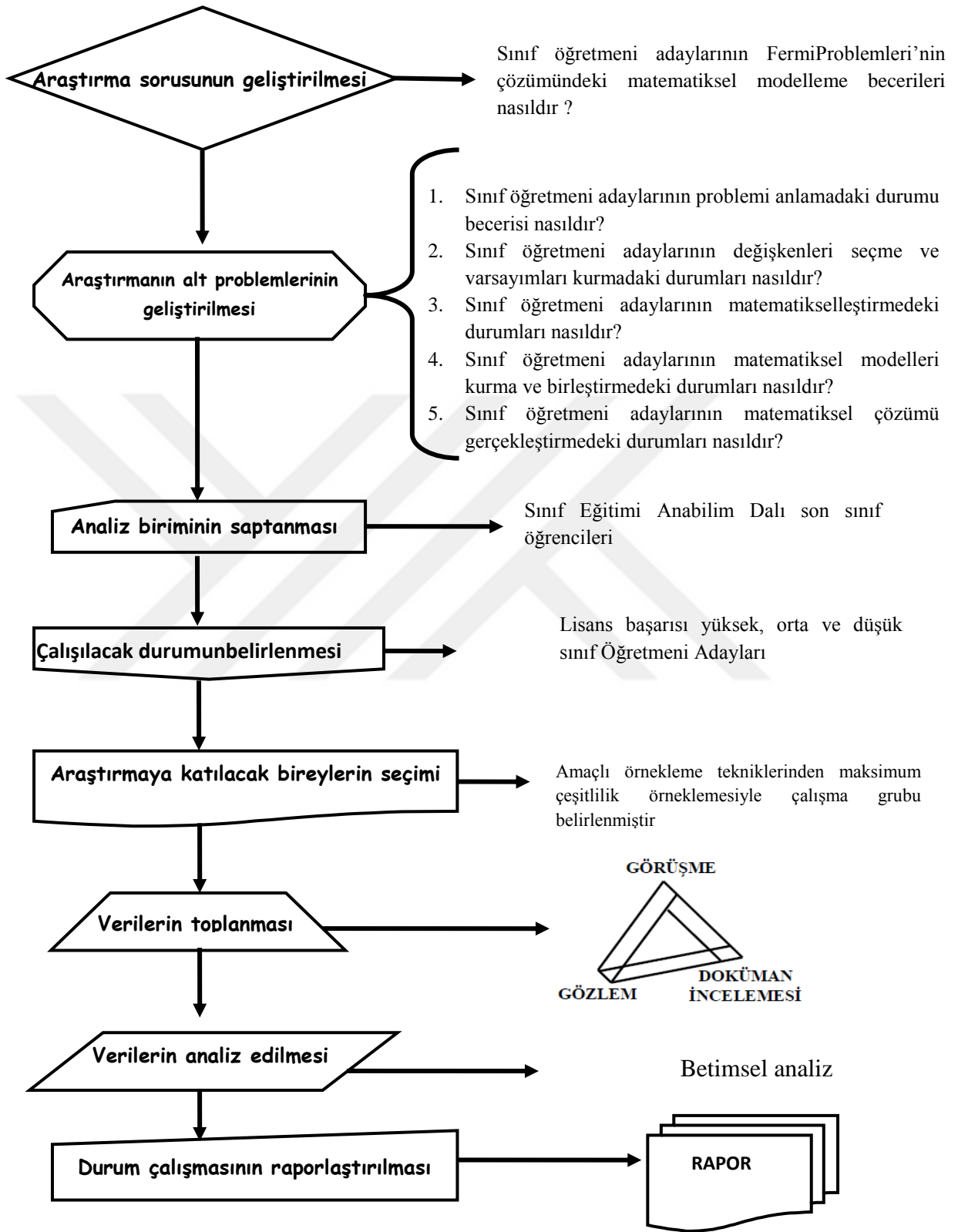
YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma modeli, ölçme araçları, veri toplama süreci ve verilerin analizi hakkında bilgiler verilmiştir.

Araştırma Modeli

Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini belirlemek için yapılan bu çalışmada araştırma yöntemi olarak nitel araştırma yöntemi, araştırma deseni olarak ise nitel araştırma yöntemi desenlerinden biri olan durum (örnek olay) çalışmasının “bütüncül çoklu durum deseni” kullanılmıştır. Durum çalışması; nasıl ve neden sorularına cevap arandığı, araştırmacının kontrol alanının sınırlı olduğu ve gerçek yaşamdaki olgu ve olayları konu alan bir araştırma şeklidir (Yin, 1984, s.1). Bütüncül çoklu durum deseni ise araştırmacının çeşitli araştırma yerlerinden ya da bir alandaki birden fazla programdan seçim yaptığı bir durum çalışması türüdür (Yıldırım & Şimşek, 2011, s.292). Araştırmanın çalışma grubunu sınıf öğretmeni adaylarının oluşturması ve adayların akademik başarılarına göre düşük orta ve yüksek düzeyde olanlardan seçilmesi ile çalışma bütüncül çoklu durum özelliği göstermektedir.

Bir bütün içerisindeki birden fazla durumun incelendiği bu çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının Fermi Problemleri'nin çözümündeki matematiksel modelleme becerilerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bir devlet üniversitesinin sınıf öğretmenliği anabilim dalı son sınıf öğrencilerinin Temel Matematik I, Temel Matematik II, Matematik Öğretimi I ve Matematik Öğretimi II derslerinden aldıkları dönem sonu başarı puanlarının ortalamaları belirlenmiş ve amaçlı örnekleme türlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılmıştır. Seçilen öğretmen adaylarıyla, görüşme, gözlem ve doküman inceleme yöntemleri ile veriler elde edilmiş ve verilerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın deseni şekil 3'te özetlenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s.281):



Şekil 4: Araştırma Deseni

Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenirliği

Nitel araştırmada geçerlik, araştırmacının araştırdığı olguyu, olduğu biçimiyle ve olabildiğince yansız gözlemesi anlamına gelmektedir (Kirk ve Miller, 1986, s.14).Başka bir ifadeyle, ölçme aracının, ölçmek istenen kavramı ne derece doğru ölçtüğü olarak tanımlanabilir (Güner, Dolu, Demir, Köksal, 2010, s.84).

Geçerliliğin yüksek olabilmesi, büyük ölçüde ölçülmek istenen kavramın gözlenebilir nitelikteki değişkenlerle ifade edilmesine bağlıdır (Smith, 1975; Akt. Karasar, 2005, s.151). Geçerlilik, ölçme aracına ilişkin bir özellik olmayıp aksine aracın verdiği sonuçlara ilişkindir. Bu nedenle bir testin sonuçlarına dayalı yapılan yorumların geçerliliğini araştırmak, sağlıklı çıkarımlar ve yorumlar yapılabilmesi açısından önemlidir (Demircioğlu, 2011, s.91)

Genel anlamda geçerlilik araştırma sonuçlarının doğruluğunu konu edinir. Dış geçerlilik, elde edilen sonuçların benzer gruplara ya da ortamlara aktarılabilmesine, iç geçerlilik ise araştırma sonuçlarına ulaşırken izlenen sürecin çalışılan gerçekliği ortaya çıkarmadaki yeterliğine ilişkindir (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.255).

Güvenirlik ise, aynı şeyin bağımsız ölçümleri arasındaki kararlılıktır. Teknik bir sorun olup, bilimsel çalışmanın ilk koşullarındandır (Karasar, 2005, s.148). Güvenirlik konusunun nitel araştırma için farklı bir anlamı vardır. Nitel araştırmaya temel oluşturan ilkelerden birisi, gerçeklerin bireylere ve içinde bulunulan ortama göre sürekli bir değişme içinde olduğu ve araştırmanın benzer gruplarda tekrarlanmasının aynı sonuçlara ulaşmayı mümkün kılmadığını en baştan kabul etmektir (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.259). Ölçme sonuçlarının tesadüfi hatalardan arınık olma derecesi olarak da tanımlanan güvenilirlik, ölçme sonuçlarının duyarlı, tutarlı ve kararlı olmasına bağlıdır (Demircioğlu, 2011, s.98).

Bu araştırmanın iç geçerliliği, veri toplama esnasında katılımcının araştırmacıya soru sorabilmesi, araştırmacının uygulamaya rehberlik edebilmesi ve veri toplama sürecinin doğrudan bulgular olarak tasvir edilmesiyle araştırmanın iç geçerliliği sağlanmaya çalışılmıştır. Dış geçerliliği sağlamak üzere de çalışmada toplanan veriler çalışma grubu ile sınırlı kalmış ve bir genelleme yapılmamıştır.

Bu araştırmanın güvenilirliği araştırmacının rolü, çalışılan sosyal ortam ve çalışma grubu gibi faktörlerin ayrıntılı şekilde açıklanması, araştırmada toplanan

verilerin başkaları tarafından incelenebilecek şekilde saklanması ve betimsel bir yaklaşımla analiz edilmesi yoluyla sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu ve araştırmacı tarafından hazırlanan ve kullanılan kılavuz hakkında uzman görüşlerinin alınması, görüşme sırasında video kaydının yapılması ve yazıya aktarılması çalışmanın güvenilirliğini artırıcı niteliktedir.

Araştırmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini artıran diğer bir faktör ise veri toplama aşamasından önce pilot uygulamanın yapılmış olmasıdır. Çalışılacak grubun maksimum çeşitlilik örnekleme yoluyla seçildiği, gözlem, görüşme ve doküman analizi yöntemleri kullanılarak verilerin toplandığı pilot uygulamanın analizi, betimsel analiz yöntemi ile yapılmıştır. Pilot uygulama ile çalışma öncesi eksikler giderilmiş, gerçek uygulama hakkında araştırmacı tarafından bir öngörü sağlanmıştır.

Çalışma Grubunun Seçimi

Bu çalışmada 6 sınıf öğretmeni adayları ile çalışılmıştır. Bu sınıf öğretmeni adayları bir devlet üniversitesinin sınıf eğitimi anabilim dalı 2015-2016 eğitim-öğretim yılında öğrenim görmekte olan son sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışma grubu belirlenirken olasılık temelli olmayan örneklem tekniklerinden amaçlı örnekleme tekniği kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu, sınıf öğretmeni adaylarının lisans eğitim süreci içinde almış oldukları Temel Matematik I, Temel Matematik II, Matematik Öğretimi I ve Matematik Öğretimi II derslerinin dönem sonu başarı ortalamaları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Söz konusu derslerden başarılı, orta derecede başarılı ve düşük derecede başarılı olan öğretmen adayları seçilmiştir.

Çalışma grubunu oluşturacak öğretmen adaylarını seçebilmek için bir devlet üniversitesinin 2015-2016 eğitim-öğretim yılında öğrenim görmekte olan sınıf eğitimi anabilim dalı son sınıf öğrencilerinin 1. Sınıfta aldıkları Temel Matematik I, Temel Matematik II ve 3. Sınıfta aldıkları Matematik Öğretimi I, Matematik Öğretimi II derslerinin dönem sonu başarı notları temin edilmiştir. Daha sonra her öğrencinin ayrı ayrı söz konusu derslerden elde etmiş oldukları dönem sonu başarı notlarının aritmetik ortalaması alınmış ve elde edilen 88 öğrenci ortalaması küçükten büyüğe sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre en düşük ortalamaya sahip, sıralamadaki ilk iki öğrenci, ortalama başarıya sahip olan sıralamadaki 44 ve 45. Öğrenciler ile en yüksek başarıya sahip son iki öğrenci çalışma grubunu oluşturmuştur.

Çalışma Grubunun Özellikleri

Araştırmanın çalışma grubunu 2015-2016 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin sınıf öğretmenliği anabilim dalı 4. sınıfında öğrenim görmekte olan ikisi erkek dördü kız, altı öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada öğretmen adaylarına kod isimler verilerek etik kurallara uygun hareket edilmiştir. Çalışma grubunun Temel Matematik I, Temel Matematik II, Matematik Öğretimi I, ve Matematik Öğretimi II derslerinden aldıkları dönem sonu başarı notları, bu notların oluşturduğu ortalama puanlar ve öğretmen adaylarının demografik özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 7: Çalışma Grubunun Başarı Notları ve Demografik Özellikleri

Katılımcılar	Cinsiyet/yaş	TM I	TM II	MÖ I	MÖ II	Ort
Görkem	Erkek/23	72	67	60	0	35,5
Yavuz	Erkek/23	70	70	0	0	49,75
Elif	Kız/22	76	71	64	75	71,5
Gözde	Kız/23	69	60	78	80	71,75
Kardelen	Kız/22	80	95	83	70	82
Ümran	Kız/22	92	76	79	83	82,5

Temel Matematik: TM I, Temel Matematik II: TM II, Matematik Öğretimi I: MÖ I, Matematik Öğretimi II: MÖ II

Veri Toplama Süreci

Bu bölümde veri toplama araçlarının sebebi, yapısı ve uygulaması yer almaktadır.

Veri Toplama Araçlarının Seçim Sebebi

Görüşme

Görüşme, nitel araştırmada en çok kullanılan yöntemlerdendir. Görüşmede araştırmacılar öğrenmek istedikleri konu ile ilgili önceden hazırlamış oldukları soruları belli bir sistematik dahilinde görüşülene sorar (Rubin ve Rubin, 1995, s.31).

Stewart ve Cash (1985), görüşmeyi; “önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı, karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim süreci olarak tanımlamıştır. Bu tanıma göre süreç; iletişimdeki sürekliliği ve dinamikliği

karşılıklı; iki veya daha fazla birey arasında gerçekleşen karşılıklı etkileşimi, görüşmeye dahil olan bireyler arasında oluşan bireyler arası bağı, önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç; görüşmeye dahil bireylerden en az birinin belirli bir amacı olduğunu ve bu amaca yönelik bilgi toplama çabası olduğunu ifade eder (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 120).

Görüşme, bireylerin çeşitli konulardaki bilgi, düşünce, tutum ve davranışları ile bunların olası nedenlerinin öğrenilmesinde en kestirme yol olarak kullanılmaktadır. Görüşmede ses tonu, mimikler ve soruları cevaplamada gösterilen istek, söylenenlerin değerlendirilmesinde önemli ipuçları niteliğindedir (Karasar, 2005, s.166).

Araştırmada veri toplama yöntemi olarak, özellikleri araştırmanın yapısı ve amacına uygun olması sebebiyle görüşme yönteminden yararlanılmıştır. Görüşme yönteminin üç farklı türü bulunmaktadır. Bunlar; yapılandırılmış görüşme, yarı yapılandırılmış görüşme ve yapılandırılmamış görüşmedir. Veri toplama sürecinde görüşme yönteminin yarı yapılandırılmış görüşme türünden yararlanılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşmede görüşülene açık uçlu sorular sorulur ve görüşülenden detaylı bilgi vermesi beklenir. Alınan cevaplar belirli bir sistematik halinde araştırmada sunulur (Demir, 2010, s.291).

Gözlem

Araştırmada kullanılan bir diğer yöntem de gözlem yöntemidir. Gözlem, bir nesnenin, olayın ya da bir gerçeğin özelliklerini belirlemek amacıyla dikkatli ve planlı olarak ele alınıp incelenmesi veya çeşitli araç gereçlerin yardımıyla olayların sebeplerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılan bilimsel yöntemdir (TDK; Akt. Demir, 2010, s.300). Gözlem yönteminin “sistematik gözlem” ve “katılımlı gözlem” olmak üzere iki farklı türü vardır. Bu çalışmada katılımlı gözlem kullanılmıştır (Maxfield ve Babbie, 2005; Yin, 2003; Akt. Demir, 2010, s.303).

Verilerin toplanması sürecinde araştırmacı, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme sürecini baştan sona gözlemlemiş ve gözlemlerini video kaydına almıştır. Bu çalışmada görüşme ve gözlem yöntemleri eş zamanlı olarak kullanılmış, katılımcı yarı yapılandırılmış görüşme formunda bulunan Fermi problemlerini çözerken, araştırmacı çözüm sürecini gözlemlemiştir. Ayrıca katılımcıların sesli düşüncelerini sağlamak amacıyla çözüm sürecinin belirli

kısımlarında araştırmacı tarafından “Bu yapmanın sebebi nedir? , Neden bu şekilde dūřündün?” soruları yōneltiymiřtir.

Doküman incelemesi

Araştırmada doküman incelemesi yönteminden de yararlanılmıştır. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar. Ayrıca gözlem ve görüşmenin doğrudan olanaklı olmadığı durumlarda ya da araştırmanın geçerliliğini artırmak için de yazılı ve görsel materyaller ve malzemeler de araştırmaya dâhil edilebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.187). Bu çalışmada veri toplama aracı oluşturulurken incelenen tez ve makale çalışmaları, araştırma konusunu içeren kitaplar, katılımcılardan elde edilen yazılı dokümanlar ve video kayıtları, araştırmanın doküman incelemesi boyutunu oluşturmaktadır.

Görüşmenin Yapısı

Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ölçmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniği tercih edilmiştir. Görüşme, Fermi problemleri kullanılarak matematiksel modelleme becerisini belirleme üzerine planlanmıştır. Hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formunda bulunan Fermi problemleri, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ortaya çıkarabilmek üzere, literatürde yer almış olan Fermi problemleri arasından araştırmanın amacına ve yapısına uygun olarak seçilmiştir.

Görüşmenin etkisini maksimuma çıkarmak için araştırmacı istenen cevapları açığa çıkartacak, teşvik edici yorumların ve soruların taslağını net olarak oluşturmalıdır (Gökbulut, 2010, s.249). Bu bağlamda araştırmanın veri toplama sürecinde kullanılmış olan yarı yapılandırılmış görüşme formundaki Fermi problemleri, ölçme aracının oluşturulmasından önce araştırmacı tarafından detaylı şekilde incelenip özömlenerek, araştırmanın amacına uygun olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır. Böylece ölçme aracında bulunan sorular görüşmenin etkisini maksimuma çıkaracak düzeyde hazırlanmıştır.

Görüşmenin Uygulanması ve Veri Toplama Süreci

Araştırmacı tarafından sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini belirlemek amacıyla Fermi problemlerinin kullanıldığı, literatürde yer almış tüm araştırmalar incelenerek, veri toplama aracı oluşturulmaya çalışılmıştır.

İncelenen tüm Fermi problemleri araştırmacı tarafından çözümlenmiş ve matematiksel modellemeye uygunluğu açısından kontrol edilmiştir. Matematiksel modelleme becerisini ortaya çıkarabilecek nitelikteki Fermi problemlerinden oluşan 5 maddeli veri toplama aracı oluşturulmuştur. Veri toplama aracının matematik alanında akademik çalışmaları olan üç akademisyenden uzman görüşü alınarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca, görüşme sürecinde ve analizinde araştırmacıya rehberlik edecek, matematiksel modelleme sürecinin aşamalarına uygun olarak, “araştırmacı görüşme kılavuzu” hazırlanmıştır. Bu kılavuz, verilerin analizinde araştırmacıya rehberlik edeceği için yalnızca araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Verilerin analizi bölümünde söz konusu kılavuz tablo halinde gösterilmiştir.

Görüşmeler 2015-2016 eğitim-öğretim yılının Mart ve Nisan aylarında yapılmıştır. Görüşmeler yapılmadan bir hafta önce tüm katılımcılar bir sınıf ortamında toplanmış, Fermi problemleri ve onların çözüm şekli hakkında bilgilendirilmek amacıyla araştırmacı tarafından matematiksel modelleme kullanılacak şekilde bir Fermi probleminin çözümü yapılmıştır. Sonrasında her gün bir katılımcıyla olmak üzere, yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılarak görüşmeler yapılmıştır. Her bir katılımcı, yarı yapılandırılmış görüşme formunda bulunan ve Fermi Problemlerini içeren soruları yanıtlamış, bu süreçte matematiksel modellemeden yararlanmıştı.

Görüşme, katılımcının yarı yapılandırılmış görüşme formundaki Fermi problemlerinin çözümünde araştırmacıya soru sorabileceği, araştırmacının çözüm sürecini verilen cevaplara göre yönlendirebileceği şekilde yapılandırılmıştır. Katılımcıya, söz konusu problemlerin çözümünde araştırmacıya soru sorma konusunda esneklik tanınmıştır. Araştırmacı, katılımcı tarafından sorulan soruları, kendisine rehberlik eden ve önceden hazırlanmış olan “araştırmacı görüşme kılavuzunun doğrultusunda cevaplar vererek, katılımcıya rehberlik etmiştir. Görüşme süresi boyunca araştırmacı, katılımcının matematiksel modelleme becerilerini gözlemlemiş ve video kaydına almıştır. Katılımcılar, uygulama öncesi yapılan bilgilendirme ile görüşmelerin

video kaydına alınmasını kabul etmiştir. Her görüşme yaklaşık 30-40 dakika sürmüştür. Görüşmelerin yapıldığı tarih ve saatler, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 8: Görüşme Tarih ve Saatleri

KATILIMCILAR	ORTAK SORU		1. SORU		2. SORU		3. SORU	
	GÜN	SAAT	GÜN	SAAT	GÜN	SAAT	GÜN	SAAT
Ümran	14.03.2016	13:30	21.03.2016	09:30	04.04.2016	09:30	11.04.2016	10:00
Gözde	14.03.2016	13:30	22.03.2016	09:30	04.04.2016	13:30	12.04.2016	10:00
Elif	14.03.2016	13:30	23.03.2016	09:30	05.04.2016	09:30	13.04.2016	10:00
Kardelen	14.03.2016	13:30	24.03.2016	09:30	06.04.2016	09:30	14.04.2016	10:00
Görkem	14.03.2016	13:30	25.03.2016	09:30	07.04.2016	09:30	15.04.2016	10:00
Yavuz	14.03.2016	13:30	25.03.2016	13:30	08.04.2016	09:30	18.04.2016	10:00

Sosyal ortam

Araştırmacı uygulamanın yapıldığı üniversitenin sınıf eğitimi bölümünde araştırma görevlisi ve aynı bölümde öğrenci danışmanı olduğu için görüşmeler istekli ve samimi bir havada gerçekleşmiştir. Görüşmeler sınıf ortamında, öğretmen adaylarının uygun zamanlarında yüz yüze yapılmıştır.

Araştırmacının Rolü

Araştırmacı, çalışma boyunca yalnızca sürecin işleyişi içinde olan kişi değil, aynı zamanda dışarıdan bir gözlemci de olmuştur. Katılımcılar görüşme esnasında araştırmacıya problemlerin çözümüne ya da çözümün doğruluğuna ilişkin sorular sormuştur. Araştırmacı, kullandığı kılavuzdaki kazanımlar doğrultusunda yalnızca rehber olmuş, çözüm yollarının doğruluğu hakkında herhangi bir yorum getirmemiştir. Araştırmacının aynı bölümde araştırma görevlisi olması ve katılımcılarla arasında güçlü bir bağ oluşması verilen cevapların objektif olmasına katkıda bulunmuştur.

Katılımcılar araştırmacı ile kurdukları bağ sayesinde araştırma sürecine gönüllü olarak katılmış, video kaydına izin verilmiştir. Görüşmeler, katılımcıların gönüllü ve objektif olmaları sayesinde, istenen düzeyde gerçekleşmiştir.

Verilerin Çözümlemesi

Araştırmanın veri analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle göre elde edilen veriler, daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Betimsel analiz dört aşamadan oluşur (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.224):

1. Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma
2. Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi
3. Bulguların tanımlanması
4. Bulguların yorumlanması

Araştırmada elde edilen veriler (yarı yapılandırılmış görüşme formundaki Fermi problemlerinin çözümleri) ilk olarak matematiksel modelleme sürecinin aşamalarına göre yorumlanmış, video kayıtları baştan sona transkript edilmiştir. Bu süreçte araştırmacının hazırlamış olduğu “araştırmacı görüşme kılavuzu” ndan yararlanılmıştır. Bu görüşme kılavuzunda, matematiksel modelleme sürecinin aşamalarında elde edilmesi gereken kazanımlar bulunmaktadır. Verilerin betimlenmesi, bu kazanımlara göre yapılmıştır. Araştırmacı görüşme kılavuzunda bulunan matematiksel modelleme sürecinin aşamalarını oluşturan kazanımlar Tablo 8’de gösterilmiştir:

Tablo 9:Matematiksel Modelleme Sürecinin Kazanımları

Matematiksel Aşamaları	Modelleme	Gerçekleştirilmesi Beklenen Kazanımlar
Problemi anlama aşaması		Problemi detaylı şekilde sözlü olarak açıklayabilme Çözüm için daha fazla bilgiye ihtiyaç olup olmadığını açıklama Problemdeki değişkenleri sıralayabilme
Değişkenleri seçme ve varsayımları kurma aşaması		Olası varsayımları ifade edebilme
Matematiksel modelleri kurma aşaması		Olası varsayımlara uygun şekil, şema, grafik vs. modeller oluşturabilme Oluşturulan tüm modeller arasında ilişki kurabilme
Matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması		Olası varsayımları matematiksel olarak ifade edebilme Gerekli matematiksel işlemleri yapabilme Elde edilen verileri birleştirerek matematiksel işleme dökme
Çözümü yorumlama aşaması		Çözümün nasıl elde edildiğini açıklayabilme

Video kaydı transkript edilirken, hazırlanan bu kılavuzda yer alan kazanımlar ölçüt alınarak öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri ortaya

konulmaya çalışılmıştır. Yapılan betimlemenin ardından, katılımcılardan elde edilmiş olan veriler, erişebilirlik ve doğruluk kriterlerine göre analiz edilmiştir.

Erişebilirlik kriteri

Bu kriter ile öğretmen adaylarının kendilerine yöneltilen sorulara cevap verirken sergilediği davranışlar betimlenmiştir. Erişebilirlik kriterine göre öğretmen adaylarının Fermi problemlerinin çözümleri sırasında matematiksel modelleme aşamalarını gerçekleştirirken; düşünme durumu “*düşünme*”, düzeltme yapma durumu “*düzeltilme*” hızlı bir şekilde cevaplama durumu “*hızlı cevaplama*” ve matematiksel modelleme aşamalarını gerçekleştirilmeme durumu “*cevaplama yok*” olarak nitelendirilmiştir.

Öğrencinin soruyu hızlı cevaplama, düşünerek cevaplama ya da düzelterek cevaplama o soruyu doğru çözdüğü anlamına gelmez. Erişebilirlik kriteri, çözüm sürecindeki öğrenci davranışlarını betimleme amacını taşımaktadır. Cevapların doğruluğu, doğruluk kriteri ele alınarak incelenmiştir.

Doğruluk Kriteri

Bu kriter ile öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların doğruluğu analiz edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilerin betimlenmesinin ardından görüşme sürecinde katılımcılara sorulan Fermi problemlerinin matematiksel modelleme sürecine göre doğruluğunu analiz edebilmek amacıyla doğruluk kriterleri belirlenmiş ve her bir soru için doğruluk kriteri analiz tablosu oluşturulmuştur (Hıdıroğlu ve diğerleri, 2014, s.7). Bu tabloda matematiksel modelleme basamaklarına (*Problemi anlama, değişkenleri seçme ve varsayımları kurma, model oluşturma, matematiksel çözümü gerçekleştirme, çözümü yorumlama*) sırasıyla A_1 , A_2 , A_3 , A_4 ve A_5 kodları verilmiştir. Ayrıca her soru için bu basamaklara ait kritik özellikler belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan her soru için ayrı olarak matematiksel modelleme basamaklarına göre belirlenen kritik özellikler şu şekildedir:

Tablo 10: Doğruluk Kriterine Göre Matematiksel Modelleme Basamakları İçin Belirlenen Kritik Özellikler

SORULAR	BASAMAKLAR	KRİTİK ÖZELLİKLER
	A_1	<ul style="list-style-type: none">• Problemden isteneni yazma• Eksik olduğu düşünülen bilgi varsa belirtme ya da sorma

ORTAK SORU:

Okulunuzun kantininde bir günde ne kadar para harcanmaktadır?

A₂

- Okulda bulunan öğrenci sayısı ile ilgili varsayımda bulunma
- Kantinde satılan yiyecek ve içeceklerin fiyatı ile ilgili varsayımda bulunma
- Kantinden yapılan alışverişin sıklığı ile ilgili varsayımda bulunma

A₃

- Ortalama kaç öğrencinin alışveriş yaptığını gösteren matematiksel bir şekil çizme
- Günün hangi saatlerinde kantinden alışveriş yapıldığını gösteren matematiksel bir şekil çizme

A₄

- Tüm varsayımları birleştirerek matematiksel işlem yapma
- Hatasız işlem yapma

A₅

- Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama
- Sonuçları kelimelerle ifade etme

A₁

- Problemden isteneni yazma
- Eksik olduğu düşünülen bilgi varsa belirtme ya da sorma

SORU 2:

Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?

A₂

- Evde yaşayan birey sayısını belirtme
- Tüketilen suyun hangi amaçlara yönelik kullanıldığına ilişkin varsayım yapma
- Evde bulunan bireylerin hangisinin ne kadar su tükettiğine ilişkin varsayım yapma
- Evde yaşayan bireylerin evde bulunduğu günlere ve sürelerine ilişkin varsayım yapma

A₃

- Bir haftada tüketilen su miktarının günlere göre dağılımını gösteren matematiksel bir şekil çizme
- Su tüketim miktarının suyun kullanım amaçlarına göre dağılımını gösteren matematiksel bir şekil çizme

A₄

- Tüm varsayımları birleştirerek matematiksel işlem yapma
- Hatasız işlem yapma

A₅

- Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama
- Sonuçları kelimelerle ifade etme

A₁

- Problemden isteneni yazma
- Eksik olduğu düşünülen bilgi varsa belirtme ya da sorma

SORU 3:

Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?

A₂

- Yılın hangi zamanlarının evde geçirildiği ile ilgili varsayımda bulunma
- Düzenli olarak gidilen yerlerin(okul, iş v.s.) çıkış noktasına olan uzaklığı ile ilgili varsayımda bulunma
- Hangi zamanlarda ne kadar mesafe yürüdüğü ile ilgili varsayımda bulunma
- Gidilen yerlerde (okul, iş, kurs, sinema, tiyatro) yürünen mesafe ile ilgili varsayımda bulunma

A₃

- Bir yılın hangi dönemlerinde ne kadar mesafe yürüdüğü ile ilgili matematiksel bir şekil çizme
- Bir yılın hangi günlerinde evde bulunduğu ile ilgili matematiksel bir şekil çizme

A₄

- Tüm varsayımları birleştirerek matematiksel işlem yapma
- Hatasız işlem yapma

A₅

- Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama
- Sonuçları kelimelerle ifade etme

SORU 4: Bir aile bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?	A ₁	<ul style="list-style-type: none"> • Problemden isteneni yazma • Eksik olduğu düşünülen bilgi varsa belirtme ya da sorma
	A ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Ailede yaşayan birey sayısını belirtme • Evin hangi bölümlerinde kaç kg çöp biriktiği ile ilgili varsayımda bulunma • Yılın hangi günlerinde (özel günler, kutlamalar, toplantılar) daha fazla çöp biriktiği ile ilgili varsayımda bulunma • Ailenin bir yıl içinde evde bulunmama süresi ile ilgili varsayımda bulunma
	A ₃	<ul style="list-style-type: none"> • Biriken çöpün aylara göre değişimini gösteren matematiksel bir şekil çizme • Evin hangi bölümlerinde ne kadar çöp biriktiği ile ilgili matematiksel bir şekil çizme
	A ₄	<ul style="list-style-type: none"> • Tüm varsayımları birleştirerek matematiksel işlem yapma • Yapılan işlemleri yazılı olarak gösterme • Hatasız işlem yapma
	A ₅	<ul style="list-style-type: none"> • Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama • Sonuçları kelimelerle ifade etme

Kritik özellikler; Fermi probleminin çözümünde her bir matematiksel modelleme aşamasına ait olan gerekli özelliklerdir. Katılımcılardan elde edilen verilere göre her bir soru için ayrı olarak belirlenmiş kritik özelliklerin bulunma durumları doğruluk kriteri açısından değerlendirilecektir. Kritik özelliklerden hiç birini yazmamış olan katılımcının cevabı özelliğin ait olduğu aşamaya göre “doğru değil”, en az bir tanesini yazmış olan katılımcının cevabı “kısmen doğru”, tamamını yazmış olan katılımcının cevabı ise doğru olarak kabul edilecektir. Matematiksel modelleme sürecine ilişkin dereceli puanlama anahtarı Tablo 11’de gösterilmiştir:

Tablo 11: Matematiksel Modelleme Sürecine İlişkin Dereceli Puanlama Anahtarı (Hıdıroğlu ve diğerleri, 2014, s.7)

Basamaklar	Doğru değil	Kısmen doğru	Doğru
A ₁	Kritik özellikleri gerçekleştirilmeme	Kritik özelliklerin en az birini gerçekleştirme	Kritik özelliklerin tamamını gerçekleştirme
A ₂	Kritik özellikleri gerçekleştirilmeme	Kritik özelliklerin en az birini gerçekleştirme	Kritik özelliklerin tamamını gerçekleştirme
A ₃	Kritik özellikleri gerçekleştirilmeme	Kritik özelliklerin en az birini gerçekleştirme	Kritik özelliklerin tamamını gerçekleştirme

A₄	Kritik özellikleri gerçekleştirilmeme	Kritik özelliklerin en az birini gerçekleştirme	Kritik özelliklerin tamamını gerçekleştirme
A₅	Kritik özellikleri gerçekleştirilmeme	Kritik özelliklerin en az birini gerçekleştirme	Kritik özelliklerin tamamını gerçekleştirme

Pilot Çalışmanın Uygulanışı ve Veri Toplama Araçlarına Yansımaları

Araştırmanın amacına yönelik olarak sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini belirlemek amacıyla esas uygulamanın yapıldığı üniversitenin eğitim fakültesi sınıf öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören Temel Matematik I, Temel Matematik II, Matematik Öğretimi I ve Matematik Öğretimi II derslerini almış olan öğrenciler arasından söz konusu derslerin başarı ortalaması en yüksek, orta ve en düşük olan öğrenciler seçilmiştir. Yapılan sıralamaya göre listenin 3., 43. ve 86. öğrencileri pilot uygulamanın çalışma grubunu oluşturmaktadır. Pilot uygulamanın ilk oturumunda, seçilen öğrenciler bir araya toplanmış ve her birine aynı olmak üzere, üzerinde Fermi problemi bulunan soru kâğıtları dağıtılmıştır. Sonrasında öğrencilere 10 dakikalık süre verilmiş ve soruyu çözmeleri istenmiştir. Öğrencilerin konuları birbirlerinden oldukça ayrı tutulmuş, herhangi bir etkileşime imkân tanınmamıştır. 10 dakikalık sürenin bitiminde üzerinde isimlerinin yazdığı ve sorulan sorunun çözümünün bulunduğu kâğıtlar öğrencilerden toplanmış, ardından soru araştırmacı tarafından tahtada çözülmüştür. Sorunun çözüm sürecinde öğrencilerin eşlik etmesine ve farklı düşüncelerini dile getirmesine izin verilmiştir.

Pilot uygulamada elde edilen verilere göre katılımcıların problem durumu ile ilgili yapmış oldukları varsayımların betimleme için yeterli seviyede açık ve detaylı olmadığı, bu nedenle esas uygulamada araştırmacı tarafından ilk oturumda çözülecek olan Fermi probleminin “değişkenleri seçme ve varsayımları kurma” aşamasında daha detaylı ve açık bir şekilde çözülmesi gerektiği görülmüştür. Ayrıca “problemi anlama” aşamasında katılımcıların doğruluk kriterine uygun kritik özellikleri karşılamada yetersiz olmaları sebebiyle esas uygulamada araştırmacının bu aşamada daha açıklayıcı bilgiler vererek çözüme başlaması gerektiği anlaşılmıştır. Bunların yanı sıra pilot uygulama, araştırmacıya görüntülü ses kaydı cihazlarına yönelik kullanım deneyimi sağlamıştır.

Pilot uygulamanın gerçekleşmesi ve analizlerinin yapılmasının ardından, amaçlı örnekleme tekniği kullanılarak belirlenmiş olan öğretmen adayları ile toplu bir görüşme

yapılmıştır. Seçilen 6 öğretmen adayı aynı gün ve aynı saatte bir sınıfta toplanmış ve görüşme sorularını cevaplandırmıştır. Pilot uygulamada olduğu gibi öğrencilerin, birbirlerinden etkilenmeyecek şekilde oturmaları sağlanmış ve Fermi probleminin bulunduğu görüşme formu dağıtılmıştır. Sorunun çözümü için öğrencilere 15 dakika süre tanınmıştır. Ardından soru, araştırmacı tarafından öğretmen adaylarının katılımlarıyla tahtada çözülmüştür.



BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde veri toplama sürecinde elde edilen veriler ortaya koyulacaktır. Öğretmen adaylarının, kendilerine verilen sürede gerçekleştirdikleri çözümler ve bu çözümlerin matematiksel modelleme aşamalarına göre betimlenmesi, her soru için erişebilirlik ve doğruluk kriterleri kullanılarak aşağıda sunulmuştur:

Soru 1: Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?

Ümran'a ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmamıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemde, okuldaki toplam öğrenci ve personel sayısını eksik bulmuş ve sonrasında araştırmacı tarafından bu bilgi verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdaki değişkenleri, kantinde harcamanın yapıldığı gün, o gün okulda bulunan öğrenci sayısı, kantinden alışveriş yapmayan öğrenci ve personeller ve 1 kişinin bir günde kantinden aldığı yiyecek ve içecekler ve kantindeki yiyecek ve içecek fiyatları olarak açıklamıştır. “*Harcanan paradaki en önemli etken, hangi gün olduğudur*”, *1 kişi 1 günde 2 çay içse, 1 poğaçaya yese, 1 su alsın, 1 çikolata yese*”, *okulun mevcudunun yarısı o gün okula gelse*”, *okula gelmeyen öğrenciler, çayını kahvesini kendi odasında yapan öğretmenler, evlerinde, yurtlarında yiyip okul kantininden bir şey almayan öğrencilerin de olduğunu varsayarsak...*” ifadeleriyle yaptığı varsayımları belirtmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiçbirini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:*

Problem:
Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır? Çalışan sayısı = 30+20=50
Öğrenci sayısı = 3000

Çözüm: Öncelikle harcanan paradaki en önemli etken hangi gün olduğudur. Pazartesi ve cumartesi günleri genellikle daha az öğrenci geldiği için harcanan para da daha az olur.

1 günde 1 kişi \Rightarrow 2 çay içse 1 poğaçaya yese 1 su alsın 1 çikolata yese
 $1,20\text{₺} + 0,80 + 0,50\text{₺} + 1,00\text{₺} = 3,50$

* Okulun mevcudunun yarısı o gün okula gelse

$\frac{3110}{2} = 1555$

$1555 \times 3,50$
5442,50

$$\begin{array}{r} 1555 \\ \times 3,5 \\ \hline 7775 \\ + 4665 \\ \hline 5442,5 \end{array}$$

* Okula gelmeyen öğrenciler, çayını kahvesini kendi odasında yapan öğretmenler, evlerinde, yurtlarında yiyip okul kantininden bir şey almayan öğrencilerin de olduğunu varsayarak $\pm 5442,50\text{₺}$ diyebiliriz. (Ortalama 5500₺)

Şekil 5: Ümran İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Ümran isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 5'te gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiçbirini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Gözde’ye ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmamıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilgiyi “ödenen miktar” olarak ifade etmiştir. Problemde okuldaki toplam öğrenci ve personel sayısını eksik bulmuş ve sonrasında araştırmacı tarafından bu bilgi verilmiştir. Bunun yanı sıra araştırmacıya “fiyatlar hakkında varsayım yapabilir miyiz?” sorusunu yöneltmiş, araştırmacı bu soruya yanıt vermemiştir. Ayrıca uygulama esnasında araştırmacının Fermi probleminin bulunduğu kâğıtları dağıtmasının ardından “bu problem varsayım yapmadan çözülemez” ifadesini kullanmıştır.

Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması*: Problemdaki değişkenleri, öğrencilerin kantinden aldıkları yiyecek ve içecek miktarları, okulda bulunan ve öğle yemeğini kantinde yiyen öğrenci sayısı, okulda bulunan ve kahvaltı yapmayan akademisyen sayısı, kantinden alışveriş yapan akademisyen sayısı olarak belirlemiştir. “1000 öğrenci çay içse”, “1000 öğrenci okulda olsa, bunların 500’ü öğle yemeğini burada yese”, “500’ü günlük 1 çikolata yese”, “1000 öğrenci çay ve tost alsın”, “500 öğrenci çay ve poğaçaya alsın”, “200 öğrenci kola alsın”, “200 öğrenci meyve suyu alsın”, “200 öğrenci su alsın”, akademisyenlerin 60’ı okulda bulunsun 30’u kahvaltıda 1 tl harcarsa”, “40’ü çayını kantinden içse”, “10’u kahve sevse” ifadeleriyle varsayımlarını belirtmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Kantinde satılan yiyecek ve içecek fiyatları ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Kantinden yapılan alışverişin sıklığı ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*: Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiçbirini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır

Çözüm: → ödenen miktar

0,5 → 3000 4,5 → 30 → akademisyen
10 → diğer cis

çay → 50 kr 3000 öğrencinin 1000 çay içse → 500 TL çaydan

3000 öğrencinin 1000 okulda olsa bunların 500'ü çayla yemekleri burada yerse 1000 x 2 TL → 2000 TL harcama

Çadan 2000 öğrencinin 500'ü günlük bir uykularda yerse 500 x 0,50 TL

250 TL

kahvaltı yapmayan 1000 öğrenci çay + tost olsa 2,500 TL
500 öğrenci çay + poğaçca olsa 150 TL

200 öğrenci kaka olsa 400 TL
200 " meyve suyu olsa 200 TL
200 " su olsa 100 TL

3.600 öğrenciden kazansa

Akademisyenlerden 60'ı okulda bulursa 30'u kahvaltısını burada kahvaltıda 9 TL harca 30 TL, gününde 60'ı çayını kantinden taze ve günde 5 bardak çay içse 40 x 0,5 x 10 = 200 TL, 10'lu kahve sarısa 2 bardak kahve içse 1 TL x 2 x 10 = 20 TL

0 + 200 + 20 = 250 TL Toplam = 3600 + 250 = 5850 TL

Yaptığı tüm varsayımları toplayarak kantinin öğrenciden kazandığı miktarı 6100 TL bulması gerekirken 5600 TL olarak yazdığı için hatalı işlem yaptığı düşünülmektedir.

Akademisyenlerin 40'ının günde 5 bardak çay içeceğini varsayarak 40x5x0,5=100 işlemi yapması beklenirken, hatalı işlem yaparak sonucu 200 TL bulmuştur.

Şekil 6: Gözde İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Gözde isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 6'da gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

e) Çözümü Yorumlama Aşaması: Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiçbirini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Elif'e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmamıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemde, okuldaki toplam öğrenci ve personel sayısını eksik bulmuş ve sonrasında araştırmacı tarafından bu bilgi verilmiştir. Bunun yanı sıra araştırmacıya okulun toplam mevcudunun bir günde okula gelip gelmeyeceğini sormuş ve araştırmacı bu soruya yanıt vermemiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri, okula gelen öğrenci sayısı, öğrencinin harcadığı ortalama para miktarı, akademisyenlerin harcadığı miktar ve diğer çalışanların harcadığı miktar olarak sıralamıştır. “ Okula gelen öğrenci günlük yaklaşık 2000 ve ortalama harcadığı para 10 tl olursa”, “ akademisyenler ise günlük 20 tl harcadığı düşünülürse”, “diğer çalışanlar 20 tl harcasa” ifadeleriyle varsayımlarını belirtmiştir. Ayrıca okulda çalışan tüm akademisyen ve personelin okulda bulunmayabileceği varsayımını belirtmesi beklenirken öğretmen adayı tüm akademisyen ve diğer

personelin tümünün okulda bulunacağını düşünerek hesaplama yapmıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Kantinde satılan yiyecek ve içecek fiyatları ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Kantinden yapılan alışverişin sıklığı ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:*

3000- öğrenci
30 = akademisyen
20 = diğer çalışanlar

Okul toplam
 $3000 + 30 + 20 = 3110$ kişiden oluşmaktadır.

→ Okula gelen öğrenci günlük yaklaşık 2000 TL ortalama harcandığı para
10 TL olursa $2000 \cdot 10 = 20.000$ TL harcanır.

→ Akademisyenler ise günlük 20 TL harcadığı düşünülürse
 $20 \cdot 90 = 1800$ TL harcanır.

→ Diğer çalışanlar olan 20 kişinin ise ortalama 20 TL harcarsa
 $20 \cdot 20 = 400$ TL harcanır.

Toplam = $400 + 1800 + 20.000 = 22.200$ TL harcanır.

Yaptığı toplama işleminin sonucu 21200 olması gerekirken hatalı işlem yaparak sonucu 222000 bulmuştur.

Şekil 7: Elif İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Elif isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 7’de gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*:Çözüm yolunu ve elde edilen sonuçları kelimelerle ifade etmemiştir.Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Kardelen’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmamıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*:Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemde, okuldaki toplam öğrenci ve personel sayısını eksik bulmuş ve sonrasında araştırmacı tarafından bu bilgi verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması*:Problemdeki değişkenleri belirtmemiş ve “bir kişiyi 5 tl’den hesaplarsak” ifadesi dışında varsayımda bulunmamıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:*

Problem:
Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır ?

Çözüm:
öğrenci = 3000
30 Akademiye
20 Diğer Calan.

2000 + 20 + 20 = 2110
Bir kişiye 5 TL'den hesaplasak.
2110 * 5 = 10.550
Yaklaşık olarak ; 11.000 diyebiliriz.

Şekil 8: Kardelen İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Kardelen isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 8’de gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir.

e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüm yolunu ve elde edilen sonuçları kelimelerle ifade etmemiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Görkem’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düzeltme davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken düzeltme yapmıştır.

- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemde, okuldaki toplam öğrenci ve personel sayısını eksik bulmuş ve sonrasında araştırmacı tarafından bu bilgi verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri, kendisinin kantinde harcadığı günlük ortalama miktar, okula gelen öğrenci sayısı, bir öğrencinin günlük yaptığı harcama olarak belirlemiştir. “Kendimden yola çıkarak hesaplayacak olursam...”, “okula günlük ortalama 2000 öğrenci gelmiş olsa”, “her biri ortalama 4'er lira harcamış olsa” ifadeleriyle varsayımlarını belirtmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Kantinde satılan yiyecek ve içecek fiyatları ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Kantinden yapılan alışverişin sıklığı ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

90
20
3.000

Problem:
Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır ?

Çözüm:
Kendimden yola çıkarak hesaplayacak olursam ben kendim okulda olduğum günler 5 lira kantine harcarım bazen fazla bazende daha az harcarım. Bunun ortalaması olarak 4 lira harcamış olurum. Okulumuzda 3.000 öğrenci bulunmakta. Bu öğrencilerin hepsi bir gün içinde okula gelmeyecektir. Bazısının dersi var bazısının yok. Öyleyse okula günlük ortalama olarak yaklaşık 2000 öğrenci gelmiş olsa, bu 2000 öğrencinin her biri ortalama 4'er lira harcamış olsa. günde ortalama kantine harcanan para $2000 \cdot 4 = 8.000$ TL olacaktır. Tabii bunun fazlası da, azı da harcanmış olabilir ama günde 88sağı yukarı 8000 TL harcanmış olur.

Şekil 9: Görkem İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Görkem isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 9'da gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir.

- e) **Çözümü Yorumlama Aşaması:** Çözüm yolunu kelimelerle ifade etmemiştir. Bulunan sonucu, “harcanmış olur” ifadesiyle belirterek çözümü sonlandırmıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Yavuz'a ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düzeltme davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken düzeltme yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemden okuldaki toplam öğrenci ve personel sayısını eksik bulmuş ve bu bilgiyi araştırmacıdan elde ettikten sonra, problemde isteneni “3000 öğrenci, 90 akademisyen, 20 diğer kişilerin bulunduğu okulda günde ne kadar para harcanmaktadır?” ifadesiyle belirtmiştir. Ayrıca soruyu okumasının ardından araştırmacıya “Okulda harcanan toplam para mı? Yoksa bir öğrencinin harcadığı para mı soruluyor?” sorusunu yöneltmiştir. Araştırmacı bu soruya “Öğrencilerin, akademisyenlerin ve diğer tüm çalışanların belirli ürün ya da ürünler karşılığında bir günde kantine ödedikleri toplam para sorulmaktadır.” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemden değişkenleri, kantinden alışveriş yapan öğrencilerin toplam öğrenci sayısına oranı, kantinden alışveriş yapan akademisyenlerin toplam akademisyen sayısına oranı ve kantinden alışveriş yapan diğer çalışanların, toplam diğer çalışan sayısına oranı olarak belirlemiştir. “Öğrencilerin 1/3’ünün kantinde harcama yapacağını

varsayarsak”, “akademisyenlerin 1/10’unun kantinde harcama yapacağını varsayarsak”, “diğer çalışanların 1/10’unun kantinde harcama yapacağını varsayarsak” ifadeleriyle varsayımlarını belirtmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Kantinde satılan yiyecek ve içecek fiyatları ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Kantinden yapılan alışverişin sıklığı ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:*

Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır ?

Çözüm:

3000 öğrenci 30 Akademisyen 20 diğer kişilerin bulunduğu okulda günde ne kadar para harcanmaktadır.

öğrencilerin	$\frac{1}{3}$	kantinde	harcama yapacağını varsayarsak = ortalama 3 TL
Akademisyen	$\frac{1}{10}$	"	" " " " = ortalama 2 TL
Diğer	$\frac{1}{10}$	"	" " " " = ortalama 2 TL

Öğrenci = 3000 TL
Akademisyen = 18 TL
Diğer = 4

+

3022 TL

Şekil 10: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının Ortak Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Yavuz isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 10’da gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre

öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüm yolunu ve elde edilen sonuçları kelimelerle ifade etmemiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Soru 2: Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?

Ümran’a ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmıştır.
- a) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümünü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemden eksik olduğunu düşündüğü bilgi hakkında “tüketilen suyun ölçümünü neye göre yapacağız?” sorusunu yöneltmiştir. Sonrasında araştırmacı problemi “evde bir haftada tüketilen su miktarı” olarak tekrar ifade etmiştir. Araştırmacı tarafından daha fazla açıklamada bulunulmamıştır. Ayrıca “evde kaç kişi var” sorusuna da “kendi evindeki kişi sayısına göre cevapla” yanıtı verilmiştir. Bu aşama, doğruluk

analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; suyun kullanım alanları, evde yaşayan birey sayısı, bu bireylerin suyun kullanım alanlarına göre tükettikleri su miktarı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “1. Kişi mutfakta, banyoda ve lavaboda kullandığı su miktarı tahminen; mutfakta 30 litre olsun, lavaboda 5 litre ve banyoda 10 litre olsun.”, “bir kişi haftada 3 kere banyoya girsin, mutfakta her gün aynı miktarda su tüketilsin ve lavaboya günde 4 kere giderse..”, “2. Kişi lavaboya günde 8 kere gitsin, mutfakta haftada 3 kez vakit geçirsin ve banyoya her gün girerse..”, “3. Kişi ise mutfakta sadece 1 gün vakit geçirsin, lavaboya günde 5 kez gitsin ve her gün banyoya girerse..” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Neden bu şekilde açıklama yaptın?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “İşlem yaparken düşündüklerimi unutmamak için.” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Evde yaşayan bireylerin evde bulunduğu günlere ve sürelerle ilişkin varsayımda bulunma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

1. Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?

Çözüm:

Evinde su harcanacak alanlar: Banyo, Mutfak, Tuvalet, İçme su

• Bir ailede ortalama 2 kişi olduğunu varsayalım.

✓ Bir kişinin haftada 2 kez banyo yaptığını varsayalım.

✓ Bir kişinin günde 5 kez haftada 35 kez tuvalete gittiğini varsayalım

✓ Bir kişinin günde 2 kez el-yüz yıkadığını varsayalım.

• Mutfakta bulaşıkları bulaşık makinesiyle yıkadığımızı varsayalım.

✓ Bulaşık makinesinin günde 1 kez çalıştırıldığını varsayalım. Ve bulaşık

makinesinin ortalama 12 litre su harcadığını düşünelim.

✓ Camşır makinesinin haftada 2 kez çalıştırıldığını varsayalım. Camşır

makinesinin de 15 litre'de haftada 30 litre su harcadığını düşünelim.

✓ Evde yapılan temizlik haftada 1 kez olarak düşünelim. Temizlik için ortalama 10 litre harcadığımızı düşünelim.

✓ Bir insanın günlük su ihtiyacını 2 litre olarak düşünelim.

✓ Üçübe yemeklerde ve çay vs'de haftada 15 litre harcadığımızı

düşünelim.

⇒ Banyo için ortalama 10 litre su harcansa 1 kişi 2 kez banyo yaptığında

20 litre su harcar. 2 kişi **80 litre** su harcar. (Haftada)

⇒ El-yüz yıkarken 1 litre su harcansa, 1 kişi günde 2 kez yıkadığında 2 litre;

haftada ise 14 litre su harcar. 2 kişi ise **98 litre** su harcar.

Tuvalette harcanan su miktarının 2 litre olduğunu düşünürsek. Bir kişi haftada $35 \times 2 = 70$ litre su harcar. 4 kişi ise **280 litre** su harcar.

⇒ Bulaşık makinesinin haftada $12 \times 7 =$ **84 litre** su harcadığını düşünürüm.

⇒ Çamaşın makinesi haftada $15 \times 2 =$ **30 litre** su harcar.

⇒ Evde yapılan temizlik haftada **10 litre**

⇒ İçiler günlük su miktarı ⇒ Bir kişi = 2 litre 4 kişi = 8 litre haftada 4 kişi **56 litre**

⇒ Yemek - çay ... vs. haftada **15 litre**

Varsayımların toplam hesabı

80	
98	
280	
84	
30	
10	
56	
15	
+	
653	litre

Evde 1 hafta içerisinde ortalama 653 litre su harcadığını varsayımlarla buldum.

Şekil 11: Ümran İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Ümran isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 11’de gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Neden bu şekilde ayrı ayrı hesapladın?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “Önce nerelerde su harcadığımı düşündüm. Sonra bireysel olarak tüketilen suyu hesapladım. Daha sonra da 4 kişilik harcanan suyu buldum.” cevabını vermiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüme nasıl ulaştığını ve yaptığı matematiksel işlemin sonucunu “evde 1 hafta içerisinde ortalama 653 litre su harcadığımı varsayımlarla buldum” ifadesiyle tek bir cümlede açıklamıştır. Bu aşama doğruluk kriterine göre “doğru” olarak kabul edilmektedir.

Gözde’ye ilişkin bulgular:

3. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.

- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümünü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2.Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Tüketilen su miktarında kastedilenin ne olduğuna dair soru sormuş ve araştırmacı bu soruya “*nasıl düşünüyorsan o şekilde çözüm yap*” cevabını vermiştir. Ayrıca “*evinizde*” ifadesini anlayamadığını belirtmiş ve “*okul sürecinde kaldığımız yer mi yoksa ailemin evini mi baz almalıyım?*” sorusunu yöneltmiştir. Araştırmacı bu soruya “*hangisini tercih ediyorsan ona göre yapmalısın*” cevabını vermiştir. Bunların dışında öğretmen adayının “*tüketilen su miktarını bir hafta boyunca tüketilen miktar olarak mı düşüneceğim, yoksa her gün için ayrı olarak mı hesaplayacağım?*” sorusuna, “*Bu kararı sen vermelisin. İstedığın gibi düşünüp cevaplayabilirsin*” cevabı verilmiştir. “*Evde yaşayan her birey için hesaplama yapmalı mıyız? Mesela bizim evde 5 kişi yaşıyor.*” sorusuna ise “*sorudan anladığım şekilde çözümünü gerçekleştir*” cevabını verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemden isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemden belirlediği değişkenleri; evde yaşayan birey sayısı, bu bireylerin suyun kullanım alanlarına göre tükettikleri su miktarı ve suyun kullanım alanları olarak belirlemiştir. Yaptığı varsayımları kelimelerle ifade etmek yerine tabloda göstermeyi tercih etmiştir. Varsayım cümlesi olarak yalnızca “*bireyler haftada 2 gün banyo*”

yapıyorlarsa her biri 10 lt su harcasa..” ifadesini kullanmıştır. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Bu tabloyu neden oluşturdu?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “Varsayımları daha rahat görebildiğim için” cevabını; “İkinci tabloyu neden oluşturdu?” sorusuna ise “Kişisel bakımı bireysel olarak göstermek için.” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Evde bulunan bireylerin hangisinin ne kadar su tükettiğine ilişkin varsayımda bulunma” ve “Evde yaşayan bireylerin evde bulunduğu günlere ve sürelerle ilişkin varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

Çözümler: Su kullanım alanları;

Toplam		Paz	Sl	Çarş	Pazar	Cuma	Cumrt	Paz
70 lt	İçme suyu	her birey 2lt	10 lt	10 lt	10 lt	10 lt	10 lt	10 lt
56 lt	Bulaşık makinesi	8 lt	8 lt	8 lt	8 lt	8 lt	8 lt	8 lt
40 lt	Çamaşır makinesi			20 lt		10 lt		10 lt
50 lt	Bu temizliği	5 lt	5 lt	5 lt	5 lt	5 lt	5 lt	20 lt
	Kişisel bakım							

↓

Kaballe Top	Kişisel bakım;	4. birey	2. birey	3. birey	4. birey	5. birey	Çarş
50 x 4 = 200 lt	El-üçer + temizliği	10 lt	10 lt	10 lt	10 lt	10 lt	50 lt
5 x 7 = 35 lt	Sabah-Akşam Dis hijyeni	1 lt	1 lt	1 lt	1 lt	1 lt	5 lt

Bireyler haftada 2 gün banyo yapıyorlar her biri 10 lt su harcıyor 5 bireyin haftadaki su kullanımı $5 \times 10 \times 2 = 100$ lt

Bir hafta içinde toplam; 70
56
40
50
350
+ 100
504 lt → 5 bireyin bir haftada evde harcadığı su miktarı

Yapılan toplama işleminin sonucunu "701" bulması gerekirken, hatalı işlem yaparak "501" bulunmuştur.

Şekil 12: Gözde İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Gözde isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 12’de gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

e) Çözümü Yorumlama Aşaması: Çözüme nasıl ulaştığını açıklamamış fakat yaptığı matematiksel işlemin sonucunu “5 bireyin bir haftada evde harcadığı su miktarı” olarak kelimelerle ifade etmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Elif'e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama, düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımları oluştururken önce hızlı bir şekilde yazmış, sonrasında oluşturduğu tüm varsayımları silerek düzeltmeler yapmıştır. Tekrar oluşturduğu varsayımlarda ise duraksamalar görülmektedir.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “*Bir çamaşır ve bulaşık makinesi bir yıkamada ne kadar su tüketir?*” sorusunu yöneltmiştir. Araştırmacı bu soruya “*Fermi problemlerinin nasıl çözüldüğünü biliyorsun. Bu bilgilere göre çözüm yapabilirsin.*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; suyun kullanım alanları, evde yaşayan birey sayısı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “*çamaşır makinesi 20 litre, bulaşık makinesi 20 litre, günlük kişi başına düşen içme suyu ve diğer su kullanımı 10 litre, bir*

banyo 10 litre, günlük ev ve diğer şeylere temizlik için harcanan su 20 litre, haftada 7 defa bulaşık makinesi çalışıyor, haftada 7 defa çamaşır makinesi çalışıyor, ev mevcudu 6 kişi...” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Yaptığın çözümler doğrultusunda neden bu şekilde düşündüğünü öğrenebilir miyim?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*Harcanan su miktarını en çok kullanılan yerlerden yola çıkarak bulmak istedim.*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Evde bulunan bireylerin hangisinin ne kadar su tükettiğine ilişkin varsayımda bulunma” ve “Evde yaşayan bireylerin evde bulunduğu günlere ve sürelerle ilişkin varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

1. Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?

Çözüm:

Çamaşır Makinesi = 20lt
Bulaşık makinesi = 20lt
Günlük kişi başına düşen tuale suyu ve diğer su kullanımı 10lt
1 Banyo = 10lt
Günlük ev ve diğer seğlere temizlik için harcanan su = 20lt

Her gün 1 defa çamaşır makinesi ve 1 defa bulaşık makinesi çalışıyor.

Haftada 7 defa çamaşır makinesi çalışıyor $\Rightarrow 7 \cdot 20 = 140lt$
Haftada 7 defa bulaşık makinesi çalışıyor $\Rightarrow 7 \cdot 20 = 140lt$

Ev mevcudu = 6 kişi $\Rightarrow 6 \cdot 10 = 60lt$

Haftalık her bir kişi 3 defa banyo yapar
 $6 \cdot 3 = 18$ defa $\Rightarrow 18 \cdot 10 = 180lt$

7 gün için de harcanan su miktarı $\Rightarrow 7 \cdot 20 = 140lt$

Toplam =

140
180
60
140
140
680

$\Rightarrow 680lt$

Varsayımlar doğrultusunda yapılan toplama işleminin sonucunu 660 bulması beklenirken, hatalı işlem yaparak 680 bulmuştur.

Şekil 13: Elif İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Elif isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 13'te gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

e) Çözümü Yorumlama Aşaması: Çözüm yolunu ve elde edilen sonuçları kelimelerle ifade etmemiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Kardelen'e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımlarını oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- f) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümünü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemden eksik olduğunu düşündüğü bilgi hakkında “tüketilen suyun ölçümünü neye göre yapacağız?” sorusunu yöneltmiştir. Sonrasında araştırmacı problemi “evde bir haftada tüketilen su miktarı” olarak tekrar ifade etmiştir. Araştırmacı tarafından daha fazla açıklamada bulunulmamıştır. Ayrıca “evde kaç kişi var” sorusuna da “kendi evindeki kişi sayısına göre cevaplayabilirsin” yanıtı verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemden isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdenki değişkenleri; suyun kullanım alanları, evde yaşayan birey sayısı, bu bireylerin suyun kullanım alanlarına göre tükettikleri su miktarı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “1. Kişi mutfakta, banyoda ve lavaboda kullandığı su miktarı

tahminen; mutfakta 30 litre olsun, lavaboda 5 litre ve banyoda 10 litre olsun.”, “*bir kişi haftada 3 kere banyoya girsin, mutfakta her g¼n aynı miktarda su tüketilsin ve lavaboya g¼nde 4 kere giderse..*”, “*2. Kişi lavaboya g¼nde 8 kere gitsin, mutfakta haftada 3 kez vakit geçirsin ve banyoya her g¼n girerse..*”, “*3. Kişi ise mutfakta sadece 1 g¼n vakit geçirsin, lavaboya g¼nde 5 kez gitsin ve her g¼n banyoya girerse..*” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada ¼ğretmen adayının sesli d¼ř¼nmesini sağlamak amacıyla “*Bu şekilde numaralandırarak çözmenin sebebi nedir?*” sorusu y¼neltirmiřtir. ¼ğretmen adayı bu soruya “*3 adet varsayımda bulunduğum için*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik ¼zelliklerinden en az birini karşıladığından “*kısmen doğru*” olarak betimlenmektedir. “*Evde yaşayan bireylerin evde bulunduğu g¼nlere ve s¼relere ilişkin varsayımlarda bulunma*” kritik ¼zelliėi ¼ğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik ¼zelliklerinden hiç birini karşılamadığından “*doğru değil*” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

Katılımcı varsayımları doğrultusunda yaptığı matematiksel işlemi yazılı olarak göstermemiştir.. Oluşturduğu varsayımlara göre 1. Kişinin haftada tükettiği su miktarını 380 bulması gerekirken 315 bulmuştur.

Katılımcı varsayımları doğrultusunda yaptığı matematiksel işlemi yazılı olarak göstermemiştir.. Oluşturduğu varsayımlara göre 2. Kişinin haftada tükettiği su miktarını 440 litre bulması gerekirken 200 litre bulmuştur.

1. Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?

Çözüm:
1 hafta 7 gün. Kullandıkları yerler; Mutfak, Banyo, Lavabo,
3 kişi var.

① 1. Kişi mutfakta, banyoda ve lavaboda kullandığı su miktarı tahminen;
Mutfakta 30 litre olsun, Lavaboda 5 litre ve banyoda 10 litre olsun.
Toplam tahmini 45 litre olacak. Ve bunu 1 haftaya yayarsak;
Bu kişi haftada 3 kere banyoya gitsin, Mutfakta her gün aynı miktarda su tüketir. ve Lavaboya günde 4 kere giderse, toplam bir günde ve toplam haftada 1.315 litre olacak.

② 2. Kişi ise lavaboya günde 8 kere gitsin mutfakta haftada 3 kez vakit geçirsin ve banyoya her gün gidersen, haftada toplam 200 litre su tüketcek.

③ 3. Kişi ise mutfakta sadece 1 gün vakit geçirsin. Lavaboya günde 5 kez gitsin, banyoya da 4 kez gitsin. Bu kişinin bir haftada harcadığı su miktarı 95 litre olacaktır.

Kişi sayısı 3 ve tahmini rakamları. Mutfakta 30, Lavaboda 5 ve banyoda 10 litre ise. Toplam 1 hafta içinde $315 + 200 + 95 = 610$ litre olacaktır.

Katılımcı varsayımları doğrultusunda yaptığı matematiksel işlemi yazılı olarak göstermemiştir.. Oluşturduğu varsayımlara göre 3. Kişinin haftada tükettiği su miktarını 245 litre bulması gerekirken 95 litre bulmuştur.

Varsayımlar doğrultusunda yapılan işlem $380+440+245=1065$ litre olması gerekirken hatalı işlem yapmıştır.

Şekil 14: Kardelen İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Kardelen isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 14'te gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının varsayımlarını kullanarak matematiksel işlem yaptığını yazılı olarak ifade etmemesi ve yaptığı son işlemin hatalı olması, doğruluk kriterlerinden “doğru değil” ifadesini karşılamaktadır.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Çözüme nasıl ulaştığını açıklamamış fakat yaptığı matematiksel işlemin sonucunu “*toplam 1 hafta içinde $315+200+95=610$ litre olacaktır.*” ifadesiyle açıklamıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Görkem’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımlarını oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, matematiksel model oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümünü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

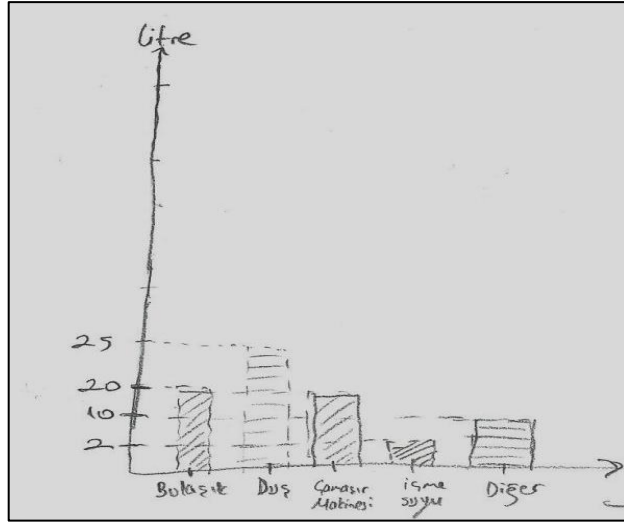
- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “*ailemin evini mi düşünmeliyim? Yoksa şu an kaldığım öğrenci evini mi?*” sorusunu yöneltmiştir. Araştırmacı bu soruya “*herhangi birini tercih edebilirsin*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak

betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemde belirlediği değişkenleri; evde yaşayan birey sayısı, bireylerin evde bulunma süreleri, suyun kullanım alanları olarak belirlemiştir. Yaptığı varsayımları; “evde 2 kişiyiz, ev arkadaşım ile aynı sınıfta olduğum için evde bulunma sürecimiz aşağı yukarı aynıdır ve evdeyken kullandığımız su miktarları birbirine yakındır.”, “evde suyun haftanın her günü ortalama harcandığı yerler; bulaşık yıkama, duş alma, çamaşır makinesine harcanan su, içmek için kullanılan su ve diğer alanlar (temizlik vs.)” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmenin sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Evde suyun nerelere harcandığını neden düşündün?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “Suyun kullanım alanlarını yazıp harcanan suyu bulmak için.” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Evde bulunan bireylerin hangisinin ne kadar su tükettiğine ilişkin varsayımda bulunma” ve “Evde yaşayan bireylerin evde bulunduğu günlere ve sürelerine ilişkin varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Suyun kullanım alanlarının ve bu alanların miktara göre değişimini gösteren bir model kullanmıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Bir haftada tüketilen su miktarının günlere göre dağılımını gösteren bir şekil çizme” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Öğretmen adayının kullandığı model Şekil 15’te gösterilmiştir:



Şekil 15: Görkem İsimli Öğretmen Adayının Matematiksel Modelleri Kurma Aşaması

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

1. Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?

Çözümler: Evde 2 kişi kalıyoruz. Ev arkadaşımızla aynı sınıfta olduğumuz için evde bulunma süremiz aşağı yukarı aynıdır ve evdeyken kullandığımız su miktarında birbirine yakındır.

Evdeki kişi sayısı = 2

Evde suyun haftanın her gününde ortalama harcadığı yerler:

- Bulaşık yıkama \Rightarrow Günde 2 defa
- Duş alma \Rightarrow günde birer defa
- Çamaşır makinesinde harcanan su \Rightarrow Haftada 1
- İşme suyu için kullanılan su.
- Diğer alanlar (Temizlik vs..)

Bir hafta da :

Bulaşık $\Rightarrow 7 \cdot 2 \cdot 20 = 280$ litre
 Duş $\Rightarrow 2 \cdot 7 \cdot 25 = 350$ litre
 Çamaşır M. $\Rightarrow 20$ litre
 İşme suyu $\Rightarrow 2 \cdot 2 \cdot 7 = 28$ litre
 Diğer $\Rightarrow 10 \cdot 7 = 70$ litre

$\leftarrow 748$ litre

Evde 2 kişinin bir haftada ortalama harcadığı su miktarı 748 litredir.

Kategori	Miktar (litre)
Bulaşık	20
Duş	25
Çamaşır Makinesi	10
İşme suyu	2
Diğer	10

Şekil 16: Görkem İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Görkem isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 16’da gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüme nasıl ulaştığını açıklamamış fakat yaptığı işlemin sonucunu “*Evde 2 kişinin bir haftada ortalama harcadığı su miktarı 748 litredir.*” şeklinde ifade etmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Yavuz’a ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımlarını oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümünü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “*Bir çamaşır makinesi bir yıkamada ne kadar su tüketir?*” sorusunu

yönelmiştir. Araştırmacı bu soruya “*Fermi problemlerinin nasıl çözüldüğünü biliyorsun. Bu bilgilere göre çözüm yapabilirsin.*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; suyun kullanım alanları, evde yaşayan birey sayısı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “*suyun harcadığı alanlara göre; çamaşır makinesi günde ortalama bir kere çalışır, bulaşık makinesi günde ortalama bir kere çalışır, 1 kişinin kişisel temizliği için günlük 30 litre, yemekte kullanılan malzemelerin yıkanması için ortalama 10 lt su harcanır*” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Varsayımlarını bu şekilde ayırmanın sebebi nedir?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*Su tüketimini daha kolay görebilmek için.*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Evde bulunan bireylerin hangisinin ne kadar su tükettiğine ilişkin varsayımda bulunma” ve “Evde yaşayan bireylerin evde bulunduğu günlere ve sürelerle ilişkin varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

1. Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?

Cözüm: ev 4 kişilik

Günlük

Su Harcanan Alanlar

- Gamaer makinesi günde ortalama bir kez çalışır. 15 Lt
- Bulaşık makinesi " " " " " " 20 Lt
- Mutfak → yemekte kullanılan malzemelerin yıkama için ortalama 10 Lt
- WC → 30 Lt
- Banyo → 1 kişinin kişisel temizliği için günlük 30 litre
4 kişi 120 Lt

Haftalık

G. makinesi =	7.15 =	105 Lt
B. makinesi =	7.20 =	140 Lt
Mutfak =	7.10 =	70 Lt
WC =	7.30 =	210 Lt
Banyo =	7.120 =	840 Lt
	+	<hr/>
		1365 Lt

Haftalık Temizlik 1 gün yapılır.

Banyo =	30 Lt
WC =	20 Lt
	+
	<hr/>
	50 Lt
Mutfak temizliği için =	10 Lt

Haftalık Harcanan Su

	1365
	50
	+
	<hr/>
(Haftalık Harcanan Su) =	1415 Lt
	+
	10
	<hr/>
	1425

Şekil 17: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının 1. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Yavuz isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 17’de gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir.

e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüme nasıl ulaştığını açıklamamış fakat yaptığı matematiksel işlemin sonucunu “haftalık harcanan su” ifadesiyle açıklamıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Soru 3: Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Ümran'a ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmamıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmamıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düzeltme davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken düzeltmeler yapmıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “Mesafeyi kilometre olarak mı yazacağım yoksa adım olarak mı?” sorusunu yöneltmiştir. Araştırmacı bu soruya “Herhangi bir uzunluk birimi cinsinden yazman gerekiyor” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; ayak uzunluğu, günlük okula gidip gelirken yürünen mesafe, staja giderken yürüdüğü mesafe, dershaneye giderken yürüdüğü mesafe, günlük olarak yurttan, okulda, odada, dershanede iken yürüdüğü mesafe, alışveriş yapmak için yürüdüğü mesafe ve yurttan yürüdüğü mesafe olarak belirlemiştir. Oluşturduğu

varsayımları ise; “*ayak uzunluğum 17 cm olsun, günlük okula gidip gelirken 2 km yürüyor olsam, Cuma günleri staja giderken 2 km gidip 2 km dönüş yürümüş olsam, dershaneye giderken otobüsle gidiyorum onun dışında kalan yolu da 1 günde 2 km gidiş-dönüş olarak hesaplasak, günlük olarak okulda, odada, dershanede attığım adımlardan ortalama 2 km olduğunu varsayıyorum, haftada 1 kez işlerimi halletmek, alışveriş yapmak ya da dolaşmak için çıktığımı düşünürsem, okul için, dersane için harcadığım günler dışında yurtda 2 günde 2 km yürüsem..*” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Neden bu şekilde madde madde yazdın?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*Varsayımları düzenli hale getirebilmek için.*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “*Yılın hangi zamanlarının evde geçirildiği ile ilgili varsayımda bulunma*” ve “*Gidilen yerlerde yürünen mesafe ile ilgili varsayımda bulunma*” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Çözümler:

- Ayak uzunluğum 17cm olsun.
- * Günlük okula gidip gelirken 2km yürüyor olam.
- Haftada 3 gün okula gidiyorum. Haftalık okula gidiş gelişlerimde **16km** yürümüş olam.
- * + Cuma günü hafta gidenken 2km gidiş 2km dönüş yürümüş olam.
- Haftada **4km** yürüdüğümü varsayalım.
- * Dersaneye haftada 4 gün gidiyorum. Dersaneye giderken otobüsle gidiyorum. Onun dışında kalan yolu da 1 günde 2km gidiş-dönüş olarak hesaplasak.
- Haftada **8km** dersane için.
- * Günlük olarak yurttaki, okulda, odalarda, dersanede vs. attığım adımlardan ortalama 2km olduğunu varsayıyorum. Haftada **14km** eder.
- * Haftada 1 kez işlerimi halletmek, alışveriş yapmak ya da dışarıya çıkış için çıktığımı düşünsem. Bu günde **5km** yürüdüğümü varsayalım. (Haftada 1'den)
- * Okul için, dersane için harcadığım günler dışında yurttaki 2 günde **2km** yürüsem. Çalışma odasına giderken, yemek ve kahvaltılara giderken, ... vs)

Haftalık Toplam

$$6 + 4 + 8 + 14 + 5 + 2 = \boxed{39 \text{ km}} \text{ eder}$$

Bir yıl 365 gün

→ 7 gün 1 hafta $x = \frac{365}{7}$
365 gün x = 52 hafta ort.

* 1 haftada yukarıdaki hesap 40km yürüdüğümü varsayalım.

52 haftada $40 \cdot 52 = 2080 \text{ km}$ yürüdüğüm sonucuna ulaşabiliyoruz.

2080km

Şekil 18: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Ümran isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 18'de gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre

öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüme nasıl ulaştığını ve yaptığı matematiksel işlemin sonucunu “1 haftada yuvarlak hesap 40 km yürüdüğümü varsaydık. 52 haftada $52 \times 40 = 2080$ km yürüdüğüm sonucuna ulaşabiliriz.” ifadesiyle tek bir cümlede açıklamıştır. Bu aşama doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.

Gözde’ye ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımlarını oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, matematiksel model oluştururken duraksama yapmıştır.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.

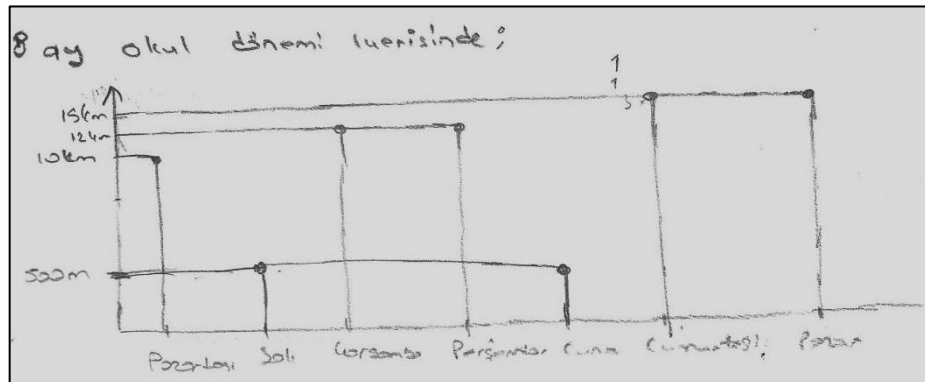
2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

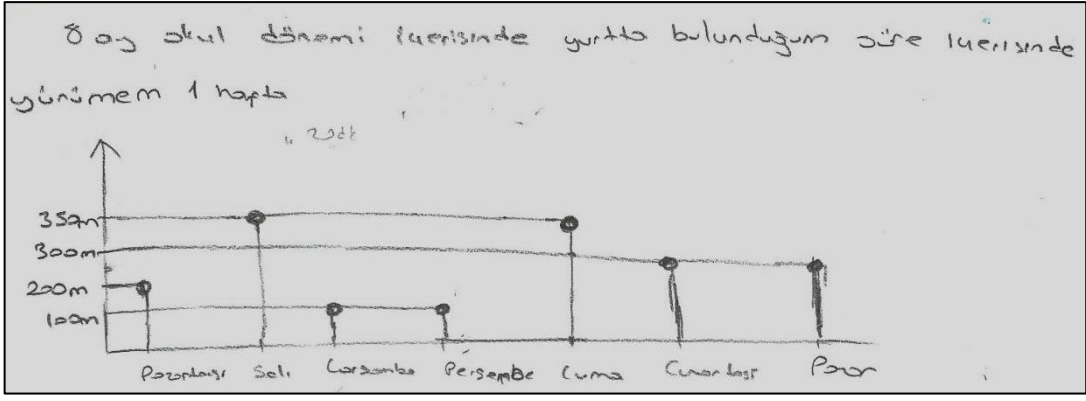
- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “sonucu kilometre cinsinden mi bulmam gerekiyor?” sorusuna “herhangi bir uzunluk birimi cinsinden cevaplayabilirsin.” cevabı; “Her yere yürüyerek gidiyorum. Nasıl düşünmeliyim?” sorusuna “Nasıl düşüneceğine ben karar veremem ama yürüdüğün mesafeleri zihin süzgecinden geçirirsen bir çözüm yolu bulabilirsin.”cevabı; “dışarıda gezdiğimiz alanları mı düşünmeliyim yoksa evin

içinde yürüdüğüm mesafeyi de dikkate almalı mıyım?” sorusuna “buna sen karar vermelisin” cevabı verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; evde geçirilen süre zarfı, yürüyüşe ayrılan zaman, alışverişte geçen zaman ev dışında yürünen alanlar, okul döneminde dışarıda ve yurttan geçirilen zaman olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “4 ay evde geçirdiğim süre içerisinde 1 günün 2 saati ayakta geçerse 1 saatte 2 km yol alınırsa, günde 1,5 saat yürüyüş 1 saatte 7 km yürünürse, ayda 4 defa alışverişe çıkılsa 2 saati yürüme ile geçse, ev dışı diğer yürüme yerleri ayda 15 km’den 4 ayda...” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Neden bu şekilde düşündün?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “4 ay evde 4 ay okulda geçiriyorum. Her iki dönemde de yürüdüğüm mesafeler farklı olduğu için.” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Düzenli olarak gidilen yerlerin çıkış noktasına olan uzaklığı ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* öğretmen adayı 8 aylık okul döneminin dışarıda ve yurttan geçirilen zamanlarında yürüdüğü mesafeyi gösteren matematiksel yapılar oluşturmuştur. Öğretmen adayının oluşturduğu modeller Şekil 19’da gösterilmiştir:





Şekil 19: Gđzde İsimli Öğretmen Adayının Matematiksel Modelleri Kurma Aşaması

Bu aşama doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

Problem:

1. Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Çözüm:

2 ay evde geçirdiğim süre içerisinde

1 günün 20 saati 2 saati ayakta geurse 1 saatte
2km yol alırsa $2 \times 2 = 4\text{km}$ evde yürüme
 $4\text{km} \times (4 \times 30 \text{ gün}) = 480 \text{ km}$

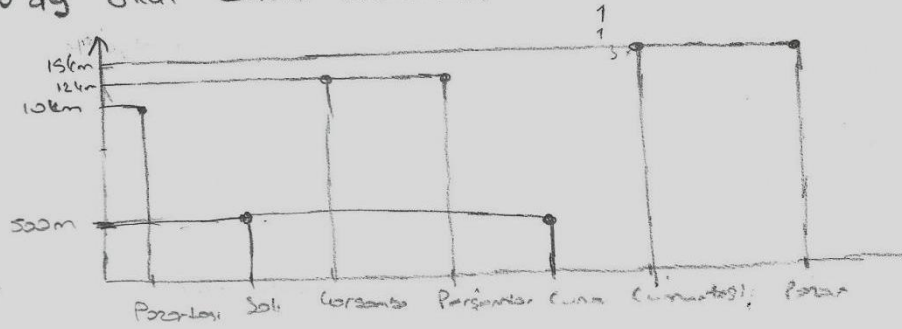
Öğünde 1,5 saat yürüyüş 1 saatte 7km yürünürse 10,5km
120 günde $10,5 \times 120 = 1265 \text{ km}$ (sarı)

Ayda 4 defa alışverişe çıtılsa 2 saati yürüme ile
geurse 4 saat 5km $5 \times 2 \times 16 = 160 \text{ km}$

Ev dışı diğer yürüme yerleri ayda 15 km den $15 \times 4 = 60 \text{ km}$

4 ayda toplam: $480 + 1265 + 160 + 60 = 1365 \text{ km}$

8 ay okul dönemi içerisinde;

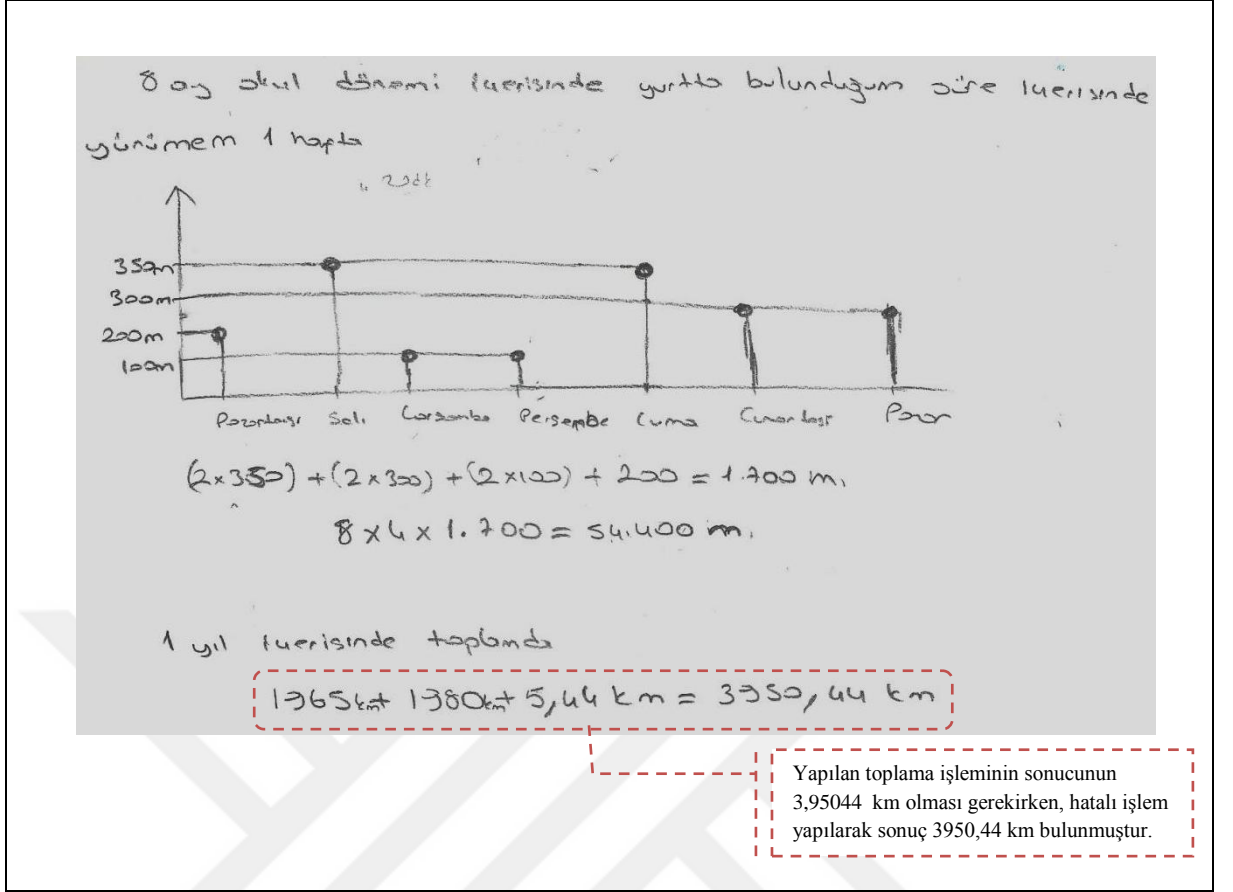


$$\begin{array}{r} 65 \\ 2 \\ \hline 130 \\ 1850 \\ \hline 1980 \end{array}$$

$1\text{km} + 10\text{km} + 12\text{km} + 12 + 30 = 65\text{km}$ haftada
 $8 \times 4 \times 65 = 1980 \text{ km}$ dışarıda yürünen yol

Yapılan çarpma işleminin sonucunun 1.260 km olması gerekirken, hatalı işlem yapılarak sonuç 1265 km bulunmuştur.

Yapılan çarpma işleminin sonucunun 2080 km olması gerekirken, hatalı işlem yapılarak sonuç 1980 km bulunmuştur.



Şekil 20: Gözde İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Gözde isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 20’de gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüm yolunu ve elde edilen sonuçları kelimelerle ifade etmemiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Elif’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.

- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımlarını oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “Yılın kaç günü okul var?” sorusunu yöneltmiştir. Araştırmacı bu soruya “Bir eğitim-öğretim yılı 8 ay sürer” cevabını vermiştir. Ayrıca “mesafeleri nasıl hesaplamalıyım?” Sorusuna, “uzunluk birimi olarak hesaplamalısın” cevabı verilmiştir. Bunların yanı sıra öğrencinin “kaldığım yurt ile okul arasındaki mesafeyi tahmin edemiyorum” cümlesine ise “500m olarak varsayabilirsin” şeklinde karşılık verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdaki değişkenleri; okulda ve dershanede bulunma süreleri, okulun ve dershanenin yurda olan uzaklıkları, yemekhaneye gitme sıklığı ve yemekhanenin yurda olan uzaklığı, staj yaptığı kurumun yurda olan uzaklığı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “haftada 4 gün okula geliyorum, haftanın 2 günü dershaneye gidiyorum, dershaneye gidiş sürecimde 600 m yol alıyorum, her gün yemekhaneye 2 defa gidiyorum, yemekhane ve yurt arası 100 m, haftanın 1 günü staja gidiyorum, yurttan okuluma gidişimde 100 m yürüyorum, evde bulunduğum sürede her gün 100 m yürüyorum” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca

bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Neden bu şekilde düşündün?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*Yıl içerisinde en çok gittiğim yerleri düşünerek yaptım. Uzun mesafeleri hesapladım.*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinin en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Gidilen yerlerde yürünen mesafe ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*: Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.



d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

Problem:

1. Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Çözüm: Haftada 6 gün okula geliyorum. Aylık 16 gün. Yıllık ise bu 8 aydan $8 \cdot 16 = 128$ gün eder.

Yurt ve okul arası mesafe = 500 m.
Gidiş ve dönüş = 1000 m
 128 günde = 128000 m

Varsayımlar doğrultusunda yurt ile okul arasında yürüdüğü mesafeyi gidiş dönüş olarak hesaplamış ve sonucu 128000m bulması gerekirken, hatalı işlem yaparak 12800 m bulmuştur.

→ Haftanın 2 günü dershaneye gidiyorum. Dershaneye gidiş süresi içinde 600 m yol gidiyorum. Yıllık olarak 8 ayda $8 \cdot 8 = 64$ gün dershaneye gidiyorum. Yürüdüğüm mesafe $64 \cdot 600 = 38400$ m

→ Her gün yemekhaneye 2 defa gidiyorum. Yemekhane ve yurt arası 100 m'dir. Yılın 8 ayı yurttan oluyorum. Günde 2 defa 240 günde 480 defa yemekhaneye gidiyorum
 $480 \cdot 100 = 48000$ m

→ Haftanın 1 günü staja gidiyorum. Yurttan okulumu gidişimde 100 m yürüyorum. 1 yılda 24 defa staja gidiyorum. $24 \cdot 100 = 2400$ m

→ Evde bulunduğum sürede her gün 100 m yürüyorum
4 ay evde bulunuyorum. $4 \cdot 30 = 120$ gün $120 \cdot 100 = 12000$ m

→ Okulda, dışarda ve diğer durumlarda yürüdüğüm mesafe ortalama 200m → 360 günde ⇒ $360 \cdot 200 = 72000$ m

⇒ 187600 m yürüyorum.

12800
38400
48000
2400
12000
72000
187600

Yapılan işlemin sonucu 185600 m olması gerekirken, hatalı işlem yapılarak sonuç 187600 m bulunmuştur.

Şekil 21: Elif İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Elif isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 21’de gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklamamış fakat ulaştığı sonucu “187600 m yürüyorum.” şeklinde kelimelerle ifade etmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Kardelen’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımlarını oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düzeltme davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken düzeltmeler yapmıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemin çözümü için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyup duymadığını belirtmemiş, eksik olduğunu düşündüğü bilgilere varsayımlar yaparak ulaşmıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması*: Problemdaki değişkenleri; haftalık olarak çarşıya çıkma, evde yürüme ve spor yapma sıklığı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “haftalık 3 kere çarşıya çıksın, evde

de yürüsün ve 1 kere spor yapsın, pazartesi; 1 kere evden çarşıya gitsin, okula otobüsle gitsin 100 m yürüsün...,salı; bugün sadece evde olsun ve 30 metre yürüsün, çarşamba; çarşıdan eve ve evden çarşıya çıksın, perşembe; evde yürüdüğü mesafe 20 m olsun ve başka yürümesin, cuma; yine aynı şekilde evde olsun ve 20 m yürüsün, cumartesi; bugün çarşıya çıksın ve sadece giderken yürüsün, pazar; bugün sadece evde vakit geçirsın ve 20 metre yürüsün bir de koşu yapsın...” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Neden bu şekilde düşündün?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “İlk başta haftalık yürüdüğüm mesafeyi bulup daha sonra yıla göre hesaplayacağım.” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Düzenli olarak gidilen yerlerin çıkış noktasına olan uzaklığı ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Yılın hangi zamanlarının evde geçirildiği ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

1. Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Çözüm:

Haftalık olarak: 7 günde, Haftalık 3 kere casıya çıkın. Eve de yürüdüğü ve 1 kere Spor yapın.

Pazartesi = 1 kere. evden casıya gitsin, okulda otobüsle gitsin, 100 metre yürüdüğü
Evde koşu makinesi 20 metre yürüdüğü

Salı = Bugün sadece evde olsun ve 30 metre yürüdüğü.

Çarşamba = Casıya eve ve evden casıya çıkın. 100 metre dönüştürme 100 metre
gidip de yürüdüğü. Evde de 10 metre olsun.

Perşembe = Evde yürüdüğü mesafe 20 metre olsun. ve kula yürüdüğü.

Cuma = yine aynı şekilde sadece evde olsun ve 20 metre yürüdüğü

Çarşamba = Bugün casıya çıkın ve sadece giderken yürüdüğü, 100 metre olsun.

Pazar = Bugün ise sadece evde vakit geçirin ve 20 metre yürüdüğü
bir de kula yapın. 50 metre.

Haftalık olarak; Pazartesi ; $100+20=120$ metre

Salı ; 30 metre.

Çarşamba ; $100+100+10=210$ metre.

Perşembe ; 20 metre.

Cuma ; 20 metre.

Çarşamba ; 100 metre.

Pazar ; $20+50=70$ metre.

1 haftada; $120 + 30 + 210 + 20 + 20 + 60 + 70$ metre,
1 haftada toplam; 600 metre.

1 yılda 52 hafta olduğundan; Tahmini olarak 1 haftada 600 metre ise.
1 yılda; $600 \times 52 = 31200$ metre olur.

"Öncelikle yaptığı aktiviteleri ve ne kadar zaman harcadığını buldum ve bunu haftalık yaptım, yıla dönüştürdüm."

Yapılan toplama işleminin sonucu 570 metre olması beklenirken hatalı işlem yapılarak 600 metre sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan çarpma işleminin sonucu 31200 metre olması beklenirken hatalı işlem yapılarak 3120 metre sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil 22: Kardelen İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Kardelen isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 22’de gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüme nasıl ulaştığını ve yaptığı matematiksel işlemin sonucunu “1 yılda $600 \times 52 = 31200$ metre olur. Öncelikle yaptığı aktiviteleri ve ne kadar zaman harcadığını buldum ve bunu haftalık yaptım, yıla dönüştürdüm.” ifadeleriyle açıklamıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.

Görkem’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, varsayımlarını oluştururken duraksama yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.

- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemin çözümü için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyup duymadığını belirtmemiş, eksik olduğunu düşündüğü bilgilere varsayımlar yaparak ulaşmıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; mevsimlere ve aylara göre dışarıda geçirilen süre, okul döneminde ve diğer zamanlarda yürünen mesafe, hafta içi ve hafta sonu yürünen mesafe olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “*okulun olmaması sebebiyle dışarıda geçirip dolaştığım vakitler daha fazla olduğu için yaz ayları daha fazla mesafe yürürüm. Okulun olmadığı bir ayda yarıyıl tatilinin denk geldiği ocak ayıdır. Kış ayına denk geldiği için dışarıda geçirdiğim vakit biraz daha az olması sebebiyle günlük yaklaşık olarak 2000 adımlık mesafe kat ederim. Geriye kalan aylarda okul olduğu için hafta sonları hariç günlük vaktimin çoğu okulda geçer. Okulda ise çok fazla yürüdüğüm sayılmaz. Okuldan çıkıp dışarıda geçirdiğim vakitte yürüdüğüm mesafe yaklaşık 1000 adımdır. Hafta sonları ise dışarıda geçirdiğim vakit biraz daha fazla olduğu için yürüdüğüm mesafe okul zamanına göre biraz daha fazladır. Yani günlük yürüdüğüm ortalama mesafe 2000 adımdır.*” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Neden bu şekilde bir ayırım yaptın?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*Yaz aylarında dışarıda geçirdiğim vakit daha fazla oluyor. Kış aylarında ise daha az oluyor. O yüzden öncelikle daha fazla vakit geçirdiğim mesafeyi hesapladım*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından

“kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Yılın hangi zamanlarının evde geçirildiği ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Düzenli olarak gidilen yerlerin çıkış noktasına olan uzaklığı ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*: Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması*

1. Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Çözüm: Yaz Ayları

Okulun olmaması sebebiyle dışarda geçireceğim vakitler daha bol ve daha fazla olduğu için yaz ayları daha fazla mesafe yürürüm. O yüzden yaz ayları boyunca günlük yürüdüğüm mesafe günlük ortalama 3.000 adım (3.km) dir.

Haziran $\Rightarrow 30 \cdot 3 \text{ km} = 90 \text{ km}$
Temmuz $= 30 \cdot 3 \text{ km} = 90 \text{ km}$
+ Ağustos $= 30 \cdot 3 \text{ km} = 90 \text{ km}$

270 km

Okulun olmadığı bir ayda yarı yıl tatilininin denk geldiği Ocak ayıdır. Kış ayına denk geldiği için dışarda geçireceğim vakit biraz daha az olması sebebiyle günlük yaklaşık olarak 2000 adımlık mesafe (2km) kat ederim.

Ocak Aylı $= 30 \cdot 2 \text{ km} = \underline{60 \text{ km}}$

geriye kalan aylarda okul olduğu için hafta sonları hariç günlük vaktimin çoğu okulda geçer. Okulda ise çok fazla yürüdüğüm sayılmaz. Yani günlük yaklaşık okulda yürüdüğüm mesafe yaklaşık 500 adım dir. Okuldan çıkınca ise dışarda biraz vakit geçirdikten sonra eve giderim. Okuldan çıkıp dışarda geçirdiğim vakitte yürüdüğüm mesafe yaklaşık 1000 adım dir. Yani hafta içilerinde (okul olduğu günler) yürüdüğüm toplam mesafe günlük $500 + 1000 = 1500 \text{ adım}$ (1.5 km) dir.

Hafıza soruları ise dışarda geçirdiğim vakit biraz daha fazla olduğu için yürüdüğüm mesafede 'okul zamanına göre biraz da fazladır. Yani günlük yürüdüğüm ortalama mesafe 2.000 adım (2 km) dir.

1 haftada hafta için 5 gün (günde yürüdüğüm mesafe 1.5 km)

$$5 \cdot 1.5 \text{ km} = 7.5 \text{ km} \text{ dir.}$$

hafta sonları 2 gün (günlük yürüdüğüm mesafe 2 km)

$$2 \cdot 2 \text{ km} = 4 \text{ km}$$

⇒ Bir haftada toplam yürüdüğüm mesafe

$$7.5 \text{ km} + 4 \text{ km} = 11.5 \text{ km} \text{ dir.}$$

Bir ayda ise 4 hafta olduğu için (bir hafta 11.5 km)

$$4 \cdot 11.5 \text{ km} = 46 \text{ km}$$

Haziran ⇒ 90 km

Temmuz ⇒ 90 km

Ağustos ⇒ 90 km

Eylül ⇒ 46 km

Ekim ⇒ 46 km

Kasım ⇒ 46 km

Aralık ⇒ 46 km

Ocak ⇒ 46 km

Şubat ⇒ 46 km

Mart ⇒ 46 km

Nisan ⇒ 46 km

Mayıs ⇒ 46 km

+

$$414 \text{ km} + 270 \text{ km}$$

$$= 684 \text{ km} = \text{Bir yılda yaklaşık yürüdüğüm mesafe.}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 9 \\ \hline 414 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 414 \\ 270 \\ \hline 684 \end{array}$$

Şekil 23: Görkem İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Görkem isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 23'te gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması "doğru" olarak kabul edilmektedir.

e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklamamış fakat ulaştığı sonucu “*bir yılda yaklaşık yürüdüğüm mesafe*” şeklinde kelimelerle ifade etmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Yavuz’a ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, varsayımlarını oluştururken duraksama yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “*yürüme mesafesine her şey dahil mi?*” sorusuna “*buna sen karar vermelisin.*” cevabı; “*sadece şehir içinde yürüdüğüm yolu mu hesaplamalıyım?*” sorusuna “*bu soruyu senin bir yılını düşünerek cevaplayabilirsin*” cevabı verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdaki değişkenleri; içinde yaşadığı şehre göre farklılık gösteren alışveriş, gündelik işler, dershaneye gidiş geliş, otobüs duraklarına gidiş geliş ve günlük ihtiyaçlar için kat edilen mesafeler olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “*şu an bulunduğum şehirde gezme, alışveriş; 15 km, gündelik işler; 3 km, dershaneye gidip gelme; 8 km, otobüs duraklarına; 2 km, gündelik ihtiyaçlar; 1 km, şehir dışında gezme; 20 km, gündelik işlerim ve etkinliklerim; 15 km, ev işleri; 20 km, günlük ihtiyaçlar; 1 km...*” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Neden bu şekilde düşündün?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*1 yıl içinde iki farklı şehirde bulunuyorum. Bu iki şehirde yürüdüğüm mesafeyi ayrı ayrı hesapladım.*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Yılın hangi zamanlarının evde geçirildiği ile ilgili varsayımda bulunma”, “Düzenli olarak gidilen yerlerin çıkış noktasına olan uzaklığı ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Gidilen yerlerde yürünen mesafe ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

1. Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Çözüm: 50 an bulduğum şehirde

Bir hafta boyunca

Gezme-Alışveriş	15 km
Günlük işler	3 km
Dershane gidip gelme	8 km
Otobüs duraklarına	2 km
Günlük ihtiyaçlar	1 km

9 ay boyunca
yani 40 Hafta boyunca

$$(29 \text{ km}) \times (40) = 1160 \text{ km}$$

Şehir dışında (memleket)

Gezme	20 km
Günlük işlerim ve etkinliklerim	15 km
Ev işleri	20 km
Günlük ihtiyaçlar	1 km

3 ay boyunca
12 hafta

$$(56 \text{ km}) \times (12) = 672 \text{ km}$$

iki şehrin toplamı = $1160 \text{ km} + 672 \text{ km}$

1832 km //

9 aylık süre 36 haftaya eşit
olmaktadır. Öğretmen adayı 40 hafta
olarak hesaplamış ve işlemi hatalı
olarak yapmıştır.

Şekil 24: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının 2. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Yavuz isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 24'te gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

e) Çözümü Yorumlama Aşaması: Çözüm yolunu ve elde edilen sonuçları kelimelerle ifade etmemiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Soru 4: Bir aile bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Ümran'a ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmamıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemin çözümü için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyup duymadığını belirtmemiş, eksik olduğunu düşündüğü bilgilere varsayımlar yaparak ulaşmıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; evde yaşayan kişi sayısı, bir günde çöp oluşturulabilecek alanlar ve günlük dökülen ortalama çöp miktarı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise “bir aileyi ortalama 4 kişi varsayalım, bir günde çöp oluşturulabilecek alanlar; mutfak, banyo, tuvalet, kağıt vs. olabilir, kağıt, ambalaj gibi çöplerin çok ağırlık yapmayacağını düşünürsek en fazla çöp mutfaktan çıkar, günlük ortalama 1-2 kilo çöp dökülse...” ifadeleriyle belirtmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin

kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Evin hangi bölümlerinde kaç kg çöp biriktiği ile ilgili varsayımda bulunma”, “Yılın hangi günlerinde daha fazla çöp biriktiği ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Ailenin bir yıl içinde evde bulunmama süresi ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*: Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması*

1. Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Çözüm:

Bir aileyi ortalama 1 kilo varsayalım.

Bir günde çöp oluşturulabilecek alanlar mutfak, banyo, tuvalet, kâğıt vs. olabilir. Kâğıt, ambalaj gibi çöplerin çok ağırlık yapmayacağı için düşünürsek, en fazla çöp mutfaktan çıkar.

Günlük ortalama 1-2 kilo çöp dökülse.

1 yılda 365 gün var.

$365 \times 1 = 365$ - $365 \times 2 = 730$

Yıllık ortalama $365 - 730$ kilo arası çöp dökülür.

Varsayımsal olarak **500 kilo** çöp dökülür diyebiliriz.

Şekil 25: Ümran İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Ümran isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 25’te gösterilmiştir. Katılımcı, problemin sonucuna işlem yapmadan tahmin yolu ile ulaşmıştır. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Neden bu şekilde düşündün?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “Ortalama bir aileyi ve bu ailenin çöp çıkarabileceği alanları düşündüm. Ayrıca kâğıt, ambalaj gibi atıklar çok ağırlık yapmayacağı için göz önünde bulundurdum.” cevabını vermiştir. Öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması varsayımlara uygun

matematiksel işlem yapmadığı için doğruluk kriterine göre “kısmen doğru” olarak kabul edilmektedir. “Yapılan işlemleri yazılı olarak gösterme” ve “Hatasız işlem yapma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada araştırmacının sesli düşünmeyi sağlamak amacıyla sorduğu soru sonucunda, çözümü yorumlama aşamasını gerçekleştirmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.

Gözde’ye ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması*: Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması*: Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “ortalama mı almam gerekiyor?” sorusuna “bu soruya herhangi bir cevap veremem” cevabı, “çöp kovasına attığım çöpü nasıl kilo hesabına dönüştürebilirim?” sorusuna “içine attığın çöpün kaç kilo geliyor olabileceğini düşünerek varsayım yapabilirsin” cevabı, “5 litrelik bir çöp kovası 6 kilogram

gelir mi?” sorusuna “istediğin miktar için varsayım yapabilirsin” cevabı, “evde ayırdığımız geri dönüşüm atıkları da çöp olarak kabul edilir mi?” sorusuna ise “hayır onlar çöp olarak kabul edilemez” cevabı verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri yalnızca çöp kovasına bir günde dökülen çöp miktarı ve bu çöp kovasının ağırlığı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise, “aile aynı çöp kovasına günlük 1 kova çöp dökerse kovanın aldığı kilo 6 kg geliyorsa...” ifadeleriyle belirtmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiçbirini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:*

1. Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Çözüm: Aile aynı çöp kovasında günlük 1 kova çöp dökerse kovanın aldığı kilo 6 kg geliyorsa $6 \times 1 = 6$ kg günlük dökülen çöp

4 yıl 365 gün $365 \times 6 = 2190$ kg 1 yılda kovasından dökülen çöp miktarı

Şekil 26: Gözde İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Gözde isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 26’da gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Neden bu şekilde düşündün?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu

soruya “*Bir çöp kovasının ağırlığını düşündüm. Bu ağırlığı bir yıla göre hesapladım.*” cevabını vermiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada araştırmacının sesli düşünmeyi sağlamak amacıyla sorduğu soru sonucunda, çözümü yorumlama aşamasını gerçekleştirmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.

Elif’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama ve düzeltmeler yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “*kaç kişilik bir aile olmalı ? Kendi ailemi mi düşüneceğim ?*” sorusuna “*standart bir aile formunda düşünebilirsin. Kendi ailene göre cevaplamak zorunda değilsin*” cevabı verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemden isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdaki değişkenleri; bir ailede mutfak atıklarının ve diğer atıkların ortalama miktarı olarak sıralamıştır. Oluşturduğu varsayımları ise “bir ailede mutfak atıklarının her gün için 5 kilo olduğu, evdeki diğer ekstra atıkların ise günlük ortalama 1 kilo olduğu düşünülürse..” ifadeleriyle belirtmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:*

1. Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Çözüm:

⇒ Bir ailede mutfak atıklarının her gün için 5 kilo olduğu,
⇒ Evdeki diğer ekstra atıkların ise günlük ortalama 1 kilo olduğu düşünülürse.
⇒ Günlük 6 kilodan 365 günde ⇒
$$\begin{array}{r} 365 \\ \times 6 \\ \hline 2190 \end{array} \text{ ③ } \Rightarrow 2190 \text{ kilo}$$

Şekil 27: Elif İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Elif isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 27’de gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “Neden bu şekilde düşündün?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “Atıkları, mutfak atıkları ve diğer atıklar olmak üzere ikiye ayırdım.” cevabını vermiştir.

e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüm yolunu ve elde edilen sonuçları kelimelerle ifade etmemiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik

özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

Kardelen’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmamıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemin çözümü için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyup duymadığını belirtmemiş, eksik olduğunu düşündüğü bilgilere varsayımlar yaparak ulaşmıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; ailedeki birey sayısı ve günlere göre evin bölümlerinde biriken çöp miktarı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise “*aile birey sayısı 5*”, “*pazartesi günü aile bireylerinin tümü toplam, mutfaktaki, lavabodaki çöpleri toptasın ve 2 kilo çöp döksün, Salı günü ise bir tek mutfakta çöp olsun ve 1 kilo*

olsun, Çarşamba günü bütün odalardaki çöpü boşaltsın ve ortalama 3 kilo olsun, Perşembe ise aile bireyleri tek tek yarım kilo çöpü olsun. Bütün odalardaki çöpleri toplansınlar, Cuma günü ise sadece mutfakta çöp biriksin ve 1 kilo olsun, cumartesi günü bu aile bireyelerine misafir gelmiş olsun ve her gün biriken çöp 2 katına çıksın ve 4 kilo olsun, Pazar günü ise mutfak, lavabo ve diğer odalardaki çöp biriksin ve 2 kilo olsun..” ifadeleriyle belirtmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Yılın hangi günlerinde daha fazla çöp biriktiği ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Ailenin bir yıl içinde evde bulunmama süresi ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

1. Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Aile birey = 5

Çözüm:

İlk olarak bunu gündere bakıp haftalık bulalım. Daha sonra bunu yılda çevirelim.

Pazartesi günü aile bireylerinin tamamı toplandı; mutfaktaki, lavabodaki çöpleri topladı ve 2 kilo çöp döktü.

Salı günü ise; Bir tek mutfakta çöp oldu ve 1 kilo oldu.

Çarşamba günü; Bütün odalardaki çöpleri topladılar ve ortalama 3 kilo oldu.

Perşembe ise; Aile bireyleri tek tek yarım kilo çöpleri topladı. Bütün odalardaki çöpleri topladılar.

Cuma günü ise; Sadece mutfakta çöp topladılar ve 1 kilo oldu.

Cumartesi günü; Bu aile bireylerine misafir geldi ve her gün biriken çöp 2 katına çıktı ve 4 kilo oldu.

Pazar günü ise; Mutfak, lavabo ve diğer odalardaki çöp topladılar ve 2 kilo oldu.

Buna göre Bu aile bireyleri; Pazartesi - 2 kilo.
Salı : 1 kilo.
Çarşamba 3 kilo
Perşembe : 2,5 kilo.
Cuma : 1 kilo.

Yapılan varsayıma göre 5 kişilik bir ailenin her birinin yarım kilogram çöp dökmesi ile biriken çöp miktarının 2,5 kilogram olarak bulunması beklenirken 7,5 kilogram olarak hesaplanmıştır.

Cumartesi : 4 kilo.
Pazar : 2 kilo.

⇒ Yani Bu aile haftada $2+1+3+2,5+1+4+2 = 20,5$ kilo. ortalama 21 olsun
çöp alır. 1 haftada 21 kilo çöp atarsa 1 yılda bu rakam 1092 kilo olur.

Şekil 28: Kardelen İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Kardelen isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 28’de gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız

işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Neden günlere ayırdın?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*Bir haftanın ortalamasını alıp bir yılı hesaplamak için.*” cevabını vermiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklamamış fakat ulaştığı sonucu “*yani bu aile haftada ortalama 21 kg çöp atar. Bir haftada 21 kg çöp atarsa bir yılda bu rakam 1092 olur*” şeklinde kelimelerle ifade etmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Görkem’e ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmamıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirilmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama yapmamıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Öğretmen adayı problemde eksik olduğunu düşündüğü bilgiyi araştırmacıya sorarak elde etmiştir. Bu doğrultuda “*kendi aileme göre mi hesaplamalıyım?*” sorusuna “*herhangi bir aileye göre*

hesaplayabilirsin.” cevabı verilmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Problemde isteneni yazma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdeki değişkenleri; günlük çöp atma sıklığı ve günlük atılan ortalama çöp miktarı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise, “her gün bir defa çöp atarım ve attığım çöp de bazen 3 kilo bazen 7-8 kilo olur. Günlük ortalaması ise 5 kilo olur.” ifadeleriyle belirtmiştir. Öğretmen adayının yaptığı varsayımlar doğruluk analizinin bu aşamasındaki kritik özelliklerin hiçbirini karşılamaması sebebiyle “doğru değil” olarak kabul edilmektedir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:*

1. Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Çözüm:

Bizim evimizde hergün mutlaka bir defa çöp atılmaktadır. Bu çöpde evde genelde bir attığım için her gün bir defa çöp atarım ve bir attığım çöpde bazen 3 kilo bazen 7-8 kilo olur. Günlük ortalaması ise 5 kilo dur.

Günde 5 kilodan ayda $5 \cdot 30 = 150$ kilo çöp atılır.

Bir ayda 150 kilodan bir yılda ise

$$150 \cdot 12 = 1800 \text{ kilo çöp atılır.}$$

$$\begin{array}{r} 150 \\ \times 12 \\ \hline 300 \\ 1500 \\ \hline 1800 \end{array}$$

Şekil 29: Görkem İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Görkem isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 29’da gösterilmiştir. Yaptığı matematiksel işlemde herhangi bir hata bulunmadığından doğruluk kriterine göre öğretmen adayının matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması “doğru” olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Neden bu şekilde düşündün?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*Haftalık dökülen çöp miktarı belli olduğu için yıla göre hesaplaması kolay oldu. Her gün ortalama aynı miktarda çöp atıldığı için 365 günlük hesaplama yaptım.*” cevabını vermiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada araştırmacının sesli düşünmeyi sağlamak amacıyla sorduğu soru sonucunda, çözümü yorumlama aşamasını gerçekleştirmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinin tamamını karşıladığından “doğru” olarak betimlenmektedir.

Yavuz’a ilişkin bulgular:

1. Erişebilirlik Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, çözüme başlamadan önce duraksama yapmıştır.
- b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme davranışını sergilemiş, varsayımları oluştururken duraksama yapmıştır.
- c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamayı gerçekleştirmemiştir.
- d) *Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada düşünme ve düzeltme davranışlarını sergilemiş, matematiksel çözümü gerçekleştirirken duraksama ve düzeltme yapmıştır.
- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Öğretmen adayı bu aşamada hızlı cevaplama davranışını sergilemiş, çözümü yorumlarken duraksama yapmamıştır.

2. Doğruluk Kriterine Göre Verilerin Betimlenmesi

- a) *Problemi Anlama Aşaması:* Problemin çözümü için istenen bilginin ne olduğunu açıklamadan çözüm aşamasına geçmiştir. Problemin çözümü için daha fazla

bilgiye ihtiyaç duyup duymadığını belirtmemiş, eksik olduğunu düşündüğü bilgilere varsayımlar yaparak ulaşmıştır. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

b) *Değişkenleri Seçme ve Varsayımları Kurma Aşaması:* Problemdaki değişkenleri; mutfakta biriken çöp miktarı, günlük, haftalık ve yıllık olarak alışverişten biriken çöp miktarı, ev temizliğinden ve bahçe temizliğinden biriken çöp miktarı olarak belirlemiştir. Oluşturduğu varsayımları ise; “*mutfak çöprü günlük 3 kg, yıllık 1095 kg, mutfak temizliğinden kalan çöp 1 yılda 107 kg, evin gündelik işleri 1 yılda 104 kg, günlük alışverişten kalan çöp 1 yılda 3 kg, haftalık alışverişten kalan çöp 10 kg, yıllık alışverişten kalan çöp 10 kg, bahçe temizliği, haftada bir süpürülme (kumlu) 5 kg...*” ifadeleriyle belirtmiştir. Ayrıca bu aşamada öğretmen adayının sesli düşünmesini sağlamak amacıyla “*Neden bu şekilde düşündün?*” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adayı bu soruya “*Önce çöpün atıldığı alanları belirledim. Daha sonra bu alanlarla ilgili varsayımlarımı rakamlarla gösterdim.*” cevabını vermiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Ailede yaşayan birey sayısını belirtme”, “Yılın hangi günlerinde daha fazla çöp biriktiği ile ilgili varsayımda bulunma” ve “Ailenin bir yıl içinde evde bulunmama süresi ile ilgili varsayımda bulunma” kritik özellikleri öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

c) *Matematiksel modelleri kurma aşaması:* Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden hiç birini karşılamadığından “doğru değil” olarak betimlenmektedir.

d) Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme Aşaması:

1. Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Çözüm: Fandi ailem

Göbün Aktığı Artıklar

Mutfak Göpleri -
Ev temizliği Göpleri:
Eve gelen malzemelerin paket, kese kağıdı, vs. çöp
Bahçenin temizlenmesindeki çıkan Göpler :

1. mutfak çöpe = Günlük → 3 kg
Yıllık = $3 \cdot 365 = 1095$ kg

mutfak temizliğinden kalan çöp (Temizlik araçları ve kutuları) → 2 hafta 2 kg
1 yılda 104 kg

2. Ev temizliği:
Evin gündelik işleri → 100n 2 kg
1. yıl 104 kg

3. Ev gelen malzemelerin paket, kese kağıdı, vs.
Günlük alışverişten kalan çöp: Etiket, vb. ihtiyaçların alınmasından artan (paket) → 1 yıl 3 kg
Haftalık " " " " ; Ev ihtiyaçlarının alınmasından artan çöpler → 1 yıl → 10 kg (paket kese)
Yıllık " " " " ; Kömür odun vs artan çöpler = 10 kg → Torbalar vs.

+
25 kg

Evin gündelik işleri için bir yıllık biriken çöp miktarının $2 \times 365 = 730$ kg olarak hesaplanması beklenirken hatalı işlem yapılarak sonuç 104 kg bulunmuştur.

Yapılan varsayım, problemin çözümünün son basamağında yapılan toplama işlemine dahil edilmemiştir.

4) Bahçe Temizliği
Hafif bir süpürme (kumlu) → 5 kg
1 y.lda = 260 kg

Mutfak çöprü → 1035 kg
Eve temizliği → 104 kg
Eve gelen malz. → 23 kg
Bahçe temizliği → 260 kg

+
1482 kg çöp //

Şekil 30: Yavuz İsimli Öğretmen Adayının 3. Soru Matematiksel Modelleme Süreci

Yavuz isimli katılımcıdan elde edilen veriler Şekil 30’da gösterilmiştir. Üzerinde yapılan işaretlemelerde belirtilen açıklamalara göre öğretmen adayının hatalı işlem yapması, doğruluk kriterlerinden “kısmen doğru” ifadesini karşılamaktadır. “Hatasız işlem yapma” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

- e) *Çözümü Yorumlama Aşaması:* Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklamamış fakat ulaştığı sonucu “...kg çöp.” şeklinde kelimelerle ifade etmiştir. Bu aşama, doğruluk analizinin kritik özelliklerinden en az birini karşıladığından “kısmen doğru” olarak betimlenmektedir. “Çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özelliği öğretmen adayı tarafından gerçekleştirilmemiştir.

Doğruluk Analizi

Araştırmanın bu bölümünde yöntem kısmında bahsedilmiş olan doğruluk kriteri ele alınacaktır. Araştırmacı tarafından hazırlanmış olan doğruluk kriteri analiz tablosuna kullanılarak katılımcılar tarafından elde edilmiş veriler için doğruluk analizi yapılacaktır. Her bir aşama için “doğru değil”, “kısmen doğru” ve “doğru” ifadeleri, kritik özelliklerin gerçekleştirilme durumuna göre belirtilecektir. Kritik özellikler ve değerlendirme ölçütleri yöntem kısmında doğruluk kriteri analiz tablosunda açıklanmıştır. Öğretmen adaylarından elde edilen veriler matematiksel modelleme

aşamalarına göre doğruluk analizi yapılarak aşağıdaki tablolarda her soru için ayrı olarak gösterilmiştir:

Tablo 12 : Ortak Soru Verilerinin Doğruluk Analizi

Uygulanan Fermi Sorusu	Basamaklar	Öğretmen Adayları	Doğru değil	Kısmen doğru	Doğru	
Okulunuzun kantininde bir günde toplamda ne kadar para harcanmaktadır ?	A1	Ümran		✓		
		Gözde			✓	
		Elif		✓		
		Kardelen		✓		
		Görkem		✓		
		Yavuz			✓	
	A2	Ümran			✓	
		Gözde		✓		
		Elif		✓		
		Kardelen	✓			
		Görkem		✓		
		Yavuz		✓		
	A3	Ümran	✓			
		Gözde	✓			
		Elif	✓			
		Kardelen	✓			
		Görkem	✓			
		Yavuz	✓			
	A4	Ümran				✓
		Gözde		✓		
		Elif		✓		
		Kardelen				✓
		Görkem				✓
		Yavuz				✓
	A5	Ümran	✓			
		Gözde	✓			
		Elif	✓			
		Kardelen	✓			
Görkem			✓			
Yavuz		✓				

Tablo 13: 1. Soru Verilerinin Doğruluk Analizi

Uygulanan Fermi Sorusu	Basamaklar	Öğretmen Adayları	Doğru değil	Kısmen doğru	Doğru	
	A1	Ümran		✓		
		Gözde		✓		
		Elif		✓		
		Kardelen		✓		
		Görkem		✓		
		Yavuz		✓		
	A2	Ümran			✓	
		Gözde			✓	
		Elif			✓	
		Kardelen			✓	
		Görkem			✓	

Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?	A3	Yavuz		✓		
		Ümran	✓			
		Gözde	✓			
		Elif	✓			
		Kardelen	✓			
		Görkem		✓		
	Yavuz	✓				
	A4	Ümran				✓
		Gözde			✓	
		Elif			✓	
		Kardelen	✓			
		Görkem				✓
		Yavuz				✓
	A5	Ümran				✓
		Gözde			✓	
		Elif	✓			
		Kardelen			✓	
		Görkem			✓	
Yavuz				✓		

Tablo 14: 2. Soru Verilerinin Doğruluk Analizi

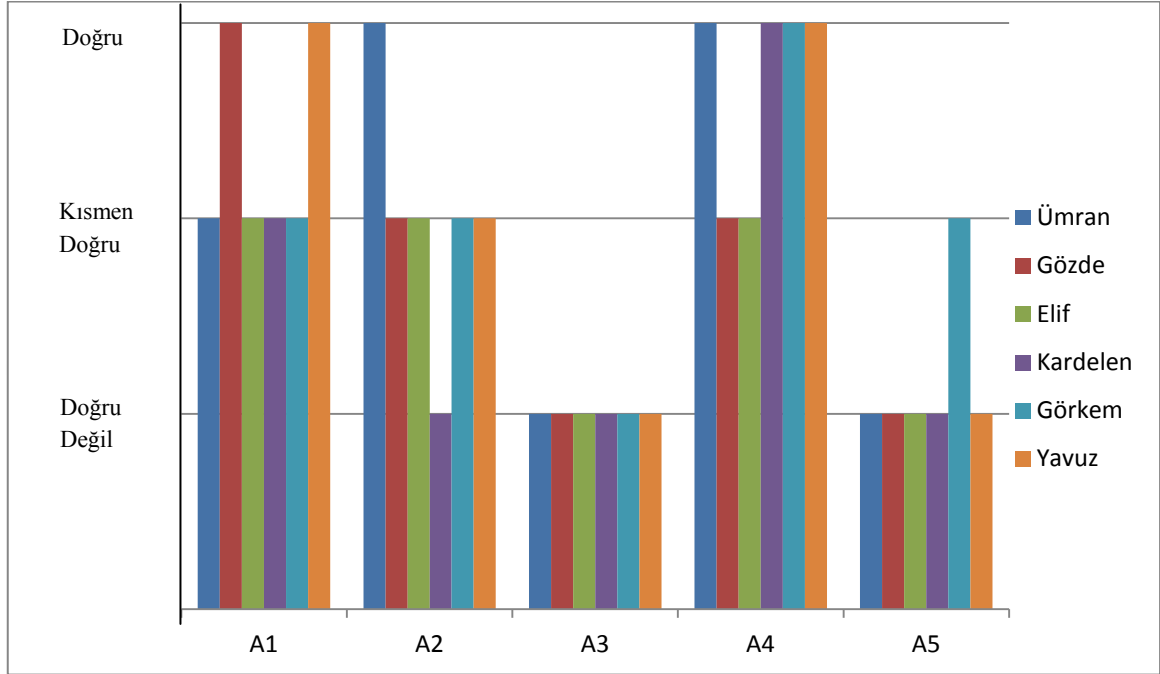
Uygulanan Fermi Sorusu	Basamaklar	Öğretmen Adayları	Doğru değil	Kısmen doğru	Doğru	
Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?	A1	Ümran		✓		
		Gözde		✓		
		Elif		✓		
		Kardelen	✓			
		Görkem	✓			
		Yavuz		✓		
	A2	Ümran			✓	
		Gözde			✓	
		Elif			✓	
		Kardelen			✓	
		Görkem			✓	
		Yavuz			✓	
	A3	Ümran	✓			
		Gözde				✓
		Elif	✓			
		Kardelen	✓			
		Görkem	✓			
		Yavuz	✓			
	A4	Ümran				✓
		Gözde			✓	
		Elif			✓	
		Kardelen			✓	
		Görkem				✓
		Yavuz			✓	
A5	Ümran	✓				
	Gözde	✓				
	Elif			✓		
	Kardelen				✓	
	Görkem			✓		
	Yavuz	✓				

Tablo 15: 3. Soru Verilerinin Doğruluk Analizi

Uygulanan Fermi Sorusu	Basamaklar	Öğretmen Adayları	Doğru değil	Kısmen doğru	Doğru	
Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?	A1	Ümran	✓			
		Gözde		✓		
		Elif		✓		
		Kardelen	✓			
		Görkem		✓		
		Yavuz	✓			
	A2	Ümran			✓	
		Gözde	✓			
		Elif	✓			
		Kardelen			✓	
		Görkem	✓			
		Yavuz			✓	
	A3	Ümran	✓			
		Gözde	✓			
		Elif	✓			
		Kardelen	✓			
		Görkem	✓			
		Yavuz	✓			
	A4	Ümran			✓	
		Gözde				✓
		Elif				✓
		Kardelen			✓	
		Görkem				✓
		Yavuz			✓	
	A5	Ümran				✓
		Gözde				✓
		Elif	✓			
Kardelen				✓		
Görkem					✓	
Yavuz				✓		

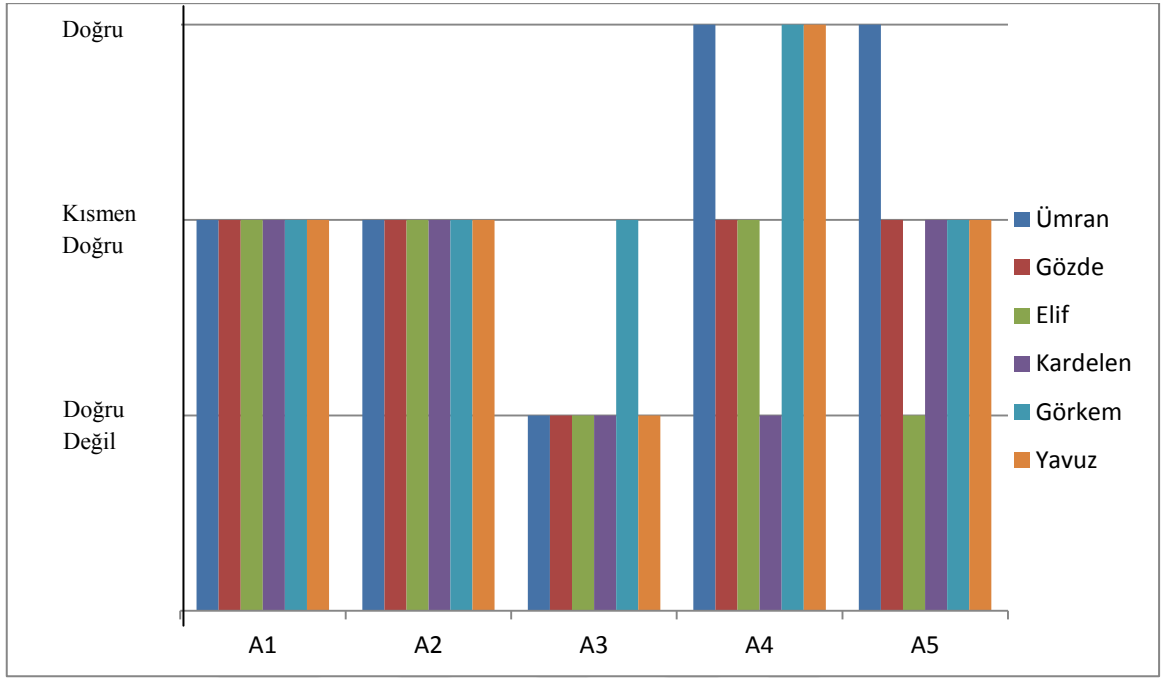
Doğruluk kriteri analiz tablolarında elde edilen veriler aşağıdaki sütun grafiklerinde gösterilmiştir:

Soru 1: Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır ?



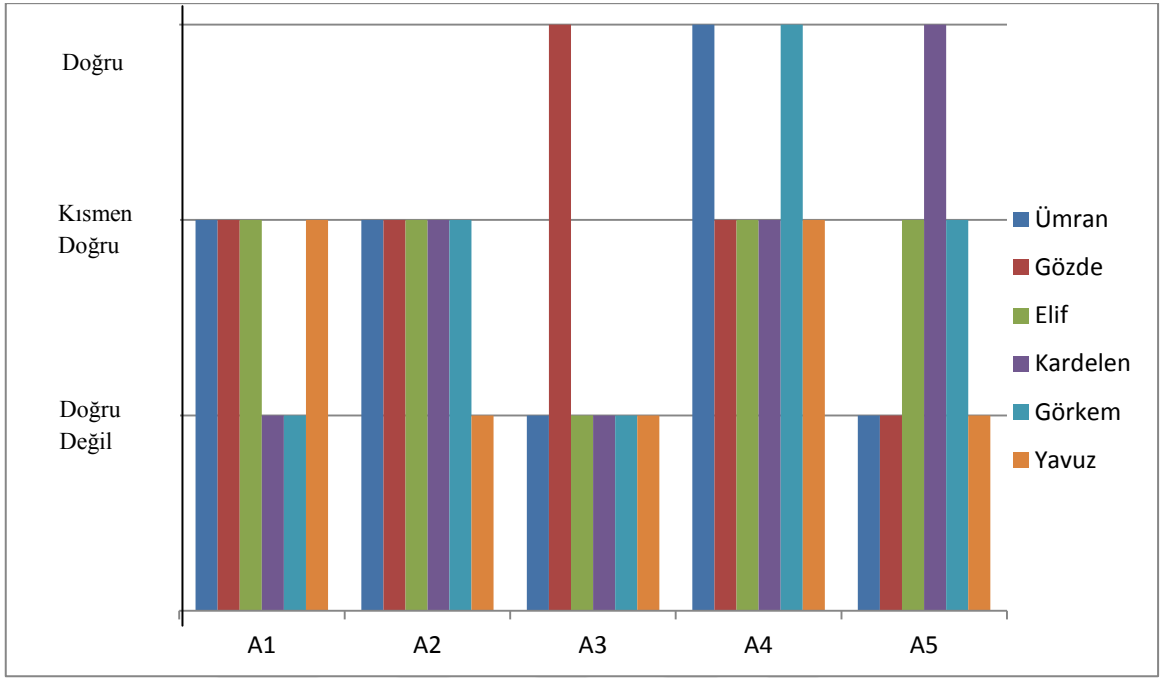
Yukarıdaki grafiğe bakıldığında en fazla doğru cevap verilen aşama “matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması”(A4)’dır. Ayrıca “problemi anlama” (A1) ve “değişkenleri seçme ve varsayımları kurma” (A2) aşamalarında da doğru cevap veren katılımcıların olduğu görülmektedir. En az doğru cevap oranı ise “matematiksel modelleri kurma” aşamasında bulunmaktadır.

Soru 2: Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?



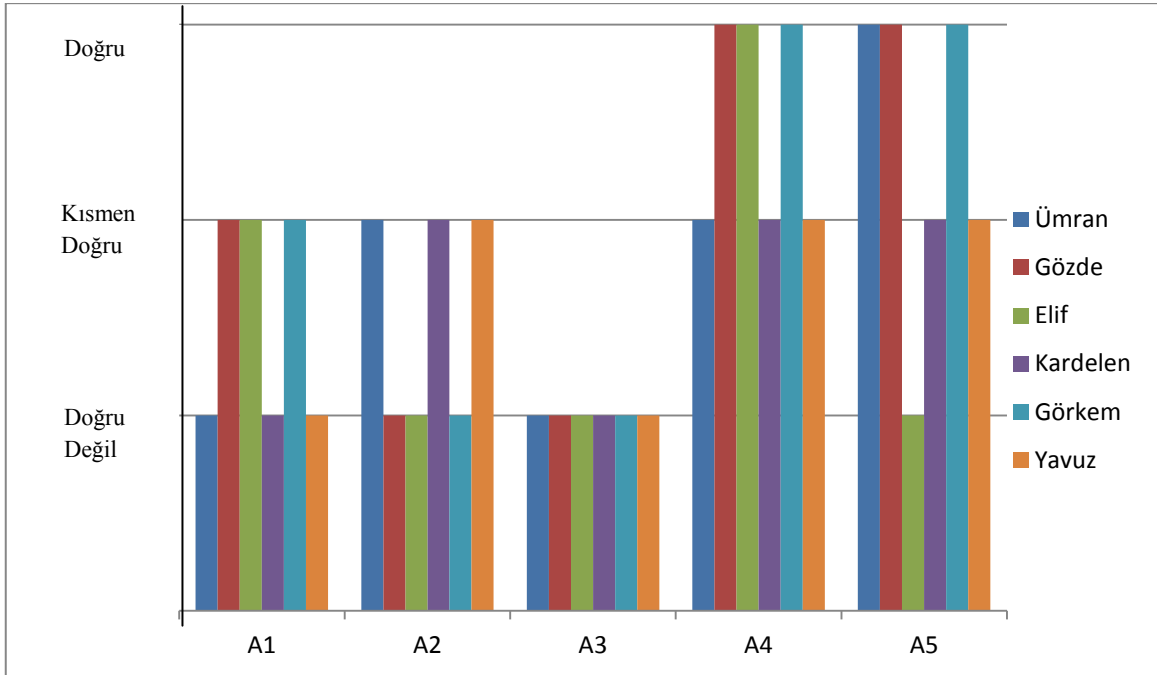
Grafiğe göre en fazla doğru cevap oranı, “matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması”(A4)’nda bulunmaktadır. “Çözümü yorumlama” (A5) aşaması da bir katılımcı tarafından doğru olarak gerçekleştirilmiştir. En az doğru cevap oranı ise “matematiksel modelleri kurma” aşamasında bulunmaktadır.

Soru 3: Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?



Grafiğe göre en fazla doğru cevap oranı, “matematikselsel çözümleri gerçekleştirme aşaması”(A4) ’nda bulunmaktadır. Ayrıca “matematikselsel modelleri kurma” ve “çözümleri yorumlama” aşamaları da birer katılımcı tarafından doğru olarak gerçekleştirilmiştir. En az doğru cevap oranı ise “matematikselsel modelleri kurma” aşamasında bulunmaktadır.

Soru 4: Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?



Son sorunun doğruluk analizine bakıldığında ise “matematiksel çözümü gerçekleştirme” ve “çözümü yorumlama” aşamalarında doğru cevap sayısının eşit olduğu görülmektedir. En az doğru cevap oranı ise yine “matematiksel modelleri kurma” aşamasında bulunmaktadır.

Erişebilirlik Analizi

Erişebilirlik kriterine göre öğretmen adaylarının Fermi problemlerinin çözümü sürecinde sergiledikleri davranışlar her bir soru için aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir. Söz konusu davranışlar; düşünerek cevaplama, hızlı cevaplama, düzelterek cevaplama ve cevaplama yok olarak dört gruba ayrılmıştır.

Ortak Soru: Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır ?

Tablo 16 : Ortak Soru Verilerinin Erişebilirlik Analizi

Matematiksel Modelleme Basamakları	Öğretmen adayları	Düşünme	Düzeltilme	Hızlı Cevaplama	Cevaplama Yok
A1	Ümran	✓			
A2				✓	
A3					✓
A4				✓	
A5					✓
A1	Gözde	✓			
A2				✓	
A3					✓
A4				✓	
A5					✓
A1	Elif			✓	
A2		✓			
A3					✓
A4				✓	
A5					✓
A1	Kardelen			✓	
A2		✓			
A3					✓
A4				✓	
A5					✓
A1	Görkem	✓			
A2			✓		
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Yavuz	✓			
A2			✓		
A3					✓
A4				✓	
A5					✓

Tablo 16'ya göre, katılımcılar ortak sorunun cevaplandırılması sürecinde en fazla “hızlı cevaplama” ve “cevaplama yok” davranışlarını göstermişlerdir. En az ise “düzeltilme” davranışına rastlanmaktadır.

Soru 2: Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?

Tablo 17 : 1. Soru Verilerinin Erişebilirlik Analizi

Matematiksel Modelleme Basamakları	Öğretmen adayları	Düşünme	Düzeltilme	Hızlı Cevaplama	Cevaplama Yok
A1	Ümran	✓			
A2		✓	✓		
A3					✓
A4		✓			
A5					✓
A1	Gözde	✓			
A2		✓			
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Elif	✓			
A2		✓	✓	✓	
A3					✓
A4				✓	
A5					✓
A1	Kardelen	✓			
A2		✓	✓		
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Görkem	✓			
A2		✓	✓		
A3		✓	✓		
A4		✓			
A5				✓	
A1	Yavuz	✓			
A2		✓	✓		
A3					✓
A4		✓			
A5				✓	

Tablo 17’ye göre, katılımcılar 1. sorunun cevaplandırılması sürecinde en fazla “*düşünme*” davranışını göstermişlerdir. En az ise “*düzeltilme*” davranışına rastlanmaktadır.

Soru 3: Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Tablo 18 : 2. Soru Verilerinin Erişebilirlik Analizi

Matematiksel Modelleme Basamakları	Öğretmen adayları	Düşünme	Düzeltilme	Hızlı Cevaplama	Cevaplama Yok
A1	Ümran			✓	
A2				✓	
A3					✓
A4			✓		
A5					✓
A1	Gözde	✓			
A2		✓	✓		
A3		✓			
A4		✓			
A5					✓
A1	Elif	✓			
A2		✓	✓		
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Kardelen	✓			
A2		✓	✓		
A3					✓
A4			✓		
A5				✓	
A1	Görkem	✓			
A2		✓			
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Yavuz	✓			
A2		✓			
A3					✓
A4		✓	✓		
A5					✓

Tablo 18'e göre, katılımcılar 2. sorunun cevaplandırılması sürecinde en fazla "düşünme" davranışını göstermişlerdir. En az ise "düzeltilme" davranışına rastlanmaktadır.

Soru 4: Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?

Tablo 19 : 3. Soru Verilerinin Erişebilirlik Analizi

Matematiksel Modelleme Basamakları	Öğretmen adayları	Düşünme	Düzeltilme	Hızlı Cevaplama	Cevaplama Yok
A1	Ümran			✓	
A2		✓	✓		
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Gözde	✓			
A2		✓			
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Elif	✓			
A2		✓	✓		
A3					✓
A4				✓	
A5					✓
A1	Kardelen	✓			
A2				✓	
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Görkem	✓			
A2				✓	
A3					✓
A4				✓	
A5				✓	
A1	Yavuz	✓			
A2		✓			
A3					✓
A4		✓	✓		
A5				✓	

Tablo 19'a göre, katılımcılar ortak sorunun cevaplandırılması sürecinde en fazla "hızlı cevaplama" davranışını göstermişlerdir. En az ise "düzeltilme" davranışına rastlanmaktadır.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

SONUÇLAR

Bu bölümde verilerin analizinden elde edilen sonuçlar, araştırmanın alt problemleri doğrultusunda ele alınacaktır. Ele alınan sonuçlar baz alınarak eğitimciler ve araştırmacılar için öneriler sunulacaktır.

1. Sınıf öğretmeni adaylarının problemi anlamadaki durumları ile ilgili sonuçlar

- a) “Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?” sorusundaki problemi anlama durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin problemi anlama aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre 1., 2., 3. ve 4. sorular için öğretmen adaylarının; “*problemden isteneni yazma*” ve “*eksik olduğu düşünülen bilgi varsa belirtme ya da sorma*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarından Gözde ve Yavuz bu aşamayı “doğru”; Ümran, Elif, Kardelen ve Görkem ise “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran, Gözde, Görkem ve Yavuz çözülen Fermi probleminin problemi anlama aşamasında “düşünme” davranışını, Elif ve Kardelen ise “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

- b) “Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?” sorusundaki problemi anlama durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin problemi anlama aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının tümü bu aşamayı “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarının tümü “düşünme” davranışını göstermiştir.

- c) “Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?” sorusundaki problemi anlama durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin problemi anlama aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarından Ümran, Gözde, Elif ve Yavuz bu aşamayı “kısmen doğru” ; Kardelen ve Görkem ise “doğru değil” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik kriterine göre ise öğretmen adaylarından Gözde, Elif, Kardelen, Görkem ve Yavuz “düşünme” ; Ümran ise “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

- d) “Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?” sorusundaki problemi anlama ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin problemi anlama aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarından Gözde, Elif ve Görkem bu aşamayı “kısmen doğru” ; Ümran, Kardelen ve Yavuz ise “doğru değil” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik kriterine göre ise öğretmen adaylarından Gözde, Elif, Kardelen, Görkem ve Yavuz “düşünme” ; Ümran ise “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

2. Sınıf öğretmeni adaylarının değişkenleri seçme ve varsayımları kurma durumları ile ilgili sonuçlar

- a) “Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?” sorusundaki değişkenleri seçme ve varsayımları kurma durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin değişkenleri seçme ve varsayımları kurma aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının “*okulda bulunan öğrenci sayısı ile ilgili varsayımda bulunma*”, “*kantinde satılan yiyecek ve içecek fiyatları ile ilgili varsayımda bulunma*” ve “*kantinden yapılan alışveriş sıklığı ile ilgili varsayımda bulunma*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarından Ümran bu aşamayı “doğru”; Gözde, Elif, Görkem, Yavuz “kısmen doğru”; Kardelen ise “doğru değil” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran ve Gözde “hızlı cevaplama”; Elif ve Kardelen “düşünme”; Görkem ve Yavuz ise “düzeltme” davranışını göstermiştir.

- b) “Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?” sorusundaki değişkenleri seçme ve varsayımları kurma durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin değişkenleri seçme ve varsayımları kurma aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının “*evde yaşayan birey sayısını belirtme*”, “*tüketilen suyun hangi amaçlara yönelik kullanıldığına ilişkin varsayım yapma*”, “*evde yaşayan bireylerin evde bulunduğu günlere ve sürelerle ilişkin varsayım yapma*” ve “*evde bulunan bireylerin hangisinin ne kadar su tükettiğine ilişkin varsayım yapma*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının tümü bu aşamayı “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Gözde “düşünme”; Ümran, Kardelen, Görkem ve Yavuz “düşünme” ve “düzeltme”; Elif ise “düşünme”, “düzeltme” ve “hızlı cevaplama” davranışlarını göstermiştir.

- c) “Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?” sorusundaki değişkenleri seçme ve varsayımları kurma durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin değişkenleri seçme ve varsayımları kurma aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının “*yılın hangi zamanlarının evde geçirildiği ile ilgili varsayımda bulunma*”, “*düzenli olarak gidilen yerlerin çıkış noktasına olan uzaklığı ile ilgili varsayımda bulunma*”, “*hangi zamanlarda ne kadar mesafe yürüdüğü ile ilgili varsayımda bulunma*” ve “*gidilen yerlerde (okul, iş, kurs, sinema, tiyatro) yürünen mesafe ile ilgili varsayımda bulunma*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının tümü bu aşamayı “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran “hızlı cevaplama”; Görkem ve Yavuz “düşünme”; Gözde, Elif ve Kardelen ise “düşünme” ve “düzeltme” davranışlarını göstermiştir.

- c) “Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?” sorusundaki değişkenleri seçme ve varsayımları kurma durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin değişkenleri seçme ve varsayımları kurma aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının “*ailede yaşayan birey sayısını belirtme*”, “*evin hangi bölümlerinde kaç kg çöp biriktiği ile ilgili varsayımda bulunma*”, “*yılın hangi günlerinde (özel günler, kutlamalar, toplantılar) daha fazla çöp biriktiği ile ilgili varsayımda bulunma*” ve “*ailenin bir yıl içinde evde bulunmama süresi ile ilgili varsayımda bulunma*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarından Ümran, Kardelen ve Yavuz bu aşamayı “kısmen doğru” ; Gözde, Elif ve Görkem ise “doğru değil” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından; Gözde ve Yavuz “düşünme”; Kardelen ve Görkem “hızlı cevaplama”; Ümran ve Elif ise “düşünme” ve “düzeltme” davranışlarını göstermiştir.

3. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleri kurma durumları ile ilgili sonuçlar

- a) “Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?” sorusundaki matematiksel modelleri kurma durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin matematiksel modelleri kurma aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının “*ortalama kaç öğrencinin alışveriş yaptığını gösteren bir şekil çizme*” ve “*günün hangi saatlerinde kantinden alışveriş yapıldığını gösteren bir şekil çizme*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının tümü bu aşamayı “doğru değil” olarak gerçekleştirmiştir. Bu aşama, erişebilirlik analizine göre ise “cevaplama yok” davranışını karşılamaktadır.

- b) “Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?” sorusundaki matematiksel modelleri kurma durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin matematiksel modelleri kurma aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının “*bir haftada tüketilen su miktarının günlere göre dağılımını*

gösteren bir şekil çizme” ve “su tüketim miktarının suyun kullanım amaçlarına göre dağılımını gösteren bir şekil çizme” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarından Ümran, Gözde, Elif, Kardelen ve Yavuz bu aşamayı “doğru değil”; Görkem ise “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Bu aşamada Ümran, Gözde, Elif, Kardelen ve Yavuz’un verileri erişebilirlik analizine göre “cevaplama yok” davranışını karşılamaktadır. Görkem ise erişebilirlik analizine göre “düşünme” ve “düzeltme” davranışlarını göstermiştir.

- c) “Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?” sorusundaki matematiksel modelleri kurma durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin matematiksel modelleri kurma aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının “*bir yılın hangi dönemlerinde ne kadar mesafe yürüdüğü ile ilgili şekil çizme*” ve “*bir yılın hangi günlerinde evde bulunduğu ile ilgili şekil çizme*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarından Ümran, Elif, Kardelen, Görkem ve Yavuz bu aşamayı “doğru değil”; Gözde ise “doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Bu aşamada Ümran, Elif, Kardelen, Görkem ve Yavuz’un verileri erişebilirlik analizine göre “cevaplama yok” davranışını karşılamaktadır. Gözde ise erişebilirlik analizine göre “düşünme” davranışını göstermiştir.

- d) “Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?” sorusundaki matematiksel modelleri kurma durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin matematiksel modelleri kurma aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarının “*biriken çöpün aylara göre değişimini gösteren bir şekil çizme*” ve “*evin hangi bölümlerinde ne kadar çöp biriktiği ile ilgili şekil çizme*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının tümü bu aşamayı “doğru değil” olarak gerçekleştirmiştir. Bu aşama, erişebilirlik analizine göre ise “cevaplama yok” davranışını karşılamaktadır.

4. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel çözümü gerçekleştirme durumları ile ilgili sonuçlar

- a) “Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?” sorusundaki matematiksel çözümü gerçekleştirme durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre 1., 2., 3. ve 4. sorular için öğretmen adaylarının; “*tüm varsayımları birleştirerek matematiksel işlem yapma*”, “*yapılan işlemleri yazılı olarak gösterme*” ve “*hatasız işlem yapma*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarından Gözde ve Elif bu aşamayı “kısmen doğru”; Ümran, Kardelen, Görkem ve Yavuz ise “doğru” olarak gerçekleştirmiştir. Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarının tümü “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

- b) “Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?” sorusundaki matematiksel çözümü gerçekleştirme durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarından Ümran, Görkem ve Yavuz bu aşamayı “doğru”; Gözde ve Elif “kısmen doğru”; Kardelen, ise “doğru değil” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran, Görkem ve Yavuz “düşünme”; Gözde, Elif ve Kardelen ise “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

- c) “Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?” sorusundaki matematiksel çözümü gerçekleştirme durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarından Ümran ve Görkem bu aşamayı “doğru”; Gözde, Elif, Kardelen ve Yavuz ise “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran “düzeltme”; Gözde ve Kardelen “düşünme”; Elif ve Görkem “hızlı cevaplama”; Yavuz ise “düşünme” ve “düzeltme” davranışlarını göstermiştir.

- d) “Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?” sorusundaki matematiksel çözümü gerçekleştirme durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin matematiksel çözümü gerçekleştirme aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarından Ümran Kardelen ve Yavuz bu aşamayı “kısmen doğru”; Gözde, Elif ve Görkem ise “doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran, Gözde, Elif, Kardelen ve Görkem “hızlı cevaplama”; Yavuz ise “düşünme” ve “düzeltme” davranışlarını göstermiştir.

5. Sınıf öğretmeni adaylarının çözümü yorumlama durumları ile ilgili sonuçlar

- a) “Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?” sorusundaki çözümü yorumlama durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin çözümü yorumlama aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre 1., 2., 3. ve 4. sorular için öğretmen adaylarının; “*çözüme nasıl ulaşıldığını açıklama*” ve “*sonuçları kelimelerle ifade etme*” kritik özelliklerini gerçekleştirmesi beklenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarından Ümran, Gözde, Elif, Kardelen ve Yavuz bu aşamayı “doğru değil” ; Görkem ise “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran, Gözde, Elif, Kardelen ve Yavuz’un bu aşaması “cevaplama yok” olarak betimlenmektedir. Görkem ise bu aşamada “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

- b) “Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?” sorusundaki çözümleri yorumlama durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin çözümleri yorumlama aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarından Ümran, “doğru”; Elif, “doğru değil”; Gözde, Kardelen, Görkem ve Yavuz bu aşamayı “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran ve Elif’in bu aşaması “cevaplama yok” olarak betimlenmektedir. Gözde, Kardelen, Görkem ve Yavuz ise bu aşamada “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

- c) “Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?” sorusundaki çözümleri yorumlama durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin çözümleri yorumlama aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarından Kardelen “doğru”; Ümran, Gözde ve Yavuz “doğru değil”; Elif ve Görkem ise bu aşamayı “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Ümran, Gözde ve Yavuz’un bu aşaması “cevaplama yok” olarak betimlenmektedir. Elif, Kardelen ve Görkem ise bu aşamada “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

- d) “Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?” sorusundaki çözümleri yorumlama durumları ile ilgili sonuçlar;

Sorulan Fermi probleminin çözüm sürecinde matematiksel modellemenin çözümleri yorumlama aşaması ile ilgili yapılan doğruluk analizine göre öğretmen adaylarından Ümran, Gözde ve Görkem “doğru”; Elif “doğru değil”; Kardelen ve Yavuz ise bu aşamayı “kısmen doğru” olarak gerçekleştirmiştir.

Yapılan erişebilirlik analizine göre ise öğretmen adaylarından Elif’in bu aşaması “cevaplama yok” olarak betimlenmektedir. Ümran, Gözde, Kardelen, Görkem ve Yavuz ise bu aşamada “hızlı cevaplama” davranışını göstermiştir.

Elde edilen bulgular, analizler ve sonuçlar incelendiğinde şunlar söylenebilir; Çalışmanın pilot uygulama sürecinde, öğretmen adaylarının ilk çözdükleri Fermi

probleminin sonrasında elde edilen bulgulara göre matematiksel modelleme aşamaları; toplamda 1 kez “doğru”, 4 kez “kısmen doğru” ve 10 kez “doğru değil” olarak gerçekleştirilmiştir. Sonrasında araştırmacı, öğretmen adayları ile birlikte soruyu çözmüş ve adaylara başka bir zaman diliminde araştırmanın veri toplama sürecinde bahsedilen diğer Fermi problemlerini yöneltmiştir. Bu problem çözümlerinden elde edilen bulgulara göre ise “doğru” ve “kısmen doğru” olarak cevap verilen matematiksel modelleme aşamalarında artış görülmüştür. İncelenen sonuçlara göre öğretmen adaylarının, sorunun araştırmacı tarafından çözülmesinden önce matematiksel modellemenin tüm aşamalarında beklenenleri gerçekleştiremedikleri gözlemlenmiştir. Bu durumda öğretmen adaylarının gerçek hayat problemlerine aşina olmadıkları söylenebilir.

Pilot uygulamanın akabinde yapılan uygulamada 6 öğretmen adayına sorulan Fermi problemlerinden elde edilen verilere göre öğretmen adaylarının problemi anlama aşamasına verdiği cevapların %70’i kısmen doğrudur ve bu aşamada %83 düşünme davranışı gözlemlenmiştir. Değişkenleri seçme ve varsayımları kurma aşamasında verilen cevapların %83’ü kısmen doğrudur ve %70 düşünme davranışı görülmektedir. Matematiksel model kurma aşamasında verilen cevapların %91’i doğru değildir ve %91 cevaplama yok davranışını karşılamaktadır. Matematiksel çözümü gerçekleştirme aşamasında verilen cevapların %50’si doğru, %45’i ise kısmen doğrudur. Bu aşamada %62 hızlı cevaplama davranışı gözlemlenmiştir. Çözümü yorumlama aşamasında verilen cevapların ise %54’ü doğru değildir ve %54 cevaplama yok davranışını karşılamaktadır.

Elde edilen veriler doğrultusunda doğruluk kriterine göre en fazla doğru cevap oranı “değişkenleri seçme ve varsayımları kurma” aşamasında, en az doğru cevap oranı ise “matematiksel modelleri kurma” aşamasında görülmektedir. Ayrıca Fermi problemlerinin çözümü sırasında erişebilirlik kriterine göre en fazla “cevaplama yok” davranışı görülmektedir. En az ise düzeltme davranışına rastlanmaktadır.

Bu bilgilerden yola çıkarak öğretmen adaylarının çözdükleri Fermi problemlerini somutlaştırmayı ve bir modelleme yapmayı genellikle tercih etmedikleri söylenebilir. Ayrıca varsayım oluşturma hususunda çoğunlukla başarılı oldukları görülmüştür. Bunların yanı sıra, doğruluk kriterinin önceden belirlenmiş “problemd

isteneni yazma” ve “çözümüne nasıl ulaşıldığını açıklama” kritik özellikleri ise, matematiksel model oluşturma aşamasından sonra en az başarılı oldukları hususlardır.

Öğretmen adaylarının doğru ya da kısmen doğru cevapladığı aşamalarda gösterdikleri düşünme, düzeltme ve hızlı cevaplama davranışlarının, doğru cevaplama durumları ile ilgisi olmadığı gözlemlenmiştir. Başka bir ifadeyle, öğretmen adayının cevaplama esnasında düşünme, düzeltme yapması ya da hızlı cevaplama, matematiksel modelleme aşamasını doğru bir şekilde gerçekleştirdiğini ifade etmemektedir.

Bunların yanında, öğretmen adaylarının lisans kademesinde gördüğü matematik derslerindeki başarı durumları ile matematiksel modellemedeki başarı durumları arasında bir ilişki olmadığı gözlemlenmiştir. Matematik derslerinden başarı ortalaması en yüksek olan öğretmen adayı Ümran, yapılan tüm matematiksel modelleme aşamalarında toplamda 6 doğru cevap verirken; matematik derslerinden başarı ortalaması en düşük olan öğretmen adayı Görkem ise toplamda 5 doğru cevap vermiştir. Dolayısıyla matematiksel modellemenin matematik derslerindeki başarı ile değil, problemi gerçek hayatla ilişkilendirme becerisi ile ilgili olduğu söylenebilir.

Ayrıca, bu araştırma sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme aşamalarından model oluşturma durumlarında başarısız olduklarını, yani problem çözerken şekil, grafik, nesne gibi modeller oluşturmaya gitmediklerini ortaya koymaktadır.

ÖNERİLER

Araştırmanın verilerinden elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarına ve ilköğretim kademesinde matematik eğitimi yapan öğretmenlere öneri olarak şunlar söylenebilir:

- Problemi anlama becerisinin geliştirilmesi amacıyla “problemde istenileni yazma” etkinliklerine ağırlık verilmelidir.
- Problem çözerken gerçek hayat problemleri kullanılmalı, Fermi problemleri üzerinden varsayım yapma becerisi geliştirilmelidir.
- Öğrencilerin problem çözümü sırasında nesne, resim, şekil, grafik, benzetim gibi modeller kullanmaları sağlanmalıdır.

- Problem çözerken yapılan işlem hataları dört işlem becerisinin yeterli olmadığını göstermektedir. Bu durumda ilköğretimde dört işlem becerisine daha fazla özen gösterilmeli, bu konu üzerinde daha fazla etkinlik ve alıştırmalar yapılmalıdır.
- Öğrencilerin problemi çözdükten sonra nasıl çözdükleri ve buldukları değerlerin neyi ifade ettiğini belirten açıklamalarına yer verilmeli, çözümün sonucunda neyi bulduğunun bilincinde olmasını sağlayacak yaşantılar edindirilmelidir.
- Öğretmenlerin, problem çözme etkinliklerinde gerçek hayat problemlerine ve model kullanımına daha fazla yer vermeleri gerekmektedir.

Ayrıca matematiksel modelleme becerisinin geliştirilmesi, matematik ile gerçek dünya arasında bağlantı kurulabilmesi için eğitim fakültelerinin tüm programlarına “matematiksel modelleme” dersinin eklenmesinin son derece önemli olduğu söylenebilir. Ülkemizde birkaç üniversitede bu uygulamaya geçilmiş olsa da tüm üniversitelerde söz konusu uygulamanın yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Matematiksel modellemeyi konu alan araştırmalar incelendiğinde genellikle matematiksel modelleme becerisini ortaya çıkarmak için “kapalı uçlu sorular”, yani tek bir doğru cevabı olan ve matematiksel işlemler ile sonuca ulaşılabilecek, yoruma kapalı soru tiplerinin tercih edildiği görülmektedir. Bu sebeple yapılacak olan çalışmalara yönelik olarak araştırmacılar için, matematiksel modellemeyi ele alırken cevabı kişiye göre değişkenlik gösteren, yoruma açık, günlük hayatın içinden olan, gerçek hayat problemlerinin kullanılması, bu problemler üzerinden matematiksel modelleme beceri ve durumlarının ortaya çıkarılacağı araştırmalar yapılması önerilmektedir.

Yapılacak olan araştırmalara öneri olarak söylenebilecek bir diğer husus da, matematik öğretmen adayları ile çalışılması ve bu çalışmanın veri toplama sürecinde rutin olmayan problemler kullanılmasıdır. Özellikle matematiksel modelleme derslerinin lisans müfredatına eklendiği bazı eğitim fakültelerinde bu alanda bir çalışmanın yapılması önerilebilir.

BÖLÜM VI

TARTIŞMA

Sınıf öğretmeni adaylarının Fermi problemleri kullanarak matematiksel modelleme süreçlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan bu çalışmada, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme konusunda yeterli düzeyde başarılı olamadıkları gözlenmiştir. Literatürde matematiksel modelleme becerilerini konu alan araştırmalar incelendiğinde sonuçları bu çalışma ile paralellik gösteren birçok araştırmanın yer aldığı görülmektedir.

Ural (2014), Hıdıroğlu, Dede, Kula, Güzel (2014) ve Kertil (2008)'in matematiksel modelleme becerileri üzerine yapmış oldukları araştırmaların sonuçlarına göre katılımcıların matematiksel modelleme konusunda başarısız oldukları ortaya çıkmıştır. Söz konusu araştırmalar, çalışmamızın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Eric, Down, Wanty ve Seto (2012)'nin çalışmasında da ilkökul öğrencilerinin matematiksel modelleme becerileri üzerine çalışılmış ve öğrencilerin başarı durumlarının düşük olduğu yönünde sonuçlar ortaya çıkmıştır. Yurt dışında yapılan bu araştırmanın da çalışmamızın sonuçları ile paralellik gösterdiği söylenebilir.

Bal ve Doğanay (2014), Ciltaş ve Işık (2013), Keskin (2008) ve Peter-Koop (2010)'un çalışmaları ise araştırmamızın süreci ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmaların veri toplama sürecinde uygulama öncesi katılımcıların matematiksel modelleme yapamadıkları görülmüş fakat araştırmacıların katılımcılar ile birlikte yapmış oldukları uygulama sonrasında matematiksel modelleme başarısında artış gözlenmiştir.

Ärlebäck (2009)'ın çalışmasında ise ortaöğretim seviyesinin üstündeki öğrencilerle çalışılmış ve elde edilen bulgularda matematiksel modellemelere oldukça sık rastlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin problem çözümü sırasında ekstra bilgiye ihtiyaç duydukları gözlenmiştir. Ärlebäck (2009)'ın çalışma sonuçlarına göre öğrencilerin matematiksel modellemeye sıklıkla başvurmuş olmaları, çalışmamızın sonuçlarıyla farklılık göstermektedir.

Görüldüğü gibi literatürde yer alan matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalarda öğretmen adaylarının da öğrencilerin de matematiksel modelleme konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığı ve beceri düzeylerinin düşük olduğu sonuçlarına rastlanmaktadır. Bu durum öğrenenim kademelerinin tümünde aşamalı olarak matematiksel modellemeye verilen önemin artması gerektiğini düşündürmektedir.

KAYNAKÇA

- A. Peter-Koop. (2009). Teaching and Understanding Mathematical Modelling Through Fermi-Problem. In B. Clarke, B. Grevholm, R. Millman (Ed.). *Tasks in Primary Mathematics Teacher Education* (pp. 131–146). New York (NY), USA: Springer.
- Akay, H., Soybaş, D., Argün Z. (2006). Problem Kurma Deneyimleri ve Matematik Öğretiminde Açık-Uçlu Soruların Kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 129-146.
- Akgün, L., Ciltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z. ve Işık, A. (2013). İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme İle İlgili Farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 1-33.
- Altun, M. ve Arslan, Ç. (2006). İlköğretim Öğrencilerinin Problem Çözme Stratejilerini Öğrenmeleri Üzerine Bir Çalışma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 1-21.
- Altun, M., Dönmez, N., İnan, H., Taner ve Özdilek, Z. (2001). Altı yaş grubu çocukların problem çözme stratejileri ve bunlarla ilgili öğretmen ve müfettiş algıları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 211–230.
- Ärlebäck, J.B. (2009). On The Use Of Realistic Fermi Problems For Introducing Mathematical Modelling In School. *The Mathematics Enthusiast*, 6(3), 330-364.
- Aydın, H. (2008). *İngiltere’de Öğrenim Gören Öğrencilerin Ve Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Kullanımına Yönelik Fenomenografik Bir Çalışma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bal A.P., Doğanay A. (2014). Sınıf Öğretmenliği Adaylarının Matematiksel Modelleme Sürecini Anlamalarını Geliştirmeye Yönelik Bir Eylem Araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14, 1363-1384.
- Baykul, Y. (2002). *İlköğretimde Matematik Öğretimi (6-8. Sınıflar İçin)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Berry, J. ve Houston, K. (1995). *Mathematical Modelling*. Elsevier Ltd.: Oxford.
- Biccard, P. ve Wessels, D. (2011). Development Of Affective Modelling Competencies In Primary School Learners. *Pythagoras*, 32(1), 9-20.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education – Discussion Document. *ZDM*, 34 (5), 229-239.

- Blum, W. ve Niss, M. (1989). Applied Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links To Other Subjects- State, Trends and Issues In Mathematic Instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 37-68.
- Bukova Güzel, E. ve Uğurel, I. (2010). Matematik Öğretmen Adaylarının Analiz Dersi Akademik Başarıları İle Matematiksel Modelleme Yaklaşımları Arasındaki İlişki. *Omü Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 69-90.
- Cankoy, O. ve Darbaz, S. (2010). Problem Kurma Temelli Problem Çözme Öğretiminin Problemi Anlama Başarısına Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 11-24.
- Charles, R., Lester, F., O'Daffer, P. (1997). *How To Evaluate Progress In Problem Solving*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. United States of America.
- Ciltaş, A. ve Işık, A. (2013). Matematiksel Modelleme Yoluyla Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Becerileri Üzerine Etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1177-1194.
- Dede, Y. ve Yaman, S. (2008). Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Problem Kurma Ve Problem Çözme Becerilerinin Belirlenmesi. *Eurasian Journal of Educational Research*, 18, 236-252.
- Demircioğlu, G. (2011). Geçerlik ve Güvenirlik. Karip, E. (Ed). *Ölçme ve Değerlendirme (s. 90- 121)*. Pegem Akademi: Ankara.
- Deniz, D. ve Akgün, L. (2014). Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yönteminin Sınıf İçi Uygulamalarına Yönelik Görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 103-116.
- 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, DOI: 10.1080/0950069970190302.
- Doruk, B.K. (2010). *Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Doruk, B.K. (2011). İletişim Becerisinin Gelişimi İçin Etkili Bir Araç: Matematiksel Modelleme Etkinlikleri. *MED*, 1, 1-12.
- Doruk, B.K. ve Umay, A. (2011). Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 124-135.

- Erarslan, 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, C., Alacacı, C., Baş, S. (2014). Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Temel Kavramlar ve Farklı Yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Eric, C.C.M., Dawn, N.K.E., Wanty, W., Seto, C. (2012). Assessment Of Primary 5 Students' Mathematical Modelling Competencies. *Journal Of Science and Mathematics Education In Southeast Asia*, 35(2), 146-178.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim Matematik Öğretim Programındaki Yenilikler- I: Amaç, İçerik ve Kazanımlar. *İlköğretim Online*, 5(1), 30-44.
- Gelbal, S. (1991). Problem Çözme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6, 167-173.
- Gökbulut, Y. (2006, 14-16 Nisan). *Sınıf Öğretmenliği Adaylarının Fermi Problemlerindeki Matematiksel Modelleme Becerileri*. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Kongresi'nde sunuldu, Ankara.
- Gravemeijer, K. (1997). Commentary Solving Word Problems: A Case Of Modelling? *Learning and Instruction*, 7(4), 389-397.
- Greer, B. (1997). Modelling Reality in Mathematics Classrooms: The Case of Word Problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 293-307.
- Grouws, D.A. (1993, 4-8 Ekim). *Critical Issues In Problem Solving Instruction In mathematics*. Proceedings Of The China Japan U.S. Seminar On Mathematical Education. China.
- Gürer, C., Dolu, O., Demir, S. , Köksal, T. (2009). Kavram Oluşturma ve Ölçüm. Böke, K. (Ed.). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*(s.61-102). Alfa Yayıncılık: İstanbul.
- Haines, C.R. ve Crouch, R.M. (2007). Mathematical Modelling and Applications: Ability and Competence Frameworks. Blum, W., Galbraith, P.L., Henn, H-W. ve Niss, M. *Modelling and Applications in Mathematics Education*. New York, Springer, 417-424.
- Hickman, F.R. (1985). Didactic and pragmatic approaches to Mathematical Modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 17(6),733-747, DOI: 10.1080/0020739860170608.

- Hıdıroğlu, .N. (2012). *Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modelleme Problemlerinin özüm Süreçlerinin Analiz Edilmesi: Yaklaşım ve Düşünme Süreçleri Üzerine Bir Açıklama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hıdıroğlu, .N., Tekin Dede, A., Kula, S. ve Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin Kuyruklu Yıldız Problemi'ne İlişkin özüm Yaklaşımlarının Matematiksel Modelleme Süreci Çerçevesinde İncelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-17.
- Ildırı, A. (2009). *İlköğretim Beşinci Sınıf Matematik Ders Kitabında ve Öğrenci Çalışma Kitabında Yer Alan Problemlerin İncelenmesi ve Bu Problemlere İlişkin Öğretmen Görüşlerinin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Ildırı, A. (2009). *İlköğretim Beşinci Sınıf Matematik Ders Kitabında ve Öğrenci Çalışma Kitabında Yer Alan Problemlerin İncelenmesi ve Bu Problemlere İlişkin Öğretmen Görüşlerinin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Kapur, J.N. (1982). The art of teaching the art of mathematical modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 13(2), 185-192, DOI:10.1080/0020739820130210.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Nobel yayıncılık: Ankara
- Kayan, F. ve akıroğlu, E. (2008). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Problem özmeye Yönelik İnançları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 218-226.
- Kertil, M. (2008). *Matematik Öğretmen Adaylarının Problem özme Becerilerinin Modelleme Sürecinde İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Keskin, Ö.Ö. (2008). *Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç, D. ve Samancı, O. (2005). İlköğretim Okullarında Okutulan Sosyal Bilgiler Dersinde Problem özme Yönteminin Kullanılışı. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 100-112.

- Kirk, J. ve Miller, M.L. (1986). *Reliability And Validity In Qualitative Research*. Sage Publication, Inc: London.
- Lamberts, K. (2005). Mathematical Modelling Of Cognition. In Lamberts, K. & Goldstone, R.L. (Ed.). *Handbook Of Cognition* (pp. 407-421). Sage Publications: London.
- Lesh, R. ve Doerr, H.M. (2003). Foundations of A Models and Modelling Perspective on Mathematics Teaching, Learning, and Problem Solving. In R. Lesh & H. M. Doerr (Ed.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*(pp. 3-34). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- MEB (2015). *İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı (1, 2, 3 ve 4. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- MEB (2015). *İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı 1-4. Sınıflar*. Milli Eğitim Bakanlığı: Ankara.
- MEB (2015). *Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı 9-12. Sınıflar*. Milli Eğitim Bakanlığı: Ankara.
- MEB (2015). *Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı 5-8. Sınıflar*. Milli Eğitim Bakanlığı: Ankara.
- Meyer, W.J. (1984). *Concepts of Mathematical Modelling*. Dover Publications: Mineola, New York.
- Mousoulides, N., Sriraman, B., Christou, C. (2007). From Problem Solving To Modelling The Emergence Of Models Of Modelling Perspectives. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 12(1), 23–47.
- Olkun, S. ve Toluk Uçar, Z. (2007). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. Ankara: Maya Akademi.
- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın F.T., Gülbağcı, H. (2009). Modelleme Yoluyla Problem Çözme ve Genelleme: İlköğretim Öğrencileriyle Bir Çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65-72.
- Özsoy, G. (2005). Problem Çözme Becerisi ile Matematik Başarısı Arasındaki İlişki. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 179-190.
- Pesen, C. (2008). *Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımına Göre Matematik Öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Peter- Koop, A. (2005). Fermi Problems in Primary Mathematics Classrooms. *APMC*, 10(1), 1-8.

- Polya, G. (1973). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Rubin, H. J. ve Rubin, I. S. (2012). *Qualitative Interviewing: The Art Of Hearing Data* (Third Edition). Sage Publications: London.
- Senemoğlu, N. (2003). *Gelişim, Öğrenme ve Öğretim*. Gazi Kitabevi: Ankara.
- Skovmose, O. (1994). *Towards A Philosophy Of Critical Mathematics Education*. Springer-Science + Business Media, B.V. :Aalborg.
- Soylu, Y. ve Soylu, C. (2006). Matematik Derslerinde Başarıya Giden Yolda Problem Çözmenin Rolü. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 97-111.
- Spanier, J. (1992). Modelling-A Personal Viewpoint. *Mathematics Computer Modelling*, 16(5), 147-149.
- Stark, R.M. ve Nicholls, R.L. (2005). *Mathematical Foundations For Design*. Dover Publications: Mineola, New York.
- Swan, M., Turner, R., Yoon, C., ve Muller, E. (2007). The roles of modelling in learning mathematics. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Ed.), *Modelling and applications in mathematics education*. (pp. 275-284). New York: Springer.
- Taşova, H. İ. ve Delice, A. (2012, 27-30 Haziran). *Modelleme etkinliği sürecine düşünme yapılarının etkisi; kaset problemi*. X.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunuldu, Niğde.
- Tekin Dede, A. ve Bukova Güzel, E. (2013). Matematik Öğretmenlerinin Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreçlerinin İncelenmesi: Obezite Problemi. *İlköğretim Online*, 12(4), 1100-1119.
- Umay, A. (2003). Matematiksel Muhakeme Yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 234-243.
- Ural, A. (2014). Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerilerinin İncelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 110-141.
- Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Vaerenberg, G.V., Bogaerts, H., Ratinckx, E. (1999). Learning To Solve Mathematical Application Problems: A Design Experiment With Fifth Graders. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(3), 195- 229.
- Wicklegren, W.A. (1974). *How To Solve Mathematical Problems*. Dover Publications: New York.

- Yazgan, Y. ve Bintaş, J. (2005). İlköğretim Dördüncü ve Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Stratejilerini Kullanabilme Düzeyleri: Bir Öğretim Deneyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 210-218.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yin, R.K. (1984). *Case Study Research Design and Methods (Second Edition)*. Sage Publications: London.
- Yücel, C., Karadağ, E. ve Turan, S. (2013). TIMSS 2011 Ulusal Ön Değerlendirme Raporu. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitimde Politika Analizi Raporlar Serisi I*, Şubat, 1-38.



EKLER

EK 1: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (Ortak Soru)

Değerli katılımcı,

Aşağıda bulunan problemi, belirleyeceğiniz her hangi bir yolla çözünüz. Problem sorusunun anlaşılması hususunda problem ile ilgili ek bilgiye ihtiyaç duyduğunuzda araştırmacıdan yardım almanız mümkündür.

Katılımınız için teşekkür ederim.

Arş. Gör. Sinem YANBIYIK

Problem:

Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır ?

Çözüm:

EK 2: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (1. Soru)

Değerli katılımcı,

Aşağıda bulunan problemi, belirleyeceğiniz her hangi bir yolla çözünüz. Problem sorusunun anlaşılması hususunda problem ile ilgili ek bilgiye ihtiyaç duyduğunuzda araştırmacıdan yardım almanız mümkündür.

Katılımınız için teşekkür ederim.

Arş. Gör. Sinem YANBIYIK

Problem:

Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır ?

Çözüm:

EK 3: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (2. Soru)

Değerli katılımcı,

Aşağıda bulunan problemi, belirleyeceğiniz her hangi bir yolla çözünüz. Problem sorusunun anlaşılması hususunda problem ile ilgili ek bilgiye ihtiyaç duyduğunuzda araştırmacıdan yardım almanız mümkündür.

Katılımınız için teşekkür ederim.

Arş. Gör. Sinem YANBIYIK

Problem:

Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır ?

Çözüm:

EK 4: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (3. Soru)

Değerli katılımcı,

Aşağıda bulunan problemi, belirleyeceğiniz her hangi bir yolla çözünüz. Problem sorusunun anlaşılması hususunda problem ile ilgili ek bilgiye ihtiyaç duyduğunuzda araştırmacıdan yardım almanız mümkündür.

Katılımınız için teşekkür ederim.

Arş. Gör. Sinem YANBIYIK

Problem:

Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker ?

Çözüm: