

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI**

**7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÖLÇÜSEL TAHMİN
BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE FERMİ
PROBLEMLERİNE DAYALI ÖĞRETİM UYGULANMASI:
EYLEM ARAŞTIRMASI**

DOKTORA TEZİ

ZÜBEYDE ER

**ANKARA
NİSAN, 2022**



**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI**

**7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÖLÇÜSEL TAHMİN
BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE FERMİ
PROBLEMLERİNE DAYALI ÖĞRETİM UYGULANMASI:
EYLEM ARAŞTIRMASI**

DOKTORA TEZİ

ZÜBEYDE ER

DANIŞMAN: PROF. DR. S. RENAN SEZER

**ANKARA
NİSAN, 2022**

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Zübeyde Er adlı öğrencinin hazırladığı “7. Sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin becerilerinin geliştirilmesinde Fermi problemlerine dayalı öğretim uygulanması: Eylem araştırması” başlıklı bu çalışma Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı / Matematik Eğitimi Doktora Programı’nda jüri üyelerince oy birliği ile **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan Prof. Dr. S. Renan SEZER

Üye Prof. Dr. Perihan DİNÇ ARTUT

Üye Doç. Dr. Ayten Pınar BAL

Üye Dr. Öğretim Üyesi Ebru AYLAR ÇANKAYA

Üye Dr. Öğretim Üyesi Zeynep AKKURT DENİZLİ

ONAY

Bu tez Ankara Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca, jüri üyeleri tarafından .../.../20... tarihinde, Enstitü Yönetim Kurulu tarafından ise .../.../20... tarihinde kabul edilmiştir.

.....

Prof. Dr. İlhan YALÇIN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgileri akademik yazım kurallarına uygun biçimde raporlaştırdığımı ve bunları etik ilkelere (atıfta bulunulan tüm yapıtlara kaynaklarda yer verilmesi, tezde kullanılan bilgi ve belgelere resmi yollarla ulaşılması ve bunların aslı bozulmadan kullanılması vb.) uygun olarak elde ettiğimi ve sunduğumu bildiririm.

Zübeyde ER

ÖZET

7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÖLÇÜSEL TAHMİN BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE FERMİ PROBLEMLERİNE DAYALI ÖĞRETİM UYGULANMASI: EYLEM ARAŞTIRMASI

ER, Zübeyde

Doktora Tezi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. S. Renan SEZER

Nisan, 2022, xvii + 189 Sayfa

Bu araştırmanın temel amacı, yedinci sınıf öğrencilerine yönelik, ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemektir. Araştırmanın amacı doğrultusunda öğrencilerde matematik eğitimi açısından önemli olan tahmin ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi için yapılması gerekenlerin belirlenmesi olduğundan araştırma yöntemi eylem araştırması olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada çalışma grubunun belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu Adana ilinde Sarıçam ilçesinde 2020–2021 eğitim – öğretim yılı 2. dönemde öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Eylem araştırmaları problemle doğrudan ilgili kişilerle gerçekleştirilir. Araştırmanın amacına ulaşabilmesi için okuldaki tüm 7. Sınıf öğrencilerinden veri alınmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda ölçüsel tahmin becerisi düşük olan sınıfın öğrencileri ile araştırma yürütülmüştür. Araştırma örneklemini 13 kız, 11 erkek olmak üzere toplam 24 öğrenci oluşturmaktadır.

Araştırmanın nicel veri toplama araçlarını “Ölçüsel Tahmin Hazır Bulunuşluk Testi”, “Öz Değerlendirme Formu”, süreç boyunca öğrencilerden alınan Fermi probleminin çözümünü içeren “Öğrenci Ürün ve Performansları” oluşturmaktadır. Araştırmanın nitel veri toplama araçlarını ise açık uçlu problemlerin olduğu yarı yapılandırılmış “Ölçüsel Tahmin Görüşme Formu”, uygulama etkinliklerin sonunda öğrencilere yazdırılan “Yansıtıcı Günlükler”, dersi gözlemleyen öğretmenden alınan “Gözlemci Değerlendirme Formu” ve araştırmacı tarafından oluşturulan “Araştırmacı

Notları” oluşturmaktadır. Bu araştırmada uygulama sürecinin incelenmesi ve süreçteki değişimlerin belirlenmesine yönelik uygulama öncesinde, uygulama sonrasında ve uygulama sürecinde elde edilen verilerin analizinde, veri türüne göre nitel ve nicel veri analizi teknikleri göz önünde bulundurularak analizler yapılmıştır.

Araştırma sonucunda nicel ve nitel verilerden elde edilen bulgular neticesinde, uygulama öncesinden uygulama sonrasına kadar olan süreçte, öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerinde büyük bir gelişme olduğu görölmüştür. Ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin becerilerinin gelişimi üzerinde önemli ve olumlu bir etkisi olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Problem çözme, Tahmin, Ölçüsel tahmin, Fermi Problemleri

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF FERMI PROBLEM-BASED TEACHING IN DEVELOPING THE MEASUREMENTAL ESTIMATION SKILLS OF 7TH GRADE STUDENTS: ACTION RESEARCH

ER, Zübeyde

Dissertation, Department of Mathematics and Science Education

Supervisor: Prof. Dr. S. Renan SEZER

April, 2022, xvii + 189 Pages

The main purpose of this research is to determine the effect of enriched teaching applications including Fermi problems related to measurement estimation on the development of measurement estimation skill for seventh grade students.

In this study, while determining the study group, criterion sampling method, one of the purposeful sampling methods, was used. The study group of the research consists of 7th grade students studying in the 2nd term of the 2020-2021 academic year in Sarıçam district of Adana province. Action research is carried out with people directly involved in the problem. In order for the research to reach its purpose, data were obtained from all 7th grade students in the school. In line with the data obtained, the research was conducted with the students of the class with low measurement estimation skills. The research sample consists of a total of 24 students, 13 girls and 11 boys.

Quantitative data collection tools of the research consist of "Measurable Estimation Readiness Test", "Self-Evaluation Form", "Student Products and Performances", which includes the solution of the Fermi problem received from the students throughout the process. The qualitative data collection tools of the research are the semi-structured "Scale Estimation Interview Form" with open-ended problems, "Reflective Diaries" written to the students at the end of the application activities, "Observer Evaluation Form" taken from the teacher observing the lesson, and "Researcher Notes" created by the researcher. In this research, analyzes were made by considering the qualitative and quantitative data analysis techniques according to the data type, in the analysis of the data obtained before, after and during the

implementation, in order to examine the implementation process and determine the changes in the process.

As a result of the findings obtained from the quantitative and qualitative data as a result of the research, it was seen that there was a great improvement in the measurement estimation skills of the students in the process from the pre-application to the post-application. Enriched teaching practices including Fermi problems related to measurement estimation had a significant and positive effect on the development of measurement estimation skills of seventh grade students.

KeyWords: Problem Solving, Estimation, Measurement Estimation, Fermi Problems



ÖNSÖZ

Problem çözme ve tahmin becerisi matematik eğitiminde geliştirilmesi gereken önemli becerilerdir. Bilime önem veren ve üreten toplumların problemlere daha rahat çözümler üreten, problem çözme becerileri gelişmiş toplumlar olduğunu görmekteyiz. Bu araştırmanın amacı yedinci sınıf öğrencilerinin Fermi problemlerini içeren problem çözme etkinliklerinin ölçüsel tahmin becerisine etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda ölçme aracı olarak ölçüsel tahmin beceri testi ve ölçüsel tahmin görüşme soruları hazırlanmıştır. Hazırlanan ölçme araçları araştırma yöntemi doğrultusunda öğrencilere uygulanmış ve veriler elde edilmiştir.

Doktora çalışmam sırasında tez danışmanlığımı üstlenen, konu belirlememe ve araştırma sürecine rehberlik ederek desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam S. Renan SEZER' e teşekkür ederim. Bu tezi hazırlamamda fikirleri ve öneri ile emeği geçen, eğitimime ve öğretimime öğretmenliğime her daim katkıları olan hocalarım Perihan DİNÇ ARTUT' a, Ebru AYLAR ÇANKAYA'ya, Ayten Pınar BAL' a, Zeynep AKKURT DENİZLİ'ye teşekkür ederim. Ayrıca her daim süreçte manevi olarak desteğini esirgemeyen annem Merdane ER'e, babam Osman ER'e ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.



Aileme...

Anne ve Babama...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BİLDİRİMİ.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
KISALTMALAR/SİMGELER	xviii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ.....	1
Problem.....	1
Matematik Öğretim Programında Tahmin ve Problem Çözme	2
Tahmin ve Tahmin Çeşitleri.....	3
Problem Çözme ve Fermi Problemleri.....	6
İlgili Araştırmalar.....	9
Amaç.....	25
Önem.....	25
Sayıtlılar.....	26
Sınırlılıklar	27
Tanımlar.....	27
BÖLÜM 2.....	29
YÖNTEM	29
Araştırmanın Modeli.....	29
Araştırmacının Rolü.....	36
Çalışma Grubu	36
Geçerlik Komitesi.....	37
Verilerin Toplanması	38
Veri Toplama Araçları	40
Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi.....	40
Ölçüsel Tahmin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu.....	41
Öğrenci Öz-Değerlendirme Formları	42
Yansıtıcı Günlük	42
Öğrencilerin Ürünleri ve Performansları	43
Araştırmacı Günlüğü.....	43
Gözlemci Değerlendirme Formu	44
Uygulama Süreci.....	44
Pilot Uygulama Süreci.....	44
Araştırmanın Uygulama Süreci.	45
Verilerin Analizi	48

Nicel Verilerin Analizi.....	48
Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi Analizi.	48
Öğrenci Öz-Değerlendirme Formlarının Analizi.	49
Öğrencilerin Ürünleri ve Performanslarının Analizi.....	49
Nitel Verilerin Analizi.....	49
Ölçüsel Tahmin Görüşme Formu Analizi.	49
Yansıtıcı Günlüklerin Analizi.	52
Gözlemci Öğretmen Değerlendirme Formu ve Araştırmacı Günlüğü Analizi.	52
Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	52
Nicel Verilere Yönelik Güvenirlik ve Geçerlik Çalışmaları.	53
Nitel Verilere Yönelik Güvenirlik ve Geçerlik Çalışmaları.....	54
Etik Konular.....	55
BÖLÜM 3.....	57
BULGULAR VE YORUMLAR	57
Mevcut Durumun Belirlenmesi	57
Uygulama Öncesinde Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Becerilerine Yönelik Test	
Puanları	57
Uygulama Öncesinde Ölçüsel Tahmin Görüşme Formuna İlişkin Bulgular	58
Birinci Döngüye Yönelik Bulgular.....	65
Birinci Hafta.....	65
Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular. ...	65
Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin	
Bulgular.	66
İkinci Hafta.....	66
İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin	
Bulgular.	66
İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular. ...	67
İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.	69
İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin Bulgular.	70
İkinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki	
Performanslarına İlişkin Bulgular.	71
Üçüncü Hafta	72
Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin	
Bulgular.	72
Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.	74
Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular... ..	75
Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin	
Bulgular.	76
Üçüncü Uygulama Haftasında Öğrencilerin	76
Dördüncü Hafta.....	77
Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin	
Bulgular.	77
Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin	
Bulgular.	78

Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin	
Bulgular.	80
Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin	
Bulgular.	81
Dördüncü Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin	
Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular.	81
Beşinci Hafta.....	83
Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin	
Bulgular.	83
Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.	84
Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular. ..	85
Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin	
Bulgular.	86
Beşinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki	
Performanslarına İlişkin Bulgular.	86
Birinci Döngüye Yönelik Genel Değerlendirme	88
İkinci Döngüye Yönelik Bulgular.....	91
Altıncı Hafta.....	92
Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin	
Bulgular.	92
Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular. .	93
Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular. ...	94
Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin	
Bulgular.	95
Altıncı Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki	
Performanslarına İlişkin Bulgular.	96
Yedinci Hafta	97
Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin	
Bulgular.	97
Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.	98
Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular... ..	99
Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin	
Bulgular.	100
Sekizinci Hafta.....	102
Sekizinci	102
Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin	
Bulgular.	103
Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin	
Bulgular.	104
Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin	
Bulgular.	105
Sekizinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki	
Performanslarına İlişkin Bulgular.	106
Dokuzuncu Hafta	107

Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular.	107
Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.	108
Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.	110
Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin Bulgular.	111
Dokuzuncu Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular.	111
İkinci Döngüye Yönelik Genel Değerlendirme	113
Üçüncü Döngüye Yönelik Bulgular	116
Onuncu Hafta	117
Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.	118
Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.	119
Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin Bulgular.	120
On Birinci Hafta	121
On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular.	121
On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.	123
On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.	124
On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin Bulgular.	125
On Birinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular.	125
Üçüncü Döngüye Yönelik Genel Değerlendirme	126
Uygulama Sonrası Durum	129
Uygulama Sonrasında Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Becerilerine Yönelik Test Puanları	129
Uygulama Sonrasında Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formuna İlişkin Bulgular	131
Yorumlar	135
BÖLÜM 4	143
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	143
Sonuçlar	143
Öneriler	146
KAYNAKLAR	149
EKLER	161
EK 1. Etik Kurul Onayı	162
EK 2. Millî Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni	163

EK 3. Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi	164
EK 4. Ölçüsel Tahmin Beceri Testi Dereceli Puanlama Anahtarı.....	167
EK 5. Ölçüsel Tahmin Görüşme Formu	168
EK 6. Örnek Ders Planları	169
EK 7. Fermi Problemi Çözümü İçin Dereceli Puanlama Anahtarı.....	175
EK 8. Öğrenci Öz Değerlendirme Formu	176
EK 9. Yansıtıcı Günlük.....	177
EK 10. Gözlemci Değerlendirme Formu	178
EK 11. Araştırmacı Günlüğü	179
EK 12. Veli Onam Formu.....	180
EK 13. Öğrenci Onam Formu.....	181
BENZERLİK BİLDİRİMİ	183
ÖZGEÇMİŞ.....	185



TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1. Öğrencilerin Cinsiyete Göre Matematik Not Ortalamaları	37
Tablo 2. Araştırmada Yer Alan Veri Toplama Araçları	39
Tablo 3. Öğretim Sürecinde Yapılan Uygulamalara İlişkin Bilgiler	46
Tablo 4. Ölçüsel Tahmin Stratejileri ve İçerikleri	50
Tablo 5. Uygulama Öncesinde Uygulanan ÖTBHBT'ye Yönelik Hesaplamalar	53
Tablo 6. Uygulama Sonrasında Uygulanan ÖTBHBT'ye Yönelik Hesaplamalar	54
Tablo 7. Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi Puanlarına İlişkin Bulgular	58
Tablo 8. Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formunda Kullandıkları Stratejilere İlişkin Bulguları	59
Tablo 9. İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	67
Tablo 10. İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	68
Tablo 11. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikleri	71
Tablo 12. Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	73
Tablo 13. Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	74
Tablo 14. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikleri	77
Tablo 15. Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	78
Tablo 16. Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	79
Tablo 17. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler	81
Tablo 18. Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	83
Tablo 19. Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	84
Tablo 20. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler	87
Tablo 21. Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	92
Tablo 22. Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	93
Tablo 23. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler	96
Tablo 24. Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	97

Tablo 25. Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	98
Tablo 26. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler	101
Tablo 27. Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	102
Tablo 28. Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	103
Tablo 29. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler	106
Tablo 30. Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	108
Tablo 31. Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	109
Tablo 32. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler	111
Tablo 33. Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Öz Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	117
Tablo 34. Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	118
Tablo 35. Fermi probleminin çözümüne ilişkin betimsel istatistikler	121
Tablo 36. On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı	122
Tablo 37. On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri	123
Tablo 38. Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler	125
Tablo 39. Ölçüsel Tahmin Testi Ön Uygulama ve Son Uygulamaya Yönelik Betimsel İstatistiklere İlişkin Bulgular	130
Tablo 40. Ölçüsel Tahmin Testi Ön Uygulama ve Son Uygulamaya İlişkin Bulgular	130
Tablo 41. Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formunda Kullandıkları Stratejilere İlişkin Bulguları	131

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. Öz-Yansıtma Sarmalı	32
Şekil 2. Ölçüsel Tahmin Becerisine İlişkin Kazanımlar.....	33
Şekil 3. Eylem Araştırması Süreci.....	35
Şekil 4.Ö14'ün Birinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü.....	71
Şekil 5.Ö18'in Birinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü.....	72
Şekil 6. Ö3'ün İkinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü.....	77
Şekil 7. Ö12'nin Üçüncü Fermi Problemine ilişkin çözüm	82
Şekil 8. Ö21'in Üçüncü Fermi Problemine İlişkin Çözümü	82
Şekil 9. Ö17'nin Dördüncü Fermi Problemine İlişkin Çözümü.....	87
Şekil 10. Ö9'un Dördüncü Fermi Problemine İlişkin Çözümü	88
Şekil 11. Birinci Döngüdeki Tüm Uygulamalarda Yansıtıcı Günlüklerde Öğrenciler Tarafından Verilen Cevaplar ve Frekansları	89
Şekil 12. Birinci Döngüdeki Fermi Problemlerinden Alınan Puanlara Göre Aritmetik Ortalama Grafiği.....	90
Şekil 13. Birinci Döngüde İzlenen Adımlar	91
Şekil 14. Ö11'in Beşinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü.....	96
Şekil 15. Ö14'ün Altıncı Fermi Problemine İlişkin Çözümü.....	101
Şekil 16. Ö14'ün Yedinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü	106
Şekil 17. Ö20'nin Yedinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü	107
Şekil 18. Ö14'ün Sekizinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü	112
Şekil 19. Ö2' nin Sekizinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü.....	112
Şekil 21. İkinci Döngüdeki Fermi Problemlerinden Alınan Puanlara Göre Aritmetik Ortalama Grafiği.....	115
Şekil 22. İkinci Döngüde İzlenen Adımlar	116
Şekil 23. Ö23'ün Dokuzuncu Fermi Problemine İlişkin Çözümü	121
Şekil 24. Ö10' un Onuncu Fermi Problemine İlişkin Çözümü	126
Şekil 25. Üçüncü Döngüdeki Tüm Uygulamalarda Yansıtıcı Günlüklerde Öğrenciler Tarafından Verilen Cevaplar ve Frekansları	127
Şekil 26. Üçüncü Döngüdeki Fermi Problemlerinden Alınan Puanlara Göre Aritmetik Ortalama Grafiği.....	128
Şekil 27. Üçüncü Döngüde İzlenen Adımlar.....	129

KISALTMALAR/SİMGELER

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
ÖTBHBT	Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi
ÖTGF	Ölçüsel Tahmin Görüşme Formu
F	Gözlenen Durumun Sıklığı
N	Gözlenen Kişi Sayısı
$\bar{X}$	Aritmetik Ortalama
FP	Fermi Problemi



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı, önemi, sayıtlıları, sınırlılıkları ve araştırmayla ilgili gerekli tanımlar üzerinde durulmuştur.

Problem

Bilgi ve teknolojilerin hızlı gelişme gösterdiği bu çağda, bireylerden beklenen davranışlar konusunda değişiklikler olmuştur. Kuşkusuz eğitim, bireylerin davranışlarının şekillenmesinde çok önemlidir. Bilginin ve üretmenin önemli olduğu bir çağda, eğitime önem veren ülkelerin önde olan ülkeler olduğu görülmektedir.

Değişen dünyada matematiği anlayanlar ve yapanlar geleceğin şekillenmesine dair önemli düzeyde fırsatlar yakalayacaklardır (NCTM, 2000). Bolt (1991) ve Crilly (2014), modern çağın teknolojik zaferlerinin temelini matematik yapabilmeye dayandığını, teknolojinin temelini matematik olduğunu ve matematik alanında gelişmeler yaşanmadan teknoloji alanında gelişmelerin yaşanmayacağını savunmuşlardır. Hatta Niess (2005) insanların matematik öğrenmesinin neredeyse bir zorunluluk haline geldiğini ifade etmiştir.

Matematik, evrende olan ve yaşanan durumların sayılar, şekiller ve bağlamlar aracılığı ile yansımalarıdır. Matematik; üretmeyi, tahminde bulunmayı, bilgiyi işlemeyi ve problem çözmeyi kapsar (MEB, 2009). Matematik, uzay, şekil, büyüklük, sayı ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler ile ilgilenir. Başka bir ifadeyle bir örüntü ve düzen bilimidir. Bu düzeni ve intizamı keşfetmek, sonrasında anlamlandırmak, matematik yapmaktır. Ayrıca matematik yapmak problem çözmek için yöntem üretme, bu yöntemleri uygulama, bunların işlevselliğini test etme ve verilen cevapların anlamlı olup olmama durumunu inceleme anlamına gelmektedir. Sınıfta hayata ilişkin matematik yapmak, gerçekte matematik kullandığımız durumları mümkün olduğunca, aslına uygun biçimde modelleyebilmek demektir. Bir başka ifadeyle matematik yapmanın önemli bir kısmı da problem çözmeyi içerir. Nitekim Matematik

Öğretmenleri Ulusal Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) tarafından yayınlanan 1980'lerin Okul Matematiği için Tavsiyeler'de (Recommendations for School Mathematics of the 1980's) problem çözmeye ilişkin olarak, gelecek on yılda problem çözme becerisinin gelişmesinin matematik eğitimindeki gelişmelere bağlı olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra problem çözme becerisinin bireylerin ve ulusların etkililiğini ölçeceği ifade edilmiştir. Problem çözme becerisini geliştirmek amacıyla sınıfta öğrencilere sunulan deneyimler öğrenciler için en üst düzeyde öğrenme imkânı sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır (Van De Walle, Karp ve Williams, 2016). Bu yüzden öğrenme ve öğretme ortamları matematik yapmayı sağlayacak biçimde düzenlenmelidir.

Tahmin becerisi, tıpkı problem çözme becerisi gibi gerek matematik öğretim programında gerekse bilimsel çalışmalarda üzerinde önemle durulan becerilerden biridir. Bireylerin tahmin yapmalarını gerektiren durumlar, onların günlük yaşamda matematiği kullanmalarını gerektiren problem durumlarının somut bir örneğidir. Bu becerilere ilişkin matematik yapmayı sağlayacak öğrenme ortamı oluşturmak, öğrencilerde bu becerilerin gelişimine katkı sunacaktır. Nitekim matematik öğretim programında bu iki becerinin önemine ilişkin pek çok açıklama bulunmaktadır.

Matematik Öğretim Programında Tahmin ve Problem Çözme

Öğretim programı, öğretmen rehberliğinde öğrencilerin kazanması hedeflenen temel bilgi ve beceriler çerçevesidir. Bilim ve teknolojiye gelişmeler, sosyokültürel hayat, toplumun ve bireyin ihtiyaç duyduğu özelliklerin de farklılaşmasına yol açmaktadır. Bu farklılaşma, çağın gerekliliklerini karşılayabilecek bireylerin yetiştirilmesini sağlayacak olan programların geliştirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Bu ihtiyaç ve değişen pedagojik yaklaşımlar doğrultusunda Türkiye'de program geliştirme ve güncelleme çalışmalarında köklü değişiklik 2005'te başlamış olup, 2015–2016 eğitim öğretim yılında tamamlanmıştır (Talim Terbiye Kurumu, 2017). 2018–2019 eğitim-öğretim yılında tüm sınıf düzeylerinde aynı anda uygulamaya konulmuştur.

Milli Eğitim Bakanlığı (2018) öğretim programlarındaki değişimin gerekçeleri sunulurken günümüzün ekonomik ve sosyal koşullarında etkili rol oynayabilecek bireyler yetiştirebilmenin, ülkelerin uluslararası alanda rekabet edebilirliği ile doğrudan

ilişkili olduğunu belirtmiştir. Uluslararası rekabet ülkeleri karar verme becerileri gelişmiş, problem çözebilen, sorumluluk sahibi, yenilikçi ve eleştirel düşünebilen bireyler yetiştirmeye olanak sağlayacak bir eğitim modeli arayışına yönlendirmiştir.

2005 ilköğretim matematik programı hazırlanırken matematik eğitimi alanında yapılan ulusal ve uluslararası araştırmalar, ülkemizdeki matematik eğitimi deneyimleri ve gelişmiş ülkelerin matematik programları temel alınmıştır. Matematik programında, “Her çocuk matematiği öğrenebilir.” ilkesi benimsenmiştir. Programda; problem çözebilen, çözümlerini ve fikirlerini paylaşabilen, günlük hayatında matematiği kullanabilen, matematikte olumlu tutum ve öz güven sahibi, ekip çalışması yapabilen, bireylerin yetiştirilmesinin büyük önem taşıdığı vurgulanmıştır. Bunların yanında tahmin becerisine ve problem çözme becerisinin önemine değinilmiş; önceden kalem-kâğıt ile yapılması gereken ve günlük yaşamda ihtiyaç duyduğumuz hesaplamaların, hesap makineleri yardımıyla daha pratik bir şekilde yapılabildiği belirtilmiştir. Bu değişimin sonucu olarak matematik eğitiminde kalem-kâğıt ile hesaplamanın önemi azalırken, problem çözme, tahmin edebilme gibi becerilerin önem kazandığına vurgu yapılmıştır. MEB de (2018) matematiksel yetkinliğe sahip olan bireylerden problem çözme ve kurma becerilerine ilişkin kazanımları elde etmiş olmalarını beklenmektedir. İnisiyatif alma ve girişimcilik yetkinliklerine sahip olan bireylerden de tahmini hesaplanan sonuçla karşılaştırma, tahmin etme ve zihinden işlem yapma yetilerine sahip olmaları beklenmektedir. Burada da problem çözme ve tahmin becerilerinin önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin problem çözme sürecinde kendi düşünce ve akıl yürütmelerini rahatlıkla ifade etmeleri, tahmin etme ve zihinden işlem yapma becerilerini etkin bir şekilde kullanabilmeleri, başkalarının matematiksel akıl yürütmelerindeki eksiklikleri görebilmeleri beklenmektedir. Hem ülkemiz matematik öğretim programına, hem de matematik eğitimi araştırmalarına dayanarak problem çözme ve tahmin becerilerinin, günlük yaşamda matematiği kullanmak için gerekli olan önemli beceriler olduğunu söyleyebiliriz.

Tahmin ve Tahmin Çeşitleri

Alan yazında tahmin kavramına ilişkin pek çok tanım yer almaktadır. Micklo (1999), tahmin kavramını ölçme işlemi olmaksızın herhangi bir şeyin niceliği veya büyüklüğünü hızlı bir şekilde bilmek olarak ifade etmiştir. Segovia ve Castro (2009) ise

tahmini cevabı istenen bir ölçünün değerine veya bir işlemin sonucuna önceden karar vermek olarak tanımlamışlardır. Reys ve Bestgen'e (1981) göre tahmin, zihinden hesap yaparak bir işlemin veya problemin sonucunu yaklaşık olarak bulmaktır. Reys (1986) tahmini gerçek cevaba ulaşma süreci olarak betimlemiştir.

Tahmin kavramı Reys (1984) tarafından ifade edilen ve daha sonra Segovia, Castro, Rico ve Castro (1989) tarafından genişletilen aşağıdaki bazı karakteristik özellikleri içermektedir:

1. Bir miktarın değerini veya bir işlemin sonucunu değerlendirmeyi içerir.
2. Değerlendirmeyi yapan kişinin bazı bilgileri, referansları veya değerlendirilecek durumla ilgili deneyimlerini gerektirir.
3. Değerlendirme genellikle zihinsel olarak yapılır.
4. Mümkün olan en basit sayıları kullanarak hızlı bir şekilde sonuca ulaşmayı içerir.
5. Ulaşılan değerler tam değil, karar vermek için yeterince yakın olan değerlerdir.
6. Ulaşılan değer, tahmin yapan kişiye bağlı olarak biraz değişebilir.

Trafton (1986) tahminin hem gündelik hayatta hem de matematikte geniş kapsamlı bir yere ve öneme sahip olduğunu belirtmiştir. Levine (1982) tahmin kavramının önemli olmasının nedeninin gündelik hayatta sıkça kullanılıyor olmasından kaynaklandığını savunur. Benzer şekilde Panhuizen (2001), tahmin ve zihinden işlem yapma becerilerinin günlük yaşamda matematik yapma olduğunu ve sık sık kullanıldığını ifade etmiştir. Er ve Artut (2016) ise tahminin günlük hayatta, bilimsel çalışmalarda çok sık kullanılan bir kavram olduğunu, tahminin rastgele yapılan bir faaliyet olmadığını, elde edilen deneyimler ile geliştirilen bir beceri olduğunu vurgulamışlardır.

Muir (2005) iş yerinde ölçüm yaparken, okulda ve günlük yaşamımızda tahminin önemini anlamak için sekiz yol gösterici ilke sunmuştur.

1. Tahmin yararlıdır: Ölçüm yapmak, seçilen özelliğe göre bir şeyin diğeriyle karşılaştırılmasıdır. Bundan dolayı günlük yaşamın ayrılmaz bir parçasıdır.
2. Tahmin gerçek hayatla ilişkilidir: Tahmin yapabilme günlük hayatta karşılaştığımız birçok meslekte, işlerin yürütülmesinde zaman kazandırır. Adams ve Horrell (2003), birçok profesyonelin çalışmalarını başarılı bir şekilde yürütebilmelerini uygun tahminler yapabiliyor olmalarına bağlamıştır. Örneğin, inşaat mühendisleri veya peyzaj mimarları genellikle bir işin ne kadara mal

olacağına dair fiyat teklifi verirken, işlerin ne kadar süreceğini belirlerken tahmin becerilerini kullanırlar.

3. Tahmin zaman kazandırır.
4. Tahmin deneyimleri amaçlı ve ilgili olmalıdır.
5. Tahmin edebilme yeteneği zamanla ve deneyimle gelişir: Öğrencilerin tahmin becerilerini geliştirmek için bol bol uygulama fırsatları ve alanları sağlanmalıdır.
6. Bireylerin tahmin için başvurdukları kişisel ölçütler yararlıdır. Kişisel ölçütler anlamlılığı artırabilir ve genellikle tavsiye edilir. Tahminler standart olmayan birimlerden oluşabilir. Birçok yetişkin tahmin yaparken kişisel ölçütleri kullanırlar. Tahmin etkinliklerinde ölçüt kullanmak etkili bir yöntem olabilir; böylelikle öğrenciler ölçü birimlerinin gösterimleri ile ilgili anlamlı, doğru zihinsel tepki geliştirebilirler. Bu konuda öğretmenler öğrencilerin repertuarlarını geliştirerek yardımcı olabilirler (Joram, 2003).
7. Bazen bir bağlama göre gerçek değer üstünde tahmin etmek veya altında tahmin etmek daha iyi olabilir. Gerçek değer üstünde veya altında tahmin etme durumu bireylerin muhakeme becerisini geliştirebilir.
8. Tahmin etme, bireylerin tahminler yaparken kullandıkları metotların doğruluğunu onaylamak için kullanılır. Makul bir öngörebilme becerisi gerektirir, sonrasında bireylerin karar vermesini sağlar.

Tahmin terimi; tek başına belli bir bağlama karşılık gelen kesin bir sayı yerine konabilecek en uygun yaklaşık değeri bulmayı ifade etmektedir. Tahmin, kesin bir değer her zaman bilinmemesi (örneğin bir günde otobanda bulunan otomobil sayısı), sayısal açıklık (örneğin 62 879 olan öğrenci sayısının 63 bin öğrenci olarak ifade edilmesi) ve kesinliğin gerekli olmadığı birçok durumda hesaplamada kolaylık sağladığı için önemli bir beceridir (Segovia ve Castro, 2009).

Alan yazında hesaplamaya dayalı tahmin, çokluğu tahmin(yığın tahmini) ve ölçümü tahmin (ölçüsel tahmin) olmak üzere üç tahmin türü bulunmaktadır (Hanson ve Hogan, 2000; O'Daffer, 1979; LeFevre, Greenham ve Waheed, 1993; Sowder, 1992). Bazı araştırmacılar ise yığın tahminini ölçüsel tahminin bir alt kümesi olarak görmüşlerdir (Hogan ve Brezinski, 2003). Hesaplama ve ölçüsel tahmin kavramı seksenli yıllarda matematik öğretim programlarında yer almaya başlayan bir matematiksel yeterliliktir.

Bireyin, kesin olarak belirleme ihtiyacı duymadığı veya yapamadığı bir hesaplamanın yaklaşık sonucunu veren sayıyı bulması işlemi, hesaplamaya dayalı

tahmin türü olarak ifade edilmektedir. Örneğin arabamızla 16 litre yakıtla 326 km seyahat edersek, kilometre başına tüketilen yaklaşık yakıt miktarını belirlemek isteyebiliriz. Bir işlemin sonucunu veya bir miktarın ölçümünü tahmin etme süreçlerinde, zihinsel hesaplama merkezi bir rol üstlenir. Tahmin algoritmalar kullanılarak kalem ve kâğıtla veya bir hesap makinesiyle yapılabilir; ancak çoğu durumda bu mümkün olmaz veya arzu edilmez. Bu nedenle zihinsel hesaplama gerekli ve önemlidir.

Yığın tahmini ve ölçüsel tahmin birbirlerine çok benzeyen iki kavram gibi algılanmasına rağmen, ölçümü yapılacak nesnenin miktarının tahmininde aranan özelliğin sürekli-kesiksiz veya süreksiz-kesikli olması tahmin çeşidinin yığın tahmini veya ölçüsel tahmin olarak ayrılmasına sebep olmuştur (Segoiva ve Castro, 2009). Örneğin bir poşetteki portakal sayısı sorulduğunda burada belli sayıda portakal arasında sınırlı sayıda portakal olduğundan, yani süreksizlik söz konusu olduğu için bu tahmin çeşidinin yığın tahmini olarak adlandırılması uygundur. Öte yandan portakalın yaklaşık kaç kg geleceği tahmin edilmek istenirse, ağırlık süreklilik içeren bir birim olduğu için, bu tahmin çeşidinin ölçüsel tahmin olarak adlandırılması uygun olur. Yığın tahmini, bir yığındaki parçaların yaklaşık sayısının belirlenmesidir. Örneğin yığın tahmini, bir konser salonundaki izleyicilerin veya belirtilen bir kaptaki şekerlemelerin sayısının tahmin edilmesidir. Ölçüsel tahmin, kesin bir ölçme işlemi yapmadan bir ölçümün belirlenmesidir. Örneğin, bir odanın uzunluğunun veya bir karpuzun ağırlığının tahmin edilmesi ölçüsel tahmindir (Van De Walle vd.,2016).

Ölçüsel tahmin becerisi günlük yaşamda sıklıkla kullanımına ihtiyaç duyulan becerilerden biridir. Örneğin, pazardan alışveriş yaparken bir kavunun ağırlığını tahmin etme, belli bir mesafenin ne kadar sürede gidilebileceğini tahmin etme, bir binanın yüzey alanını tahmin edip ona göre gerekli olabilecek malzeme miktarını belirleyebilme, bir bardağın kaç litre sıvı alabileceğini tahmin etme gündelik hayatta gereksinim duyduğumuz becerilerdir.

Problem Çözme ve Fermi Problemleri

Bir konunun problematik olması, öğrencilerin sorgulamasına, meraklanmasına, tutarsızlıkları tahlil edip çözmesine ve cevaplar aramasına sebep olur. Öğretim programı ve öğretim, öğrenciler için problemlerle, sorularla ve ikilemlerle başlamalıdır (Hiebert,

Carpenter, Fennema, Fuson, Human, Murray, Olivier, 1996). Problem çözmek matematik öğrenmenin amacı olmasının yanı sıra onun temel aracıdır (NCTM, 2000). Problem çözüme ile öğretimde genellikle öğrenciler matematiği problemler, modeller ve gerçek bağlamlar üzerinden öğrenirler. Bağlamlar ve modeller öğrencilerin soyut kavramları anlamlandırabilmeleri için zemin oluşturur. Problem çözüme ile öğretim yönteminin kullanımının birçok gerekçeleri vardır. Bunlar; öğrencinin dikkatini fikirlere ve anlamaya odaklandırma, öğrencinin matematiği anlamasından ve yapabilmesinden dolayı kendisine güven duyma, kavramları anlamlandırmasına yardımcı olmasıdır. Bunun yanı sıra problem çözüme ile öğretim birçok öğrencinin katılımına olanak sağladığı gibi, öğretim kararları için sürekli değerlendirme verileri de sunar. Ayrıca problem çözüme ile öğretim ayrıntılı çalışmalara izin verir, sınıf içi disiplin problemlerini azaltır, matematiksel yetkinliği geliştirirken eğlendirir (Van De Walle vd., 2016). Problem çözüme ile öğretim ülkemizde 2005 matematik programında yapılandırmacı yaklaşımın temel alınması ile daha çok önem kazanmıştır. Yapılandırmacı yaklaşımın benimsendiği bir eğitim ortamında, öğretmen öğrencilere onları düşündürecek sorular yöneltilir. Bu eğitim ortamını oluşturmak için öğretmenler, öğrencilere, araştırma yapacakları, üzerinde düşünecekleri bir problem sunarak derse başlar (Brooks ve Brooks, 1999). Krynock ve Robb (1999) probleme dayalı öğrenmenin yapılandırmacı yaklaşımın özü olduğunu ifade ederken, Wilson (1996) probleme dayalı öğrenmenin yapılandırmacı yaklaşımın mükemmel bir örneği olduğunu belirtmiştir. Koçakoğlu (2010), probleme dayalı öğrenmenin, bilgiyi yapılandırma sürecinde öğrencilerin ön bilgilerini aktive ettiğini, iyi yapılandırılmamış problemlerin çözüm yollarının ise grup içi ve diğer sosyal çevreler ile müzakereler ve araştırmalarla sağlandığı bir öğrenme yöntemi olduğunu savunur. Bu nedenle de yapılandırmacı yaklaşımın özü olduğunu iddia eder. Bu araştırmada problem çözüme etkinlikleri düzenlenirken Fermi problemleri kullanılmıştır.

Fermi problemi terimi, 1938 Nobel fizik ödülünü kazanan İtalyan Enrico Fermi'den gelmektedir. Enrico Fermi 'ABD'de kaç tane demiryolu vagonu var?' (Goldberger, 1999) veya 'ABD'de kaç tane piyano akortçusu var?' (Efthimiou ve Llewellyn, 2007) gibi tek bir doğru çözümün olmadığı, cevapların belirsiz olduğu, zincirleme varsayımlar gerektiren problemler üzerine çalışmıştır. Bu varsayımlardaki hataların birbirini götürdüğü düşünülür. Fermi, bu problemleri çözerken, varsayım yaparak ve tahmin kullanarak doğru cevaplara ulaşılabilirliğini ifade etmiştir. Fermi, her insanın sadece "kafasını kullanarak" herhangi bir miktarın gerçek değerine yakın nicel tahminler yapabileceği kanısındaydı. Fermi problemleri, çözüme başlamadan önce

varsayımlarda bulunmayı, açık uçlu, sistematik tahminler gerektiren, rutin olmayan problemler olarak tanımlanabilir.

Carlson (1997), Fermi problemini çözme sürecini ve özünü bir dizi tutarlı tahminler yaparak, zor olan problem durumunu hızlı bir yaklaşımla çözme olarak açıklamıştır. Bunun yanı sıra Carlson, bu problemleri çözmenin öğrenciler açısından etkili motivasyon sağladığını da savunmuştur. Efthimiou ve Llewellyn (2007), Fermi problemlerinin öğrencilerin eleştirel düşünme ve akıl yürütmelerini geliştirdiği ve hızlandırdığı için eğitim-öğretim sürecinde kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Ross ve Ross (1986) bir Fermi probleminin özünü, iyi bilgilendirilmiş bir insanın (yaklaşık olarak) bir dizi tahminle çözebileceğini ileri sürmüşlerdir. Benzer şekilde Sowder (1992), Fermi problemlerinin kesin bir cevabı olmadığını ve kesin cevap bulunmadığından, sorunların bir tahminle cevaplanması gerektiğini ifade etmiştir.

Ross ve Ross'un 1986 yılında yaptıkları araştırmaya göre, öğretmenlerin, eğitimde Fermi problemlerini kullanmalarının iki nedeni vardır. İlki bir eğitim-öğretim süreci oluşturmaktır. Çünkü problem çözme yeteneğini sınırlandıran her zaman alan bilgisindeki eksiklikler değildir; kişinin hâlihazırda mevcut olan bilgilerini kullanabilmesiyle de ilişkilidir. İkinci neden, öğrencilere matematik hakkında daha ayrıntılı bir tablo çizdirmek, matematik yapmanın her zaman iyi tanımlanmış izleklerle kesin cevaplar almak olmadığını göstermektir. Fermi problemlerinin matematik eğitiminde kullanılmasının bir avantajı da bu problemlerin matematik ve diğer dersler arasında bir köprü olarak kullanılabilmesi ve öğrencilerin farklı disiplinler arası etkinliklere katılımının sağlanmasıdır (Sriraman ve Lesh, 2006). Sriraman ve Lesh (2006), Fermi problemlerinin, matematik ve diğer derslerin konularını potansiyel olarak bağlayan disiplinler arası görevler olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca, Fermi problemleri tüketilen içme suyu miktarını, benzin veya diğer yakıtların tüketimini, atılan gıda veya diğer yakıtların miktarını tahmin etmek gibi farklı sosyal konularda göreve kolayca dâhil edilebilen, çevreyle ilgili problem türleridir (Sriraman ve Knott, 2009).

Fermi problemini biyolojiye uyarlayan Schoenfeld (1985), çözümü başlangıçta zor olan bir varsayım ve tahmin gerektiren, “İnsan vücudunda kaç hücre vardır?” gibi bir problemi kullanarak öğrencilerin problem çözme süreçlerini incelemiştir. Schoenfeld öğrencilerin bu problemleri çözerken uzun süreli bellekte depo ettikleri bilgileri kullandıklarını ve bu nedenle, bu problemlerin öğrencilerin bilgi düzeylerini belirleyebilmek için problem çözme sürecinde kullanımının önemli olduğunu ifade etmiştir.

Matematik eğitiminde Fermi problemlerinin tahmin ve modelleme ile bağlantılı olduğundan bahsedilmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin eleştirel düşünme becerisinin geliştirilmesinde de Fermi problemlerinden faydalanılmıştır (Sriraman ve Lesh, 2006; Sriraman ve Knott, 2009). MEB (2018) Matematik Dersi Öğretim Programı'nda tahmin becerisini temel becerilerden biridir. Bundan dolayı, Fermi problemleri ile öğrencilerin tahminler yapabilecekleri ortamlar yaratılmasının tahmin becerisinin gelişimine etkisi olacağı düşünülmektedir.

İlgili Araştırmalar

Alan yazın incelendiğinde tahmin becerisine, kullanılan tahmin stratejilerine ve tahmin becerisinin farklı değişkenlerle ilişkisinin ele alındığı, küçük yaş grubundaki öğrenciler ile yapılan çalışmalara, okul çağında olan ilköğretim, lise düzeyindeki öğrenciler ile yapılan çalışmalara ve farklı gelişim düzeylerindeki öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerinin bir arada incelendiği çalışmalara rastlanmıştır. Bunun yanı sıra matematik öğretim programında yer alan tahmin becerisine ilişkin görüşlerin ele alındığı, ülkemizde geçmişten günümüze matematik öğretim programlarında tahmin becerisinin incelendiği çalışmalarda bulunmaktadır. Ölçüsel tahmin becerisine ilişkin küçük yaş grubundaki öğrencilerde yapılan çalışmalardan biri, Forrester, Latham ve Shire (1990) tarafından yapılmıştır. Beş-Sekiz yaş aralığındaki 70 öğrenci ile yapılan bu çalışmada, öğrencilerin alan, uzunluk, hacim ölçülerindeki tahminleri incelenmiştir. Araştırmada öğrenciler yaşlarına göre üç gruba ayrılmış. Öğrencilere uzunlukla ilgili “Kaç adımda iki nokta arasındaki mesafeyi gidebilirsin?”, alan tahmini ile ilgili “Görmüş olduğun kaç adet küçük dikdörtgenden büyük dikdörtgen elde edilir?”, hacim tahmini ile ilgili “Büyük küpün içine kaç adet küçük küp yerleştirilebilir?” gibi sorular yöneltilmiş. Araştırma sonucunda genel tahminle ölçüsel tahmin ortalaması arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuş. Çalışmanın gerçek hayatla ilgili kısmındaki tahmin sonuçlarının ideal tahminin altında olduğu, üçgen ve dikdörtgen çalışmalarında ise ideal tahminin üstünde olduğu bulunmuştur. Bunun yanı sıra öğrencilerin yaşlarına göre tahmin performansları, istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermemiş, fakat küçük yaş grubundaki öğrencilerin performansının daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Bu alanda yapılan bir diğerk çalışma da Sowder'in (1992) öğrencilerin ölçüm tahmin stratejilerini belirlemek için yaptığı araştırmadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin ölçüm tahmini yapma konusunda yetersiz oldukları belirtilmiştir. Bunun yanı sıra yetişkinlerle çocukların benzer tahmin stratejilerini kullandıkları, fakat verilen sorularda çocukların yetişkinlere göre daha başarısız tahminlerde bulundukları görülmüştür.

İlkokul öğrencileri ile yapılan bir diğerk çalışma Taylor, Simms, Kim ve Reys, (2001) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmacılar 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin ne kadar hassas tahminlerde bulunduklarını ve ölçüm tahminini nasıl kullandıklarını incelemiştir. Veriler 110 öğrenciden görüşmelerle elde edilmiştir. Görüşmeler sonucunda öğrencilerin hassas ölçümün gerektiği durumlarda tahminde bulundukları ve sadece uzunluk tahmin ederken kullandıkları bulunmuştur. Öğrencilerin az bir kısmı ölçüm tahmin stratejisini hacim ya da ağırlık tahminlerinde kullanmışlardır. Analizler sonucunda öğrencilerin yaptıkları tahminlerin, sahip oldukları tahmin becerilerinden etkilendiği ortaya çıkmıştır.

Bulut ve Şener (2017), 4. sınıf öğrencilerin alan konusundaki tahmin başarılarının belirlenmesini amaçlamışlardır. Araştırma verileri ilkokul 4. sınıfta öğrenim gören 56 öğrenciden elde edilmiştir. İlk olarak öğrencilerin alan tahmin başarılarını belirlemek için dört soruluk bir test kullanılmış. Oluşturulan testteki sorular, belli bir şeklin kaplanması için kaç adet diğerk küçük şekle ihtiyaç olduğunun istendiği, küçük karolar ile oluşturulan farklı şekillerin alanlarının kıyaslanmasının istendiği, en küçük kora parçaları ile belli bir alanın, sınıfın kaplanmasının istendiği durumları içermektedir. Analizler sonucunda, öğrencilerin kendilerine yöneltilen alan tahmini sorularında %51 oranında başarılı olduğu belirlenmiştir, öğrencilerin yanlış yanıt verdikleri bazı sorularda anlamlı bir tahmin yapma yerine, sorudaki görsele bakarak tahmin yaptıkları görülmüştür. Sonuç olarak, öğrencilerin alan tahmini konusunda istenilen seviyede olmadığı belirtilmiştir.

Okul çağındaki öğrencilerde strateji kullanımını teşvik etmek amacıyla Joram, Gabriele, Gelman, Subrahmanya ve Bertheau (2005) strateji kullanımı ile tahmin becerilerini geliştirme konusunda çalışma yapmışlardır. Yirmi iki kişilik 3. sınıf öğrencilerinden oluşan bir gruba var olan bilgi ve tecrübeye dayalı tahmin stratejisi ile ilgili eğitim (1. grup) gerçekleştirirken, aynı sayıda, aynı sınıf düzeyinde öğrencilerinden oluşan başka bir gruba ise tahmin-doğrulama metodu konusunda (2. grup) eğitim vermişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin strateji kullanmalarına

ilişkin almış oldukları eğitimle tahmin becerisinin geliştiği görülmüştür. Bunun yanı sıra 1. grubun bazı nesnelerin tahmininde 2. gruba göre belirgin olarak daha net oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Diğer yandan, bir ipten şekil olarak farklılık gösteren nesnelerin ebatlarının tahmininde daha az başarılı oldukları görülmüştür. Araştırmacılar bunun sebebinin öğrencilerin sadece uzunluğa odaklanmış olmaları olabileceğini ifade etmişlerdir. Burada özetle, 1. gruba verilen eğitimin, öğrencilerin ölçüm tahminleri sürecini desteklediği ifade edilmiştir.

Ortaokul düzeyindeki öğrencilerle yapılan bir çalışmada Kılıç ve Olkun, (2013), 5. sınıf öğrencilerinin günlük yaşam durumlarında ne tür ölçüsel tahmin stratejiler kullandıklarını ve başarı düzeyleri ile strateji kullanma arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, öğrencilerinin gerçek yaşam durumlarının doğrusal özelliklerini tahmin etmede sırasıyla rastgele tahmin, karşılaştırma ve önceki bilgi ile karşılaştırma stratejilerini daha fazla kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin kullandıkları stratejiler başarı düzeylerine göre incelendiğinde, başarı düzeyi yüksek ve orta olan öğrencilerin önceki bilgi, birim tekrarı, karşılaştırma, parçalama stratejilerini kullandıkları, başarı düzeyi düşük olan öğrencilerin ise rastgele tahmine daha çok başvurdukları görülmüştür.

İlköğretim öğrencilerinin tahmin becerisi ile matematik başarıları arasındaki ilişkiyi inceleme ve matematik alanındaki tahmin stratejilerini belirlemeyi amaçlayan bir başka çalışma Tekinkır (2008) tarafından yürütülmüştür. Araştırmanın nicel boyutunda 20 işlemsel, 12 ölçüsel tahmin becerisini içeren test maddesi, nitel boyutunda ise ölçüsel ve işlemsel tahmin stratejilerini belirleyebilmek için 11 görüşme sorusu oluşturulmuştur. Görüşmelerden elde edilen analizler sonucu ölçüye dayalı tahmin stratejileri; gözünde canlandırma, var olan bilgi ve tecrübelerle dayalı tahminde bulunma, deney yoluyla tahminde bulunma, karşılaştırma, parçadan bütüne ulaşma ve rastgele tahmin stratejileri olarak altı sınıfta toplanmıştır. Bunun yanı sıra ölçüsel ve işlemsel tahmin beceri düzeylerinin ilişkili olup olmadığını belirlemek için ölçüsel ve işlemsel tahmin beceri puanları tüm sınıf düzeylerinde ayrı ayrı hesaplanmış, her sınıf düzeyinde pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin sınıf düzeylerine göre tahmin becerileri farklılık göstermiştir. Öğrencilerin sınıf düzeyleri arttıkça tahmin becerilerinin de arttığı görülmüştür. Son olarak, tüm sınıf seviyelerinde öğrencilerin tahmin becerileri matematik başarılarına göre incelendiğinde, matematik başarıları ve ölçüsel tahmin becerisi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Bir diğerk araştırımda, Budak ve Şengöl (2017), öğrencilerin ölçüsel tahmin beceri ve stratejilerini üst bilişsel bilgi bakımından incelemeyi amaçlamışlardır. Otuz iki 7.sınıf öğrenciyle yapılan araştırmanın verileri 12 sorudan oluşan “Ölçülerde Tahmin Becerisi Testi” ve 30 maddeden oluşan “Üst Biliş Ölçeğı” ile elde edilmiştir. Ölçüsel tahmin testindeki sorular bir nesnenin boyunun karşılaştırılması, en ile boy arasındaki ilişkiyi ve bir uzunluğun yaklaşık değerin bulunması gibi durumları içermektedir. Ölçülerde Tahmin Becerisi Testindeki sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilirken kabul edilebilir tahmin olup olmadığı saptanarak puanlama yapılmıştır. Tahmin sorularında gerçek cevabın %25 üstündeki ve altındaki değerler kabul edilebilir tahmin aralığı olarak belirlenmiş ve bu durumda 2 puan verilmiştir. Gerçek cevabın %50 altındaki ve üstündeki değerler kısmen kabul edilebilir tahminler olarak belirlenmiş ve 1 puan verilmiştir. Cevap verilmeyen veya kabul edilebilir tahmin aralığında olmayan değerlere 0 puan verilmiştir. Öğrencilerin kullandıkları ölçüsel tahmin stratejileri birim tekrarlama, parçalama, rastgele tahmin, karşılaştırma, gözünde canlandırma, referans noktası kullanma, sıkıştırma olarak yedi başlıkta toplanmıştır. Öğrenciler en çok rastgele tahmin stratejisini tercih etmişlerdir. Araştırma sonucunda sıkıştırma stratejisinin öğrenciler tarafından en az kullanılan strateji olduğu ve öğrencilerin tercih ettikleri stratejilerin soru türüne göre değişiklik gösterdiği görölmüştür. Araştırmacılar, öğrenciler öğrenmeleri hakkında ne kadar bilgi sahibi ise tahmin becerilerinin de o kadar iyi olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra, öğrencilerin üst bilişsel bilgi düzeyine göre farklı stratejileri tercih ettikleri görölmüştür.

Ortaokul düzeyindeki öğrencilerin ölçüsel tahmin performanslarının incelendiğı bir başka çalışmada Corle (1960) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı çalışmasında 5.ve 6.sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin performanslarını incelemiştir. Çalışmada ağırlığı, uzunluğu, kalınlığı, topun çapı, sıvı kapasitesi, sıcaklık ve zaman tahmin edebilme becerileri ele alınmıştır. Araştırma sonucunda her iki sınıf düzeyinde de ölçüsel tahmin performanslarının düşük olduğu, 6. sınıf öğrencilerinin performanslarının 5. sınıf öğrencilerin performanslarına göre daha iyi olduğu görölmüştür. Corle 1963 yılında yaptığı bir diğerk çalışmasında, öğretmen ve öğretmen adaylarının ölçüsel tahmin performanslarını incelemiş ve araştırma gruplarının ölçüsel tahmin performanslarının düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Swan ve Jones (1980), Corle’nin çalışmasına benzer bir çalışma yapmışlardır. Öğrencilerin ve yetişkinlerin ölçüsel tahmin becerisini inceledikleri çalışmalarında, iki binanın arasındaki mesafenin tahmin edilmesi, bir dikdörtgenin alanın tahmin edilmesi

gibi problemler kullanmışlardır. Araştırma sonucunda Corle'un 1960 ve 1963'teki çalışmaları ile benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Aynı zamanda ölçüsel tahmin becerisinin zamanla geliştiğini ifade etmişlerdir.

Altunkaya, Aytekin, Özçakır ve Doruk (2014), çalışmalarında ölçüsel tahmin performansının farklı değişkenler ile ilişkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, 8. sınıf öğrencilerinin üçgenlerdeki tahmin becerilerini, motivasyon türlerine ve bilgi türü beklentilerine göre analiz etmeyi amaçlamışlardır. Ayrıca öğrencilerin ölçüm tahmini becerisi üçgenlerdeki performansları ile incelenmiştir. Bu çalışmaya üç farklı ilkokuldan 337 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin tahmin performanslarını belirlemek için üçgenler üzerinden bir tahmin testi geliştirilmiştir. Geliştirilen test 30 açık uçlu sorudan oluşturulmuştur. Çalışmanın sonunda öğrencilerin üçgenlerde ölçüsel tahmin performansının düşük olduğu ve cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermediği, öğrencilerin üst düzey içsel motivasyon ve kavramsal bilgi beklentisi ile üçgenlerde tahmin performanslarının ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Çalışmada dış motivasyon kaynağı olan öğrencilerin tahmin performanslarının daha düşük olduğu, öğretmenlerinden prosedürel bilgi bekleyen öğrencilerin üçgenlerde düşük tahmin performansına sahip oldukları belirtilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada, geometri konularından biri olan üçgenlerdeki tahmin becerilerinin motivasyon türleri ve kavramsal bilgi gibi bazı önemli değişkenlerle ilişkili olduğunu gösterilmektedir.

Ölçüsel tahmin performansının başka beceriler ile ilişkisinin incelendiği bir başka çalışma Çetin ve Köse (2015) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında 8. sınıf ilköğretim öğrencilerinin işlemsel ve ölçülebilir tahmin becerileri ile matematik okuryazarlıkları arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamışlardır. Matematiksel okuryazarlık çok geniş bir terimdir, ancak bu çalışmada öğrencilerin günlük yaşam sorunları ile daraltılmış ve öğrencilerin günlük yaşamlarında seviyelerine göre matematik kullanımıyla ilgili olarak kullanılmıştır. Araştırmada öğrencilerin tahmin becerileri ve matematiksel okuryazarlık düzeylerini ve aralarındaki ilişkiyi incelemek için nicel veri analizi, tahmin problemlerinde öğrencilerin stratejilerini belirlemek için nitel veri analizi kullanılmıştır. Katılımcıları 20 ulusal ilkokuldan, 221 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Veri toplama araçları olarak, tahmin becerisi için on soru içeren “Ölçümsel ve İşlemsel Tahmin Beceri Testi” ve 20 sorudan oluşan “Matematiksel Okuryazarlık Testi” kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ölçümsel ve işlemsel tahmin becerileri arasında anlamlı bir ilişki olduğu, ölçümsel ve işlemsel tahmin becerileri yüksek olan öğrencilerin matematik okuryazarlığı testinde daha

başarılı oldukları görülmüştür. Cinsiyetin bu değişkenler üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Ortaöğretim düzeyindeki öğrenciler ile ölçüsel tahmin becerisi konusunda yürütülen bir çalışma Gooya, Khosroshahi ve Teppo (2011) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada İran'daki lise öğrencilerinin bir dizi uzunluk ve alan ölçüm etkinlikleri ile ölçüm tahmini performansı ve kullandıkları stratejiler incelenmiştir. Araştırmada öğrencilere “sınıf tahtasının uzunluğunu, bahçedeki ağacın boyunu, okul bahçesinin alanını tahmin ediniz” gibi sorular yöneltilmiştir. Araştırma verileri nitel analiz yöntemleri ile incelenmiştir. Araştırma sonucunda birim tekrarı, karşılaştırma, referans çerçevesi gibi tahmin stratejilerinin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Araştırma, alan veya uzunluk problemlerine göre kullanılan stratejinin değişebildiğini göstermenin yanı sıra ölçme kavramının doğasının anlaşılmasına yönelik de önemli bulgular sağlamıştır.

Alan yazında farklı gelişim düzeyindeki bireylerin ölçüsel tahmin performansının karşılaştırılarak incelendiği çalışmalara da rastlanmıştır. Bunlardan biri Joram, Subrahmanyam ve Gelman (1998) tarafından gerçekleştirilen çalışmadır. Araştırmacılar ölçüm tahmininde üç kuşağa göre tahmin görevlerini içeren araştırmada ilk kuşakta, katılımcıların tahmine ilişkin verdikleri sayısal cevaplarla ilgilenmişlerdir. Veriler analiz edilirken cevaplar “makul”, “yanlış” ve “doğru” olarak sınıflandırılmıştır. Araştırma sonucunda katılımcıların yaşa göre ölçüm tahmin becerisinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. İkinci kuşakta, katılımcıların ağırlık, yükseklik, hacim tahmin etme becerisine göre sınıflandırma yapılmıştır. Verilerin analizi sonucunda yaşla birlikte tahmin becerisinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra katılımcıların uzunluk tahmin becerisinin ağırlık ve hacim tahmin becerine göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı eğitim düzeyinde olan öğrencilerin (5. ve 7.sınıf öğrencileri ile üniversite öğrencileri) uzunluk-alan ölçüm tahminlerini yaparken kullandıkları stratejilerin incelendiği bir çalışma da Hildreth (1983) tarafından yapılmıştır. Araştırmada 24 maddeden oluşan uzunluk ve alan konularını içeren test, 24 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırma sonucunda birim yineleme, referanslarla karşılaştırma, sınırlandırma ve ön bilgi stratejilerinin kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca tahminin pratik ve yararlı bir beceri olması sebebiyle öğretim programlarında olması gerektiğini ifade edilmiştir.

Castillo (2006) ise araştırmasında üniversite öğrencileri ve 9. sınıf öğrencilerinin tahmin ederlerken, tahminlerinin gerçek miktardan ne kadar farklılaştığını ve tahmin

stratejilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak dört problemden oluşan anket kullanmıştır. Ankette uzunluk, alan, sıvı ve ağırlık miktarlarının tahminini içeren sorulara yer verilmiştir. Araştırma sonucunda uzunluk ve alan problemlerinde öğrencilerin gerçek değerin üzerinde tahmin etme eğiliminde olduğunu, sıvı ve ağırlık problemlerinde ise gerçek değerin altında tahmin etme eğiliminde oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin problemleri çözerken kullandıkları farklı stratejiler (cevap yok, kabaca tahmin etme, mevcut bir referansı yineleme, bulunmayan bir referansı yinelemek, sınırlayıcı iki değer ile tahmin etme, referans noktası alma, miktarın bir kat ile karşılaştırılması, miktarın bir kesir değeri ile karşılaştırılması, parçalama- yeniden düzenleme, vd.) kategorize edilmiştir. Farklı gelişim düzeyindeki bireyler üzerinde yürütülen ölçüsel tahmin konusunun ele alındığı diğer çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Crites (1992), 3. , 5. ve 7. sınıf düzeyindeki 401 öğrencinin yığın tahmini becerilerini incelemiştir. Bunun yanı sıra, her sınıf düzeyinden farklı başarı düzeylerinde olan toplam 36 öğrenci ile kullandıkları stratejilerle ilgili görüşmeler yapılmıştır. Analizler sonucunda 5. ve 7. sınıf öğrencilerinin 3. sınıf öğrencilerinden daha başarılı oldukları görülmüştür. Ayrıca görüşmelerde başarılı tahmin yapanların daha çeşitli stratejiler (kıyaslama yapma, parçalama-yeniden oluşturma, vb.) kullandıkları gözlemlenmiştir. Üst grupta yer alan öğrencilerin alt grupta yer alan öğrencilere göre büyük sayılarda tahmin etmede daha başarılı oldukları görülmüştür.

Segovia (1997) araştırmasında 6–14 yaş aralığındaki çocuklarda yığın tahmin becerisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada bilgisayar ekranında görülen nesnelerin (küçük daireler) sayılarını tahmin etmelerini gerektiren 16 soru sorulmuş ve öğrencilerin nesnelerin miktarını saymalarına izin vermemek için sınırlı süre verilmiş, araştırma sonucunda cevapların yaş arttıkça doğruluk oranının da arttığı gözlenmiştir. Birinci sınıflarda hata oranı %50, ikinci ve üçüncü sınıflarda yaklaşık %30, dördüncü, beşinci ve altıncı sınıflarda yaklaşık %20, yedinci ve sekizinci sınıflarda yaklaşık %15 olarak gözlemlenmiştir. Ayrıca dört problemde öğrencilerin problem çözme stratejileri ele alınmış ve 12 tahmin stratejisi belirlenerek kategorize edilmiştir. Kullanılan stratejilerin yaşa bağlı olarak ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Pareja (2001), Segovia'ın (1997) araştırmasını öğretmen adayları ile tekrarlamış ve araştırma sonucunda benzer bulgulara rastlamıştır.

Forrester ve Shire (1994), matematik eğitiminde tahmin etme becerisinin temel bir beceri olarak kabul edildiğini ifade etmişlerdir. Araştırmada öğrencilerin üçboyutlu

cisimlerin hacimlerini hesaplamadaki tahmin becerilerini, uzunluk değerin artmasıyla değişen tahmin becerisini ve bağlamın rolünü ele almışlardır. Ayrıca çalışmada matematiksel beceri ile tahmin becerisi arasındaki ilişkiyi belirlemeye de çalışmışlardır. Araştırma verileri yaşları 8- 11 arasında değişen 33 erkek, 34 kız öğrenci olmak üzere toplam 67 öğrenciden elde edilmiştir. Araştırmada bağımsız değişkenler yaş, boyut uzunluğu ve obje büyüklüğü iken, bağımlı değişkenler ise öğrencilerin tahminleridir. Öğrencilerin tahmin becerileri ile matematiksel becerileri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla, matematiksel beceri düzeylerini ortaya koymak adına çeşitli çarpma işlemleri ve bazı aritmetik işlemleri yapmayı gerektiren örneklerin olduğu bir ön uygulama yapılmıştır. Araştırma sonucunda küçük yaştaki çocukların ideal tahmin değerinden daha büyük tahminlerde bulundukları, büyüklük söz konusu olduğunda boyutları büyük olan objelerde de ideal tahmin değerinin üzerinde cevaplar verdikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin tahmin becerileri ile matematiksel becerileri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı, öğrencilerin kullandıkları stratejiler ile tahmin becerileri arasında da bir ilişki olmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra cinsiyet ile diğer değişkenler karşılaştırılmış fakat anlamlı bir fark ortaya çıkmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Pike ve Forrester (1997) yaptıkları çalışmada öğrencilerin yaşa bağlı olarak ölçüsel tahmin becerileri ve sayısal algıları arasındaki ilişkiyi belirlemiştir. Araştırmada 6–11 yaş arasında değişiklik gösteren 62 öğrenciden bilgisayar destekli bir çalışma ile veriler elde edilmiştir. Araştırma sonucunda yaş grupları ile alan-uzunluk tahmini sonuçları arasında anlamlı bir fark olmadığı, öğrencilerin uzunluk tahmin sonuçlarının alan tahmin performanslarına göre daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin yaşları ile zihinsel işlem sonuçları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Siegel ve Zacharias (1979), ölçümsel tahmin sürecini ortaya koyan bir model oluşturmuşlardır. Siegel, Goldsmith ve Madson (1982) yaptıkları çalışmada bu modelden yola çıkarak 2–8. sınıf düzeylerinden olmak üzere toplam 140 öğrenci ve 10 yetişkin üzerinde bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Tahmin stratejileri kullanımının ve çeşitliliğinin gelişimsel açıdan farklılığının incelendiği araştırmada bir nesnenin genişliğinin, kalınlığının ne kadar olabileceği, bir kavanozda kaç bezelye tanesi olabileceği gibi 24 soru sorulmuştur. Araştırma sonucunda, tahmin performansı ile kullanılan stratejilerin çeşitliliği arasında anlamlı ilişki olmadığı görülmüştür. Yaş ve sınıf düzeylerine göre kullanılan stratejilerin çeşitlendiği görülmüştür. Bunun yanı sıra

çocuklarda büyük veya küçük algısının farklı olduğu, bu durumunda onların tahminlerini etkilediği görülmüştür. Örneğin telefon rehberinin bir sayfasında kaç kişinin adı olduğu sorusuna iki çocuk çok fazla sayıda kişinin adı cevabını vermekle birlikte, bunu sayı ile ifade ederken biri 774 kişi derken diğeri 120 kişi gibi cevabını vermiştir. Ayrıca öğrencilerin ölçme, kesir ve çarpma gibi konulardaki bilgi eksikliklerinin de onların doğru tahmin yapamamalarına neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Munakata (2002), çalışmasında tahmine karşı tutum, kategori genişliği arasındaki ilişkiyi ve tahmin becerisini incelemiştir. Bunun yanı sıra araştırmacı bu değişkenler ile cinsiyet, gelişim düzeyleri arasında ilişki olup olmadığını incelemeyi amaçlamıştır. Ayrıca araştırmada büyüklük sıralama problemleri kullanılmış ve bu problemlerin çözümünde daha çok bilgi ve birikime ihtiyaç olduğu için 11. sınıf öğrencileri görüşme için uygun bulunmuştur. Araştırma verileri 56'sı 5. sınıf, 63'ü 7. sınıf, 112'si 9. sınıf ve 113'ü 11. sınıf öğrencisi olmak üzere toplam 344 öğrenciden elde edilmiş. Araştırmada veri toplama aracı olarak Tahmine Karşı Tutum Testi, Tahmin Beceri Testi ve Kategori Genişliği Testi kullanılmış ve tüm veri grubuna aynı sorular sorulmuştur. Araştırma sonucunda geniş kategorize edebilen öğrencilerin tahmin beceri testinde daha iyi performans gösterdikleri, tahmine karşı tutum ile kategori genişliği sonuçları arasında, tahmin beceri testi ile tutum sonuçları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır. Tahmin beceri testindeki doğru cevapların sayısının sınıf düzeylerine değiştiği, fakat sınıf düzeyleri ile boş bırakılan madde sayısının anlamlı bir ilişkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Bu bulgunun aksine, tutum araştırmasında ise sınıf düzeyleri arttıkça öğrencilerin tahmine karşı olan tutumlarının daha olumsuz yönde arttığı ortaya konmuştur. Görüşme analizleri sonucunda ise rastgele tahmin, var olan tecrübe ve deneyime dayalı tahmin, parçadan bütüne ulaşma, karşılaştırma, gözünde canlandırma ve bütünden parçaya ulaşma stratejilerinin kullanıldığı belirlenmiştir.

Luwel ve Verschaffel (2008) araştırmasında, ilköğretim öğrencilerinin, tahmin ederken çarpma işleminden ne sıklıkla yararlandıklarını incelenmiştir. Araştırma verileri 2. , 4. ve 6. sınıf öğrencilerinden elde edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çözümlerinden her zaman bir stratejilerinin olduğu fakat kullanılan bu stratejilerin her zaman doğru olmayacağı görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin doğru stratejiyi kullanma sıklığının yaşa bağlı olarak arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kumandaş ve Gündüz (2014) araştırmalarında farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin yaptıkları tahminlerin doğruluk düzeyini, ölçüsel tahmin becerilerini nasıl kullandıklarını incelemişler ve var olan durumu betimlemişlerdir. Araştırma, belirlenen bütün okul ve sınıf düzeylerinden rastgele seçilen 20’şer öğrenci olmak üzere toplam 80 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda öğrencilerin tahmin becerilerinin iyi olmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra tüm eğitim düzeylerinde uzunlukla ilgili tahminlerin ağırlıkla ilgili tahminlere göre daha iyi olduğu, hem uzunluk hem de ağırlık tahminlerinde ilkökul düzeyindeki öğrencilerin diğer öğrencilere göre daha zayıf olduğu görülmüştür. Ayrıca tahmin stratejilerinin de öğretilmesi gerektiği, tüm eğitim düzeylerinde verilen matematik eğitiminin gözden geçirilmesi yönünde öneriler sunulmuştur.

Baber (2016) hesaplama güçlüğü test uyarlaması ve temel işlem becerisi çalışmalarında, Desoete (2006) tarafından geliştirilen hesaplama becerilerini ve güçlüğü ölçen Matematiğin Bilişsel Alt Becerileri (MBAB) testini kullanılmışlardır. Bu test ile temel dört aritmetik işlem ve bu işlemlere bağlı alt becerileri ölçmek amaçlanmıştır. Testlerin her birinde sayı, kavram bilgisi, sembol, işlem becerilerini ve tahmin yeteneği kullanmaya yönelik problemler ve kısa sorular yer almaktadır. Araştırmada tahmine ilişkin ağırlık, zaman, uzunluk ölçüsü birimleri ve para birimi arasındaki çoklukların karşılaştırılması istenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun sadece işleme dayalı olan sorularda yüksek başarı sağladıkları, ancak tahmin ya da sözel problem durumlarında başarı düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun nedeninin öğrencilerde okuduğunu anlama ve yorumlama becerilerinin yetersiz olması durumu öne sürülmüştür.

Alan yazında özel yetenekli tanısı konmuş bireylerde ölçüsel tahmin konusunun ele alındığı çalışmalarda bulunmaktadır. Erdoğan ve Erben (2020), özel yetenekli öğrencilerin kullandığı ölçüm tahmin stratejilerini incelemişlerdir. Araştırmaya Bilim ve Sanat Merkezi'nde öğrenim gören 17 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Veriler, dokuz açık görevi içeren “Ölçme Tahmini Beceri Formu” ile elde edilmiştir. Ayrıca beş öğrenci ile klinik görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin ölçüm tahmini gerektiren durumlarda kaba tahmin, parçalama, ön bilgi, referans noktası, birim tekrarı, referanslarla karşılaştırma, alt bölüm ipuçlarını ve sınırlandırma gibi sekiz farklı strateji kullandıkları görülmüştür. Öğrenciler çoğunlukla “kaba tahmin” stratejisini kullanırken “altbölüm ipuçları” ve “sınırlandırma” stratejilerinin çok az kullanıldığı

bulunmuştur. Ayrıca araştırmada, öğrencilerin ölçüm tahmini durumlarında beklenen düzeyde farklı stratejiler kullanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Baroody ve Gatzke (1991), çalışmalarında yığın tahmini ile ilgili özel yetenekli öğrencilerin kullandıkları stratejileri görüşme yaparak belirlemeyi amaçlamışlardır. Okul öncesi çağıdaki 18 özel yetenekli öğrenciye üç farklı tür soru sorulmuştur. Öğrencilerden ilk olarak, bir sayı seti içerisindeki noktaların sayısını tahmin etmeleri, ikinci olarak verilen iki kümeden hangisindeki noktaların daha çok olduğunu saptamaları ve son olarak da bir setteki noktaların sayısını tahmin etmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çoğunluğu çalışmanın ilk iki sorusunu başarı ile tamamlarken, son sorudaki performansları farklılık göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar sayı duygusu gelişmemiş çocuklarda, 5 ve 10'un zihinsel temsili olmadığı için, 8 tane nesneyi görünce belli bir sayıdan büyük mü küçük mü olduğuna karar vermekte zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bunun nedeni olarak çocukların zihinlerinde referans noktası olarak kullanılabilecek bir temsilin olmamasını belirtmişlerdir.

Alan yazında matematik öğretmenleri ve öğretmen adayları ile yürüten ölçüsel tahmin konulu çalışmalarda bulunmaktadır. Bright (1985) araştırmasında öğretmen adaylarının açılar ve uzunluk konularında kullandıkları tahmin stratejilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla için bilgisayar destekli oyunlar kullanmıştır. Araştırma sonunda tahmin stratejileri kullanımının teknolojik etkinliklerle geliştirilebileceğini ifade etmiştir.

Özcan (2015), yaptığı araştırmanın nitel boyutunda 13 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile görüşmeler gerçekleştirmiştir. Görüşmelerde tahmin çeşidine ilişkin sorulan soruya öğretmen adaylarının on tanesi direkt olarak bilmiyorum şeklinde cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının tahmin kavramı ile ilgili kavram yanılgısına sahip oldukları, ölçüsel tahmin çeşidinin tam olarak ifade edilemediği ve yığın tahmini ile ilgili bilgi sahibi olunmadığı, tahmin çeşitleri ile ilgili eksik bilgiye sahip olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak hiçbir öğretmen adayının tahmin çeşitlerini bilmediği sadece bir öğretmen adayının eksik de olsa tahmin çeşitleri ile ilgili fikrinin olduğu görülmüş. Bunun yanı sıra tahmin gündelik hayatta nerelerde kullanılır sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının tahmini en çok gündelik hayatta alışveriş yaparken kullandıkları görülmüştür. Matematik öğretmen adayları alışverişler esnasında tahmin etmenin çok önemli olduğuna vurgu yapmışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının gündelik yaşamda tahmin kullanımına ilişkin örnek vermede zorlandıkları, dolayısı ile tahmin kavramı ile ilgili yeterli düzeyde olmadıkları belirtilmiştir.

Ortaokul 5–8. sınıflarda öğretim yapan matematik öğretmenlerinin tahmin kavramına ilişkin görüşlerinin ele alındığı bir çalışmada (Boz ve Bulut, 2017) yarı yapılandırılmış form ile yedi matematik öğretmeninden veriler elde edilmiştir. Araştırmada öğretmenlere tahmini tanımlamaları, tahmin türlerini ve stratejilerini açıklamaları, öğretme-öğrenme ortamında tahmine yönelik karşılaştıkları zorlukların neler olduğu sorulmuştur. Araştırma sonucunda öğretmenlerin tahmini tanımlayamadıkları, tahmin türleri ve stratejileri ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür. Ayrıca öğretmenler tahminin günlük yaşamda önemli bir beceri olduğunu düşünmelerine rağmen öğrenme-öğretme etkinliklerini kullanmadıklarını belirtmişler ve bunun nedeni olarak da ulusal sınavlarda tahmine yönelik soruların olmamasını gerekçe göstermişlerdir.

Forrester ve Pike'ın (1998) ise araştırmalarında hesaplamalı tahmin becerisinin ve ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi için ideal sınıf ortamını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla 9–11 yaş grubuna öğretmenlik yapan iki öğretmenin sınıfı gözlemlenmiştir. Epistemolojik olarak günlük hayatta karşılaşılan durumun öğrenci tarafından nasıl algılandığına yönelik uygulamalar yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmenin tahmin becerisini geliştirme konusunda istekli ve gönüllü olmasının beceri gelişimi üzerine olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kız ve erkek öğrencilerin tahmin becerisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Buradan tahmin becerisi ve ölçüsel tahmin becerisinin geliştirilmesinde öğretmenlerin öğretim becerileri ve alan bilgilerinin geliştirilmesinin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Markovits (1988) tahminin normal okul matematik müfredatına eklenmesi gerektiği sıklıkla önerilmiş olsa da programda çok az yer aldığını, öğrencilerin ilgili kavramları ve öğrenme güçlükleri üzerine yapılan araştırmaların sınırlı olduğunu, bu nedenle, çalışmada ortaokul için uygun tahmin konuları geliştirmeye odaklandığını ifade etmiştir. Yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin ve öğretmenlerin uygulama öncesi ve sonrası tahmin görevlerine verdikleri cevapları analiz etmiştir. Araştırma sonucunda tüm grupların tahmin görevlerinde zorlandıkları görülmüştür. Yapılan çalışmalar sonrasında önemli düzeyde gelişme olduğu, uygulama sonrası öğretmenlerin uygulama öncesindeki durumlarına göre görevlerde ilerleme kaydettiği, benzer şekilde öğrencilerde de uygulama öncesi ve sonrası durum arasında önemli fark olduğu bulunmuştur.

Matematik öğretim programına ilişkin, ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüşlerinin incelendiği bir çalışma Er ve Artut (2014) tarafından ele alınmıştır. Çalışmada, araştırmacılar öğretim programındaki tahmin becerisinin, matematik öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda öğretmenlerin çoğunluğunun matematik ders kitabında tahmin türlerine yönelik yeterince etkinlik olduğu görüşüne katıldıkları gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra ölçüsel tahmin stratejilerine yönelik, ders kitaplarında yeterince etkinlik örneği olup olmadığına dair görüşleri incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda, öğretmenlerin var olan bilgi ve tecrübelerine dayalı tahmin stratejisine, gözünde canlandırma stratejisine, parçadan bütüne ulaşma stratejisine ve karşılaştırma stratejisine yönelik yeterince etkinlik olduğu görüşünde oldukları bulunmuştur.

Benzer şekilde, Aslan ve Artut (2011) çalışmalarında öğretim programındaki tahmin becerisinin, sınıf öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda öğretmenlerin matematik ders kitabında yığın tahminine, işlemsel tahmine ve ölçüsel tahmine yönelik yeterince etkinlik olduğu görüşünde oldukları saptanmıştır. Ayrıca araştırmada, 5. sınıf ders kitabında ölçüsel tahmin stratejilerine yönelik yeterince etkinlik örneği olup olmadığına dair görüşleri ve verilen yanıtların yüzdesi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda öğretmenlerin var olan bilgi ve tecrübelerine dayalı tahmin stratejisine, gözünde canlandırma stratejisine, parçadan bütüne ulaşma stratejisine ve karşılaştırma stratejisine yönelik yeterince etkinlik örneği olduğu görüşüne katıldıkları görülmüştür.

Matematik öğretim programlarında tahmin becerisinin ele alındığı bir başka çalışma Bulut, Yavuz ve Boz (2017) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, yedi 1-5. sınıf matematik dersi öğretim programını belirlenen ölçütler açısından İçerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. Bulgular ölçmede tahmin, sayısal işlemde tahmin, istatistiksel grafik, ileriye dönük tahmin, olasılık ve ortalama başlıkları altında detaylı olarak sunulmuştur. Analizler sonucunda öğretmenlere, öğretim programı geliştirenlere, öğretmen yetiştiren akademisyenlere ve matematik kitabı yazarlarına önemli bilgiler sunma amaçlanmıştır. Ayrıca öğretim programlarının hepsinin bir şekilde tahminin işlenişine yönelik açıklamalara yer verdiği belirtilmiştir. 2009 öğretim programıyla birlikte uzunluk, ağırlık, alan, hacim, sıvı ölçümlerinde tahmin becerisinin yanı sıra açılar ve zamanın ölçümüne yönelik tahminlerle ilgili kazanımlara da yer verilmiştir.

Ulaşılabilen kaynaklar dâhilinde alan yazında ölçüsel tahmin kavramını içeren yukarıdaki çalışmalar dışındaki diğer araştırmalar aşağıda sunulmuştur. Clayton (1988),

öğrencilerin ölçüsel tahmin ve yığın tahmin becerilerini belirlediği çalışmasında bir okul otobüsünün boyunu tahmin ediniz, bir kutudaki küp şeker miktarını tahmin ediniz gibi sorular kullanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin cevaplarının %20 doğruluk oranına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra sayının büyüklüğünün etkisi açısından 100'den az büyüklük içeren tahminlerdeki hata oranının %20 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bright (1979) çalışmasında miktarların büyüklüğünün, tahmin etme becerisi üzerine etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca geleneksel olmayan ölçüm birimleri ile yapılan tahminlerin tahmin becerisi üzerine etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde McLaughlin (1981), Howe ve Lund (1987), Piaget ve Szeminka (1964) çocuklarda uzunluk tahmininde sayının büyüklüğünün tahmin etme beceri üzerine olumsuz etki yaptığı sonucuna ulaşmışlardır.

Callis (2002), araştırması ile ölçüm tahmini becerisine yeni bir anlayış kazandırmıştır. Araştırmasında katılımcıların problemleri çözerken uyguladıkları yöntemleri, kullandıkları bilgileri, stratejileri kullanım sıklıklarını ve doğruluk düzeyini belirlemeyi hedeflemiştir. Araştırma sonucunda tahminin öğretilebilir olduğunu, matematik eğitimi ve öğretimi geliştirmede önemli bir beceri olduğunu belirtmiştir.

Hogan ve Brezinski (2003) matematik eğitiminde ölçümsel, yığın ve hesaplamalı olmak üzere 3 tür tahmin becerisi olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar yığın, ölçümsel ve hesaplamalı tahmin testleri ve aralarındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırma sonucunda iki öge tanımlanmıştır. Birinci ögenin hesaplamalı tahmini becerisinin niceliksel akıl yürütmeye ilişkili olduğunu, ikinci ögenin ise yığın ve ölçüm tahmini testlerini içerdiğini ve bu ikinci ögenin görsel-uzamsal yetenekle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar yığın tahmininin ölçümsel tahminin bir alt kümesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Tahmin stratejileri uygun olarak kullanıldığında öğrencilerin başarısının artmasını sağlamaktadır (Sulak, 2008). İlköğretim matematik programında öğrencilere kazandırılacak işlemsel becerilerin temeli ölçüsel tahmin becerisine dayanmaktadır. Bu yüzden öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisine sahip olmaları önemlidir. Günlük hayatta tahmine sık sık yer veriliyor olması (Gooya vd., 2011; Van de Walle vd., 2016), tahminin pratik ve yararlı olması (Hildreht, 1983; Van De Walle vd., 2016), öğrencilerinin tahmin performanslarının belirlenmesi ve buna yönelik öneriler sunulması adına önem taşımaktadır. TIMMS sınavlarında genel olarak öğrencilerin,

alan ölçme konusundaki tahmin performanslarının yeterli düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Alan yazında ölçüsel tahmin hakkında günümüze kadar yapılmış olan araştırmalarda öğrencilerin ölçüsel tahmin performansları ve kullandıkları tahmin stratejilerinin belirlendiği (Corle, 1960; Corle, 1963; Forrester, Latham, Shire, 1990; Kılıç ve Olkun, 2013; Sowder, 1992) çalışmalara rastlanmıştır. Bunun yanı sıra ölçüsel tahmin becerisinin gelişimine ilişkin (Swan ve Jones, 1980) bilgisayar destekli oyunların kullanıldığı (Bright, 1985), öğrencilerin işlemsel, ölçümsel tahmin ve yığın tahmin becerine ilişkin performanslarının, kullandıkları stratejilerin bir arada ele alındığı (Tekinkır, 2008; Clayton, 1988) çalışmalara rastlanmıştır. Alan yazınında tahmin çeşitlerinden çoğunlukla işlemsel tahmin becerisinin ele alındığı çalışmalar olduğu görülmüştür.

Bireylerin tahmin yapmalarını gerektiren durumlar, onların günlük yaşamda matematiği kullanmalarını gerektiren problem durumlarının somut bir örneğidir. Fermi problemleri günlük yaşam durumlarını içeren problemler olup tahmin ve varsayımlarla çözülebilen problemler türüdür. Matematik öğretim programı incelendiğinde tahmin becerisini içeren kazanımlarda Fermi problemlerinin kullanılmadığı görülmüştür. Buna rağmen Türkiye’de Gökbulut ve Abay (2017) sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini Fermi problemleri kullanarak ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada lisans 4. sınıf öğrencilerinden 6 öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Öğretmen adayları ile Fermi problemlerini içeren problemlere verdikleri cevaplar sonrasında görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür.

Hıdıroğlu ve Özkan (2017) da 6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede oluşturdukları gerçek yaşam problem durumlarını inceledikleri çalışmada Fermi problemlerini kullanmışlardır. Araştırmada “Saman balyalarının yüksekliğini tahmin ediniz. Okulunuzda yaklaşık kaç öğrenci vardır?, Bir haftada ortalama kaç litre su tüketiyorsunuz?, Okul bahçesine kaç araç park edebilir?” gibi sorular sorulmuştur. Araştırma sonucunda öğrencilerin modellerinde çözüm için gereksiz çizimlere yer verdikleri ve nitelikli modeller oluşturamadıkları görülmüştür. Öğrenciler ağırlık, uzunluk kavramlarını karıştırdıkları, hatalı tahminlerde bulundukları için model elde edememişlerdir.

Yurt dışında Fermi problemlerinin kullanıldığı ve modelleme becerilerinin bu yolla incelendiği çalışmalar vardır. Örneğin Bergman ve Bergsten (2013) İsveç’te lisede

öğrenim gören öğrencilerin matematiksel modelleme sürecini Fermi problemleri kullanarak ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Matematiksel modelleme süreci 5 temel aşamadan oluşan bir süreçtir. Araştırma sonucunda Fermi problemlerinin matematiksel modelleme süreçlerini ortaya çıkardığı sonucuna ulaşmışlardır.

Gallart, Ferrando, García-Raffi, Albarracín, Gorgorió (2017) modelleme bilgisi olan ve daha önceden modelleme bilgisi olmayan iki farklı ortaokul öğrencilerinden veriler elde etmişlerdir. Çalışmada her iki grupta da Fermi problemleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda iki grup arasında modelleme bilgisi olanlar lehine önemli farklar olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra araştırmacılar Fermi problemlerini modelleme çalışmalarında kullanımının modelleme becerilerini ortaya çıkarmada etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Albarracín ve Gorgorió (2014) öğrencilerin büyük sayıları içeren Fermi problemlerini çözerken, kullandıkları şemaları belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin problemleri çözerken referans noktası kullanarak tahminler yaptıkları, şekiller çizerek modelleme yaptıkları görülmüştür. Bunun yanı sıra araştırmacılar, Fermi problemlerinin, problem çözme sürecinde kullanılan şemaları ortaya çıkarmada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Peter-Koop (2009) ilköğretim düzeyinde matematiksel problem çözme ve modelleme konusunda geniş bir araştırma grubu olmasına rağmen, araştırmada matematiksel modelleme sürecine yönelik sınırlı sayıda çalışma olduğuna değinmiştir. Bu nedenle matematiksel modelleme süreçlerini tanımlamak için çalışmalar yürütmüştür. Araştırmacı Fermi problemlerini üçüncü ve dördüncü sınıflarla yapılan sınıf içi bir çalışmada kullanmıştır. Araştırma sonucunda, uygulama öncesi, katılımcıların matematiksel modelleme yapamadıkları görülmüş fakat Fermi problemleri ile yapmış oldukları uygulama sonrasında katılımcıların matematiksel modelleme başarısında artış gözlemlenmiştir.

Abay ve Filiz (2020) rutin olmayan problemlerin matematik öğretim programının en önemli parçası olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar açık uçlu problemlere Fermi problemlerinin örnek olarak gösterilebileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar Fermi problemlerinin, açık uçlu, rutin olmayan, öğrencilerin varsayımlarda bulunarak sistematik tahminlerde bulunmalarını gerektiren problemler olduğunu, öğrencilerin varsayımlar ile çözüme ulaştığı, çözüm yolu değişiklik gösteren problem türü olduğunu belirtmişlerdir. Abay ve Filiz (2020) araştırmalarında Fermi problemlerini kullanarak ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel motivasyonunu

etkilemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda 4. sınıflarında bulunan toplam 40 öğrenci ile deneysel bir çalışma yapılmış. Araştırma sonucunda araştırmacılar matematiğe karşı ilginin arttırılması için Fermi problemlerinin kullanılmasının katkı sağladığını, bu nedenle bu problem türünün matematik derslerinde kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Amaç

Bu araştırmanın temel amacı, 7. sınıf öğrencilerine yönelik, ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemektir. Bu çalışmada, ölçüsel tahmin becerisinin Fermi problemleri ile bağlantısı ele alınmaktadır. Dolayısıyla Fermi problemlerine dayalı öğretim uygulamaları benimsenmiştir. Yedinci sınıf öğrencilerine yönelik, ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren, zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerindeki etkisi araştırmanın problemi oluşturmaktadır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır:

1. Yedinci sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin becerileri uygulama öncesinde ne düzeydedir?
2. Yedinci sınıf öğrencilerinin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formundaki problemleri çözerken kullandıkları stratejiler uygulama öncesinde nelerdir?
3. Yedinci sınıf öğrencilerine yönelik Fermi problemlerine dayalı öğretim yönteminin uygulanması sürecine ilişkin araştırmacı notları, gözlemci notları, öğrenci öz değerlendirme düzeyleri ve öğrenci görüşleri nelerdir?
4. Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamaları ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerine nasıl katkı sağlamaktadır?
5. Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamaları ölçüsel tahmin stratejileri kullanımına nasıl katkı sağlamaktadır?

Önem

Ülkemizde 2005 yılında uygulamaya konulan matematik öğretim programında yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiştir. Güncellenmiş olan 2018 ilköğretim

matematik programında cebir, sayılar ve işlemler, veri işleme, geometri ve ölçme, olasılık öğrenme alanları bulunmaktadır. Bu öğrenme alanlarının alt amaçları tahmin becerisine yönelik birçok kazanımı içermektedir. Bu durum 2005 ve 2018 ilköğretim matematik programlarının tahmin becerisine verdiği önemin en belirgin göstergesidir.

Tahmin becerisi ve problem çözme becerisi matematik eğitiminde önemli becerilerdir. Bireylerin tahmin yapmalarını gerektiren durumlar, onların günlük yaşamda matematiği kullanmalarını gerektiren problem durumlarının somut bir örneğidir. Tahmin bireylerin günlük yaşamda matematik yapabilmesini sağlayan bir beceridir (örneğin, bir binanın yüzey alanını tahmin ederek gerekli olabilecek malzeme miktarını ve tutarını hesaplayabilme, bir mesafenin ne kadar sürede alınabileceğini tahmin etme, bir havuzun kaç litre su alabileceğini tahmin etme vb.).

Fermi problemleri, öğrencilerin problemin çözümüne varsayımlar ve tahmin yoluyla ulaşmasını sağlar. Fermi problemlerinde daha fazla bilgiye ulaşmadan kesin bir cevap elde etmek mümkün olmayabilir (Peter-Koop, 2005). “Okulunuzda bir ay içinde kaç tane tebeşir kullanılır?”, “Evinizde bir yılda ne kadar su kullanılır?” gibi sorular Fermi problemlerine örnek olarak gösterilebilir.

Tahmin becerisini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda, öğrencilerin bu beceriye yeterli düzeyde sahip olmadıkları görülmüştür. Ayrıca matematik eğitiminde problem çözmeye de büyük önem verilmektedir. Fermi problemleri ise hem problem çözme becerisini hem de ölçüsel tahmin becerisini içeren sorulardır. Alan yazın incelendiğinde 7. sınıf öğrencilerinin Fermi problemlerine dayalı bir öğrenme gerçekleştirildiğinde ölçüsel tahmin becerilerine nasıl etki edeceğinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca mevcut programda da Fermi problemlerine yer verilmemektedir. Araştırma sonuçlarının matematik eğitime katkı sağlayacağı ve öğretim uygulaması için bir örnek teşkil edeceği düşünülmektedir. Bundan dolayı Fermi problemlerine dayalı öğretimin ölçüsel tahmin becerisine etkisinin olumlu olabileceği düşünülmektedir.

Sayıtlılar

Araştırmaya katılacak öğrencilerin izinleri doğrultusunda çalışmaya gönüllük esasıyla katılmış oldukları, kullanılan test ve görüşme formlarına samimiyetle, yansız olarak yanıt verdikleri varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

- 1) Araştırma, 2020–2021 öğretim yılında, Adana ili merkez ortaokulundan elde edilen verilerle sınırlıdır.
- 2) Araştırmanın uygulama süreci on bir hafta olup, haftada bir gün iki ders saati ile sınırlandırılmıştır.
- 3) Pandemi nedeni ile bazı etkinlikler çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir.

Tanımlar

Tahmin: Ölçme ve sayma yapılmaksızın herhangi bir şeyin büyüklüğünü ya da niceliğini hızlı bir şekilde bilmektir (Micklo, 1999).

Ölçüsel Tahmin: Kesin bir ölçme işlemi yapmadan bir ölçümün belirlenmesidir. Örneğin, bir odanın uzunluğunun veya bir manavdaki karpuzun ağırlığının tahmin edilmesidir (Van De Walle vd.,2016).

Problem Çözme: Durumlar veya olaylar arasındaki ilişkileri belirleme, yeni ilişkiler kurma ve bu ilişkiler sonucunda hedeflenen amaca göre bir sonuç belirleme sürecidir (Pesen, 2006).

Fermi problemleri: Bireylerin uzun süreli bellekte depo ettikleri bilgiler ışığında bir dizi tutarlı varsayımlarda bulunarak ve tahmin yaparak gerçek olabilecek sonuca en yakın cevabı bulmalarını gerektiren problem türüdür (Carlson, 1997; Ross ve Ross, 1986).

BÖLÜM 2

YÖNTEM

Bu bölümde; araştırma modeli, çalışma grubu, verilerin toplaması, veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve verilerin analizi hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmanın modeli; nitel araştırma desenlerinden biri olan eylem araştırmasıdır. Nitel araştırma terimi, “içerik analizi”, “antropoloji”, “kültür analizi”, “durumsal çalışma”, “eylem araştırması”, “yorumlayıcı araştırma”, “doğal araştırma”, “kuram geliştirme”, “betimsel araştırma”, gibi benzer çalışma disiplinlerine sahip araştırma desenlerini içine alan bir şemsiye kavram olarak kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Nitel araştırma, gözlem, görüşme, doküman analizi gibi nitel veri toplama tekniklerinin kullanıldığı, algıların ve olayların, belli bir bağlam dâhilinde doğasının ya da niteliğinin anlaşılması için bütüncül ve gerçekçi bir biçimde betimlenmesi için nitel bir sürecin izlendiği sistematik bir yaklaşım olarak tanımlanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Nitel araştırma, araştırılan problemin sıklığı, sayısı, miktarı ve yoğunluğundan ziyade problemin süreci ve anlamıyla ilgilenir.

Eylem araştırmaları, öğretmenler tarafından sınıf dışı veya sınıf içi eğitim ortamlarındaki uygulananları, öğretim sürecindeki gelişmeleri incelemeye yönelik nitel ve/veya nicel verileri toplamak için kullanılan sistematik durumları kapsamaktadır (Mills, 2011). Eylem araştırması; araştırmacının uygulama sürecinde gördüğü eksikleri veya değiştirilmesi gereken noktayı bir problem olarak düşünerek bu problemi çözmeye yönelik, gerek alan yazın inceleyerek gerekse var olan problemi çözmeye veya durumu değiştirmeye yönelik uygulamalarla sorunun çözümünü sağlayacak çalışmalar yapmasıdır. Bu çalışma ve uygulamalar sonucunda bir değerlendirme yapılarak eylem araştırmasının işlevselliği de değerlendirilmiş olur (Çelikkol, 2016). Bu yöntemle elde edilen bilgilerle hem eğitimin niteliğini geliştirmek, hem de öğretmenlerin profesyonel gelişimini sağlamak için önemlidir.

Eylem araştırması, öğretimin niteliğini iyileştirmek ve arttırmak için okul veya sınıf durumunu çalışma süreci olarak tanımlanabilir (Hensen, 1996; McTaggart, 1997; Schmuck, 1997). Eylem araştırmaları, öğretmenlerin kendi uygulamalarını gözlemlemeleri, incelemeleri için sistematik ve düzenli bir yoldur (Dinckelman, 1997; McNiff, Lomasve Whitehead, 1996). Lewin (1946) eylem araştırmasının sarmal bir süreçten oluştuğunu ve üç adım içerdiğini ifade etmiştir. Bu adımlar planlama, eylemde bulunma ve eylemin sonuçları hakkında gerçeklere ulaşma biçimindedir. Beverly (1993) eylem araştırmasını bir kişi ya da grup tarafından yürütülen çözüm odaklı araştırmalar olarak ifade etmiştir. Johnson (2012) ise eylem araştırmasını, sınıf ortamında öğretimin niteliğini geliştirmek için, önceden planlanan ve diğer ilgili kişilerle paylaşılabilen bir araştırma türü olarak açıklamıştır.

Rose, Spinks ve Canhoto (2014) eylem araştırmalarının diğer araştırma desenleri ile karşılaştırıldığında eşsiz özelliklerinin olduğunu ve bu özelliklerin eylem araştırmalarının gücünü temsil ettiğini belirtmişlerdir. Rearick ve Feldman (1999) ; Glanz, (1999); Borgia ve Schuler (1996) eylem araştırmalarının faydalarını; eylem araştırmalarının, akademik ve sosyal programların iyileştirilmesine katkı sağlaması, problem çözme ve öğretimsel kararlar almada yeterlik duygusu yaratarak karar almayı güçlendirmesi, kişisel görüş ve değerlendirme oluşturmayı desteklemesi, sürekli iyileşmeye karşı istek yaratması biçiminde açıklamışlardır. Bunun yanı sıra eylem araştırmasına katılan öğretmenlerin bilginin gelişimi ve eğitim teorilerine daha aşina olması, öğretmenlerin yaptıkları uygulamalarda daha eleştirel ve yansıtıcı olması yönünde katkıları olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca eylem araştırmalarının uygulamaya doğrudan etki yaptığını, pozitif okul iklimi yarattığını, uygulamada karşılaşılan sorunların çözümünü sistematikleştirdiğini ifade etmişlerdir.

Benzer şekilde Bogdan ve Biklen (2007), eylem araştırmalarının yararları ile ilgili olarak eylem araştırmalarının sistematik bir biçimde bilgi toplamayı sağladığı için sorunların tanımlanmasında yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı eylem araştırmalarının bireylerin birbirlerini daha iyi anlamalarını, problemlere karşı farkındalıklarını arttırmaya olanak tanıdığını, güven geliştirmeye yardımcı olduğunu, insanların katılımını arttırmak için düzenleme stratejileri sunduğunu ifade etmişlerdir.

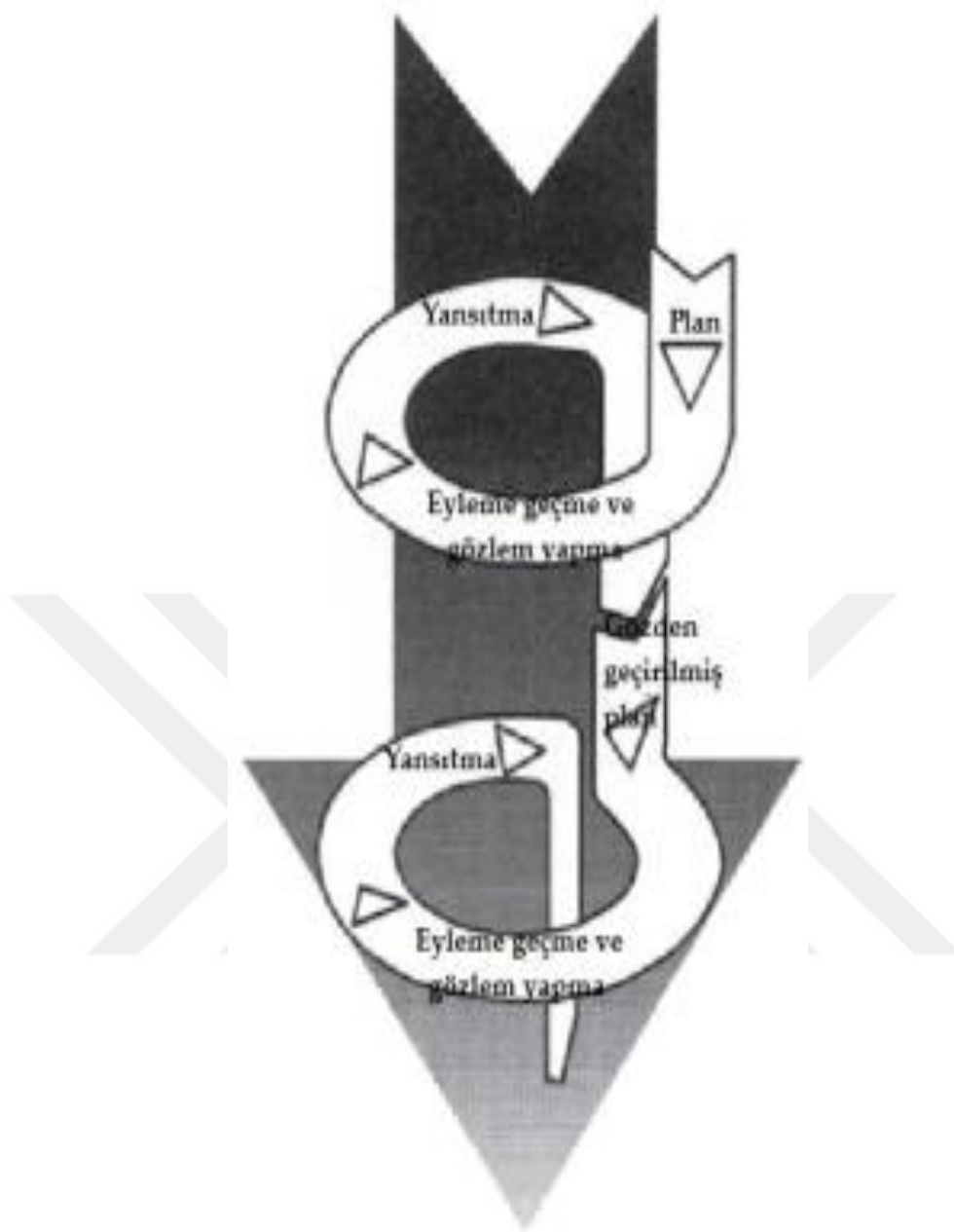
Eğitim çalışmalarında araştırmacı olan öğretmenler eylem araştırmasından birçok fayda sağlayabilirler. Gay ve Airasian (2003)'e göre öğretmenlerin bu süreçte yeni yöntemlerle kendi uygulamalarını araştırdığını, öğrencileri ve öğretimi daha derinden inceleyerek başarısız olduğu durumları tespit edebildiklerini belirtmişlerdir.

Bunun yanı sıra bu süreçte öğretmenlerin öğrencilerin konuyu daha iyi anlayabilmelerini sağladığını, sınıfta/sınıflarda sorunun çözümü için neye ihtiyaç olduğunu belirlediğini, sonuç olarak öğretmenler için mesleki gelişim sağladığını vurgulamışlardır.

Eylem araştırmasının faydaları göz önünde bulundurulduğunda eğitim-öğretim sürecinde kullanılması önemlidir. Alan yazında eylem araştırmasının uygulama adımları birden çok farklı yaklaşım ile aktarılmaktadır (Ebbutt, 1985; Elliott, 1991; Ferrance, 2000; Johnson, 2012; Kemmis ve Wilkinson, 1988; Lewin, 1946; McKernan, 1996; Waters ve Adams, 2006; Zuber ve Skerritt, 2001). Fakat temelde araştırmacı ilk adım olarak bir problem, paradoks, konu ya da sınıfta/okulda güçlük çektiği bir konu belirlemelidir. Öncelikle araştırmacı durumu dikkatle incelemeli problemi tanımlamalıdır. İkincisi, araştırmacının hangi verileri toplamak zorunda olduğunu ve nasıl toplaması gerektiğine karar vermesidir. Üçüncü ve dördüncü aşamada araştırmacı verilerin analiz edilmesine ve yorumlanmasına odaklanır. Son olarak sonuçlar gelecek uygulamalara uyarlanıp, yansıtılır ve bir eylem planı geliştirilir. Eylem araştırması her zaman doğrusal ilerlemeyen döngüsel bir süreçtir (Johnson, 2012).

Kemmer ve McTaggart (2000) eylem araştırmasının sarmal bir yapıya sahip olduğunu, planlama, eylem, gözlemlene ve yansıtma basamaklarından oluştuğunu ifade etmişlerdir. Sagor (2000) bu sarmal yapı içerisinde atılması gereken adımların bazılarının yer değiştirebildiğini, bazılarının daha ayrıntılı bir biçimde ele alınabildiğini ve bazılarının çıkarılabileceğini ifade etmiştir.

Benzer şekilde Kemmis ve Wilkinson (1998)'de eylem araştırmasının öz-yansıtma döngüleri içeren sarmal süreçler dizisi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca eylem araştırmasında bir değişimi planlama; değişim sürecine ve sonucuna yönelik eyleme geçme ve gözlem yapma; bu süreç ve sonuçlara yönelik yansıtma yapma; yeniden planlama süreçlerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Bu süreç aşağıda Şekil-1'de gösterilmiştir.



Şekil1. Öz-Yansıtma Sarmalı

Kaynak: Kemmis ve Wilkinson, 1998, s. 22

Eylem araştırması, eylemlerin ve öğretimin niteliğini arttırmak ve iyileştirmek için yapılmaktadır. Ayrıca öğretmenlerin kendi uygulamalarını gözlemlmeleri, incelemeleri için önemli veriler sunan bir araştırma yöntemidir. Bu araştırma için eylem araştırması modelinin seçilmesinin nedeni öğrencilerin tahmin becerisini kazanmada zorlanmalarına çözüm ararken ve beceriyi geliştirirken uygun yöntem olduğunun düşünülmesidir. MEB (2018) tarafından belirlenen sınıf seviyelerine göre ölçüsel

tahmin kazanımlarının sayısı, öğrenme ve alt öğrenme alanlarına göre dağılımları Şekil 2’de verilmiştir.

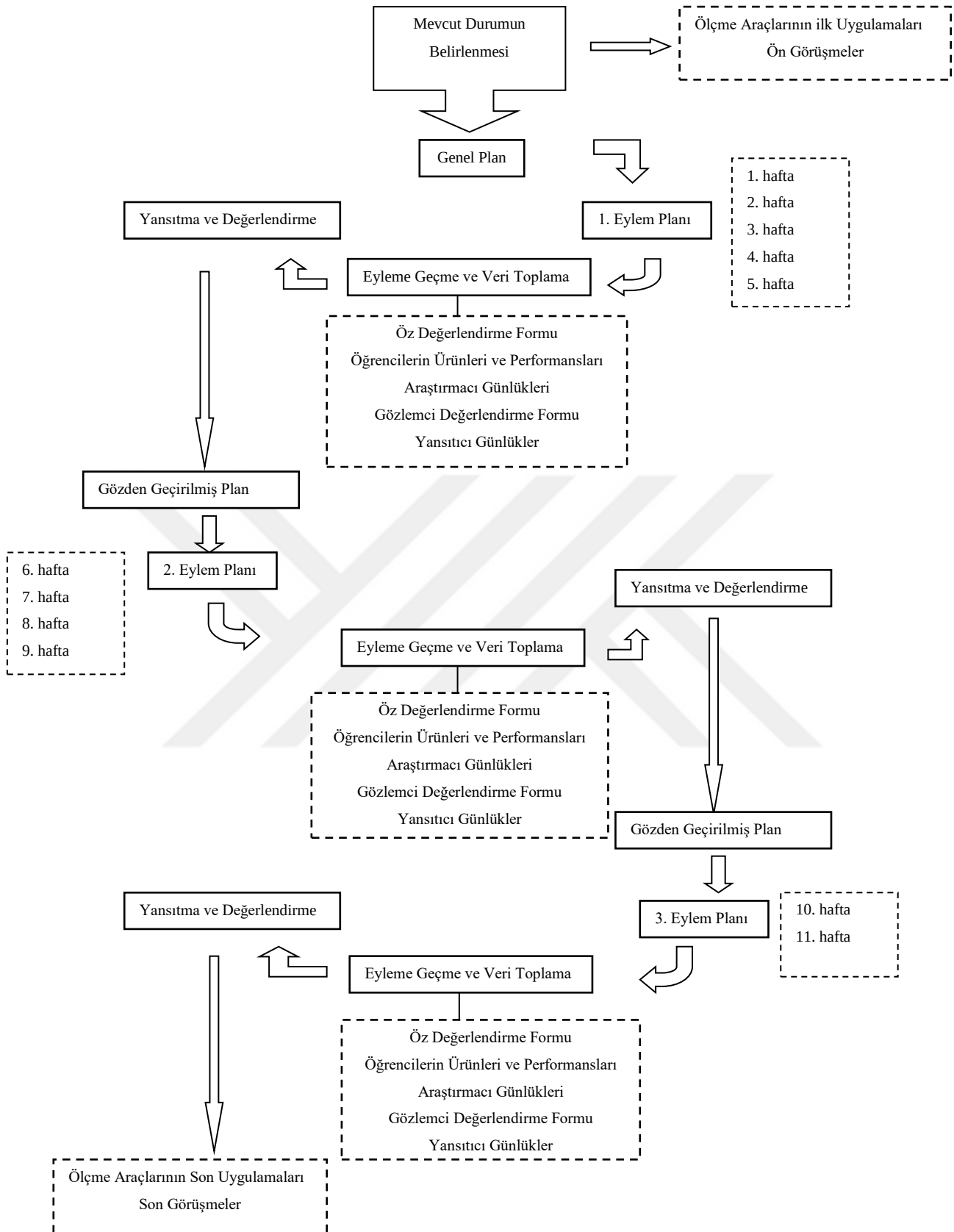
Sınıf seviyeleri	Öğrenme Alanı	Alt öğrenme alanı	Kazanımlar
1. Sınıf	Ölçme	Uzunluk ölçme	M1.3.1.3 Bir nesnenin uzunluğunu standart olmayan ölçme birimleri türünden tahmin eder ve ölçme yaparak tahmininin doğruluğunu kontrol eder.
2. Sınıf	Sayılar ve işlemler	Doğal Sayılar	M2.1.1.3 Verilen bir çoklukta ne nesne sayısını tahmin eder, tahminini sayarak kontrol eder.
		Geometrik cisimler ve şekiller	M2.3.1.4. Uzunlukları metre veya santimetre birimleri türünden tahmin eder ve tahminini ölçme sonucuyla karşılaştırarak kontrol eder.
3. Sınıf	Ölçme	Alan ölçme	M3.3.3.2. Bir alanı, standart olmayan alan ölçme birimleriyle tahmin eder ve birimleri sayarak tahminini kontrol eder.
		Tartma	M3.3.6.2. Bir nesnenin kütlesini tahmin eder ve ölçme yaparak tahmininin doğruluğunu kontrol eder.
		Sıvı ölçme	M3.3.7.2. Bir kaptaki sıvının miktarını litre ve yarım litre birimleriyle tahmin eder ve ölçme yaparak tahmininin doğruluğunu kontrol eder.
4. Sınıf	Ölçme	Uzunluk ölçme	M4.3.1.3 Doğrudan ölçebileceği bir uzunluğu en uygun uzunluk ölçme birimiyle tahmin eder ve tahminini ölçme yaparak kontrol eder.
		Sıvı ölçme	M4.3.6.4 Bir kaptaki sıvının miktarını, litre ve mililitre birimleriyle tahmin eder ve ölçme yaparak tahminini kontrol eder.
5. Sınıf	Ölçme	Uzunluk ölçme	M5.2.3.2. Üçgen ve dörtgenlerin çevre uzunluklarını hesaplar, verilen bir çevre uzunluğuna sahip farklı şekiller oluşturur. <i>Çevre uzunluğunu tahmin etmeye yönelik çalışmalara yer verilir.</i>
		Alan ve zaman ölçme	M5.2.4.2. Belirlenen bir alan santimetrekare ve metrekare birimleriyle tahmin eder. <i>Tahminlerin ölçme yaparak kontrol edilmesine yönelik çalışmalara yer verilir.</i>
6. Sınıf	Geometri ve Ölçme	Geometrik cisimler	M6.3.4.5 Dikdörtgenler prizmasının hacmini tahmin eder.

Şekil 2. Ölçüsel Tahmin Becerisine İlişkin Kazanımlar

Bu kazanımların olmasına rağmen öğrencilerin tahmin becerisi gerektiren problemleri çözemedikleri ve daha çok rastgele tahmin stratejisinin kullanıldığı gerek araştırmacı tarafından, gerekse yapılan çalışmalarda (Er ve Artut, 2014; Kılıç ve Olkun, 2013; Sowder, 1992) saptanmıştır. Ayrıca matematik öğretim müfredatında 7. ve 8. sınıf düzeyinde ölçüsel tahmin becerisine ilişkin kazanım bulunmaktadır.

Bu araştırma ile 7. sınıf öğrencilerinin hangi zorluklarla karşılaştıklarını saptamak amacı ile bu tespitler doğrultusunda bir eylem araştırması ile bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

Araştırmacı gözlemlerinden ve alan yazından sınıf ortamında çekilen zorluklar için çözülmesi gereken noktaların; öğrencilerin problemi anlamadan çözüm yapmaya çalışmaları, tahmin etme yerine kâğıt kalem kullanarak hesaplama yapmayı tercih etmeleri saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin tahmini rastgele yapılan bir eylem olarak düşünmeleri, öğrencilerin akıl yürüterek, varsayımlarda bulunarak sonuca ulaşamamaları ve öğrencilerin yaptıkları çözümü açıklayamamaları durumu söz konusudur. Bu çalışmada Fermi problemlerine dayalı bir öğretim uygulanmak istenmesinin sebebi, Fermi problemlerinin problem çözme sürecini ortaya çıkarmasıdır. Ayrıca Fermi problemlerinin tahmin ve varsayımlar gerektirerek çözülmesi gereken problem türü olması durumu da dikkate alınmıştır. Bu çalışmada izlenen eylem araştırması süreci, Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Eylem Araştırması Süreci

Kaynak: Kemmis ve Wilkinson, 1998'e göre düzenlenmiştir.

Şekil 3'e göre eylem araştırması sürecinde, her döngüye yönelik eylem planları hazırlanıp uygulanmış, yansıtma yapıp değerlendirilmiş ve değerlendirme süreci sonunda ulaşılan sonuçlar bir sonraki eylem planına yansıtılmıştır.

Araştırmacının Rolü

Eylem araştırması; katılımcı eylem araştırması, bağlamsal eylem araştırması, özgürlükçü araştırma, işbirlikçi araştırma, eylem öğrenme, gibi isimlerle de bilinmektedir (O'Brien, 2001). Eylem araştırmalarını, öğretmenin araştırma sürecinde araştırmacı rolünü üstlenmesinden dolayı alan yazında öğretmen araştırması olarak görmek de mümkündür (Köklü, 2001). Eylem araştırmalarında araştırmacının rolü, problem durumunu doğru şekilde saptamak veya açıklamaktır. Ayrıca çözümlerden etkilenenlerin durumunu değiştirmek ve geliştirmektir (Zuber ve Skeritt, 2001).

Bu araştırma sürecinde, araştırmacı ölçüsel tahmin becerini geliştirmek için Fermi problemleri ile zenginleştirilmiş öğretime yönelik çalışmaların ve uygulamaların sürecini yöneteceğinden, dersin öğretmenin gözlemci olarak sürece dâhil edilmesinin ve sürece yönelik görüşlerini sunmasının etkili olacağı düşünülmüştür. Bunun yanı sıra, bu çalışmada araştırmacı, araştırma sürecinde verileri toplayıp, analizleri gerçekleştirmiş, eylem planlarının hazırlayıcısı görevini üstlenmiştir. Bu görevler doğrultusunda araştırmacı, bu araştırmada “araştırmacı öğretmen” olarak rol almıştır.

Çalışma Grubu

Eylem araştırmaları problemle doğrudan ilgili kişilerle gerçekleştirilir. Özel tanımlı bir grupla gerçekleştirildiği için eylem araştırmalarında genellikle evren ve örneklem aynıdır. Bu doğrultuda araştırmada çalışma grubunun belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yöntemiyle, çalışmanın amacı doğrultusunda, zengin durumlar seçilip, derinlemesine araştırılabilir. Bir araştırmada gözlem birimleri belli niteliklere sahip olaylar, kişiler, nesneler veya durumlardan oluşuyorsa ölçüt örnekleme yöntemi ile çalışma grubu belirlenir (Büyüköztürk vd. 2010).

Çalışma grubunun seçiminde ölçüt olarak belirlenen problem durumuna yönelik sınıfta sorun yaşanıyor olması, 7. sınıf düzeyinde olmaları göz önünde

bulundurulmuştur. Araştırmanın çalışma grubu Adana ilinde Sarıçam ilçesinde 2020–2021 eğitim-öğretim yılı 2. dönemde öğrenim gören 7. sınıf öğrencileridir. Araştırmanın amacına ulaşabilmesi için okuldaki 7. sınıf öğrencilerinin tamamına ölçüsel tahmin başarı testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda ölçüsel tahmin becerisi düşük olan sınıfın öğrencileri ile araştırma yürütülmüştür. Öğrenciler Fermi problemleri üzerinde bireysel olarak çalışmışlardır. Araştırmanın 7. sınıf öğrencileri ile yapılmasının nedeni 6. sınıf sonuna kadar öğrencilere ölçüsel tahmin ile ilgili tüm kazanımların sunulmuş olmasıdır. Ayrıca araştırma grubundaki öğrencilerin matematik dersi akademik başarı ortalamasının en düşük sınıf olduğu saptanmıştır. Araştırma grubu olarak belirlenen sınıftaki öğrencilerin cinsiyete ve matematik not ortalamalarına ilişkin bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

Öğrencilerin Cinsiyete Göre Matematik Not Ortalamaları

Cinsiyet	Matematik Dersi Not Ortalaması	
	N	$\bar{X}$
Kız	13	76,73
Erkek	11	69,67
Toplam	24	73,50

Tablo 1’e göre 13 kız, 11 erkek olmak üzere toplam 24 öğrenci bulunmaktadır. Kız öğrencilerin matematik dersi not ortalamasının 76,73, erkek öğrencilerin matematik dersi not ortalamasının 69,67 olduğu görülmektedir. Pandemi süreci nedeniyle öğrencilerin 2019–2020 eğitim öğretim yılındaki yılsonu matematik ders ortalamaları dikkate alınmıştır.

Geçerlik Komitesi

Geçerlik komitesi üç kişiden oluşmaktadır. Bu komitede tez danışmanı Prof. Dr. S. Renan SEZER (Ankara Üniversitesi) ve TİK danışmanları olan Prof. Dr. Perihan Dinç ARTUT (Çukurova Üniversitesi), Dr. öğretim üyesi Ebru AYLAR ÇANKAYA (Ankara Üniversitesi), yer almaktadırlar. Geçerlik komitesiyle tez süreci boyunca toplam dört toplantı yapılmıştır. Bu toplantılar 2020–2021 yılları arasında 1. toplantı

2020 Haziran ayı, 2. toplantı 2020 Aralık ayı, 3. toplantı 2021 Haziran ayı ve 4. toplantı 2021 Aralık ayında yapılmıştır. Bunun yanı sıra komite üyesi ve tez danışmanı olan Prof. Dr. S. Renan SEZER süreç boyunca belli aralıklarla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresince geçerlik komitesi üyelerine posta yoluyla bilgilendirmeler yapılmış ve önerileri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca, uygulamanın yapıldığı dersin resmi öğretmenin de görüşleri alınmıştır.

Verilerin Toplanması

Eylem araştırmasında geliştirilmek istenen durumla ilgili verilerin toplanması ve analiz edilmesi sürecinde çeşitli yöntem ve teknikler kullanılmaktadır. Alan yazında eylem araştırması daha çok nitel araştırma yöntemi olarak görülmektedir. Karasar (2009), eylem araştırmalarının belli bir yerde katılanlarla sınırlı sonuçlar ortaya koyduğunu, elde edilen sonuçların yerel nitelikte olduğunu ve genelleme amacı taşımadığını, bu nedenlerden dolayı da nitel bir araştırma yaklaşımı olduğunu ifade etmiştir. Kock (1997), eylem araştırmalarının sadece nitel bir yaklaşım olmadığını, araştırmada kullanılacak veri toplama araçları ve yönteminin belirlenmesinin araştırmacının yetişmişlik düzeyine ve araştırama konusuna dayandığını, bu durumlara bağlı olarak da eylem araştırmalarında hem nitel hem de nicel veri toplama araçlarının ve yöntemlerinin kullanılabileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde Yıldırım ve Şimşek (2003), eylem araştırmalarında daha çok nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra eylem araştırmaların nitel ve nicel veri toplama araçlarının bir arada kullanıldığı karma bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Eylem araştırmalarında, araştırma problemine göre en uygun veri toplama araçları belirlenmelidir. Hem nicel hem de nitel veri toplama teknikleri kullanılabilir (Uygun, 2019). Eylem araştırmalarında yaygın olarak kullanılan nitel veri toplama yöntem ve teknikleri; günlük tutma, gözlem, görüşme, belgesel tarama, örnek olay, açık uçlu sınavlardır. Nicel veri toplama yöntem ve teknikleri ise anket, ölçek, çoktan seçmeli sınavlar olabilir (Borgia ve Schuler, 1996; Bogdan ve Biklen, 1992; Elliot, 1991; Q'Brien, 2001, Büyüköztürk ve diğerleri, 2010). Araştırmada daha geçerli ve güvenilir sonuçlara ulaşmak için mümkünse birbirini tamamlayacak veri toplama yöntemlerinin birlikte kullanılması önemlidir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2010).

Bu araştırma sürecinde, mevcut durumun belirlenmesi ve süreçteki değişimlerin gözlenmesi için nicel veriler kullanılmıştır. Belirlenen mevcut durumun ve süreçteki değişimlerin nedenlerinin ortaya çıkarılması için nitel veriler kullanılmıştır. Bu araştırmada yer alan veri toplama araçları üç başlıkta toplanmış olup, Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Araştırmada Yer Alan Veri Toplama Araçları

Uygulama Öncesi	Uygulama Süreci	Uygulama Sonrası
— Ölçüsel Tahmin Becerisi	— Öz Değerlendirme Formu	— Ölçüsel Tahmin Becerisi
Hazır Bulunuşluk Testi (ÖTBHBT)	— Yansıtıcı Günlükler	Hazır Bulunuşluk Testi (ÖTBHBT)
— Ölçüsel Tahmin	— Öğrencilerin Ürünleri ve Performansları	— Ölçüsel Tahmin
Görüşme Formu (ÖTGF)	— Araştırmacı Günlükleri	Görüşme Formu (ÖTGF)
	— Gözlemci Değerlendirme Formu	

Nicel veri toplama aracı olarak Fermi problemlerine dayalı öğretimin etkisini incelemek amacıyla uygulama öncesi ve uygulama sonrası kullanılmak üzere geliştirilen Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi (ÖTBHBT) ölçme aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen ÖTBHBT’nin pilot uygulaması, geçerlik, güvenirlik çalışmaları yapıp son hali verildikten sonra araştırmada kullanımı gerçekleşmiştir. Araştırmanın başlangıcında, ÖTBHBT’nin okuldaki tüm 7. sınıf öğrencilerine uygulanması sonucunda araştırmanın çalışma grubu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra öğrencilerin kullandıkları ölçüsel tahmin stratejilerini ve Fermi problemlerini çözebilme becerisini kazanıp kazanmadıklarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen ve açık uçlu problemlerden oluşan Ölçüsel Tahmin Görüşme Formu (ÖTGF), uygulama öncesi ve sonrasında nitel veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Uygulama sürecine ilişkin veri elde etmek için “Öz Değerlendirme Formu, Yansıtıcı Günlükler, Öğrencilerin Ürünleri ve Performansları, Araştırmacı Günlükleri, Gözlemci Değerlendirme Formu” veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Nitel veri toplama araçlarının oluşturma aşamasında alan uzmanlarının görüşleri alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi

Bu araştırmada geliştirilen ölçüsel tahmin becerisi hazır bulunuşluk testinde açık uçlu maddeler kullanılmıştır. Kutlu ve Kula-Kartal (2018) testlerde kullanılan açık uçlu maddelerin öğrencinin cevabını yapılandırmasına olanak sağladığını, cevabının gerekçelerini açıklama fırsatı sunduğunu ve düşüncelerini özgür olarak ifade edebilmesini sağladığını belirtmiştir. Açık uçlu maddelerin en önemli özelliğinin öğrencilere cevap özgürlüğünü sunması olduğu söylenebilir.

Açık uçlu soruların ölçme değerlendirme süreçleri açısından çoktan seçmeli testlere göre sağladığı bazı avantajlar vardır. Açık uçlu sorularla, üst düzey düşünme becerileri etkili bir biçimde ölçülebilir (Bahar, Nartgün, Durmuş ve Bıçak, 2010). Açık uçlu sorular, şans başarısını ortadan kaldırarak ölçme hatasını azaltır ve çoktan seçmeli maddelere kıyasla daha kolay hazırlanabilir (Başol, 2018; Turgut ve Baykul, 2012).

Bu bağlamda öğrencilerin ölçüsel tahmin becerine ilişkin üst düzey düşünme becerini ortaya çıkarmayı sağlayacak açık uçlu maddelerden oluşan ölçüsel tahmin becerisi hazır bulunuşluk testi ölçme aracı olarak geliştirilmiştir. ÖTBHBT uygulanmadan önce testin ve dereceli puanlama anahtarının geçerlik çalışmaları kapsamında, beş Matematik Eğitimi uzmanından ve dört matematik öğretmeninden görüş alınmış ve görüşler doğrultusunda değişiklikler yapılarak pilot uygulama için deneme testi hazırlanmıştır. Birinci sınıftan 7.sınıfa kadar ölçüsel tahmin becerisini içeren 11 kazanım vardır (MEB, 2018). ÖTBHBT'nin uygulanacağı grup 7. sınıf düzeyinde olduğundan uzunluk ölçme, alan ölçme, sıvı ölçme, geometrik cisimler (hacim ölçme), tartma (ağırlık ölçme) alt öğrenme alanlarındaki kazanımları içerecek biçimde, her bir alt öğrenme alanına yönelik beşer maddeden oluşan toplam 27 maddelik açık uçlu bir test oluşturulmuştur. Uzmanlardan gelen görüşler neticesinde kazanımı karşılamadığı gerekçesi ile 27 maddelik test 25 maddelik test halini almıştır.

Ölçüsel tahmin hazır bulunuşluk testinde *'Sınıfımızdaki akıllı tahtanın çevresinin uzunluğunu tahmin ediniz?'* , *'Yetişkin bir kedinin yaklaşık ağırlığını tahmin ediniz?'* , *'Bir yemek kaşığının alabileceği sıvı miktarını tahmin ediniz?'* gibi maddeler bulunmaktadır. Araştırmada kullanılan ÖTBHBT EK 3'te sunulmuştur. Bu testte öğrencilerden problemleri çözmeleri ve daha sonra çözümlerinin gerekçelerini

açıklamaları istenmektedir. Testin çözüm süresi her soru için 2 dakika olmak üzere toplam 50 dakika olarak planlanmıştır. Testin çözülmesi için verilen sürenin, öğrencilerin zihinsel gelişim süreci açısından uzun olabileceği düşünülmüş, bu yüzden testin iki oturumda uygulanması planlanmıştır. Bunun nedeni öğrencilerin zaman sınırlaması olmaksızın problemleri anlayıp, özgürce çözmelerini sağlayabilmektir.

Pilot uygulama amacıyla hazırlanan deneme testi, uygulamanın yapılacağı devlet okulunda 2019–2020 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde yedinci sınıfta öğrenim görmekte olan 164 öğrenciye uygulanmıştır.

Deneme testi uygulandıktan sonra, aritmetik ortalama değeri en düşük olan sınıf pilot çalışma için uygun olan grup olarak belirlenmiştir. Araştırma yapılacak sınıfa ilişkin ÖTBHBT’ye verilen cevaplar hem deneyimli bir matematik öğretmeni hem de araştırmacı tarafından puanlanarak değerlendirilmiştir. Puanlayıcılar arası güvenilirliği hesaplamak için, normallik varsayımı yapılan analizlerle kontrol edilmiş, normallik sağlandığı için ilişkin Pearson korelasyon katsayısını hesaplamaya karar verilmiştir. Yapılan analizlere göre iki puanlayıcının toplam puanlamaları arasında pozitif güçlü bir korelasyon $r=0.84$, $n=13$, $p<0.001$ olduğu görülmüştür.

Gerçekleştirilen güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları sonucunda hazırlanan testin öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisi hazır bulunuşluğunu belirlemede güvenilir ve geçerli bir araç olduğu belirlenmiştir.

Ölçüsel Tahmin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Ölçüsel tahmin yarı yapılandırılmış görüşme formu ile öğrencilerin kullandıkları ölçüsel tahmin stratejilerini belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin strateji kullanımı kapsamında uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında, öğretimin etkilerinin incelenmesi sağlanmıştır. Sorular sıvı ölçme, uzunluk ölçme, ağırlık ölçme, alan ölçme, hacim ölçme alt öğrenme alanlarını içermekte olup 11 açık uçlu maddeden oluşmaktadır (EK 5). Ölçüsel tahmin yarı yapılandırılmış görüşme formu uzman görüşü doğrultusunda düzenlenmiştir. Ölçüsel tahmin görüşme formunda ‘*Masanın üzerinde duran bardaktaki suyun miktarı ne olabilir?*’, ‘*Torbadaki portakalların ağırlığı sizce ne kadardır?*’, ‘*Masanın üzerindeki ipin uzunluğunu tahmin ediniz.*’ gibi maddeler bulunmaktadır. Öğrencilerin soruları doğru anlayıp anlamadığını kontrol

etmek ve cevaplarını detaylı olarak açıklamaları için, cevaba nasıl ulaştıklarını anlatmaları, cevaplarının gerekçelerini açıklamaları istenmiştir.

Maddelere ilişkin gerekli olacak olan görsel materyallerin (torbalar, ipler, vs.) önceden bir odada hazır bulundurulması ve öğrencilere bireysel olarak sorularak verilerin toplanması sağlanmıştır. Burada amaç cevabın doğru ya da yanlış tahmin olması gözetilmeksizin öğrencinin kullandığı stratejiyi belirlemektir. Süreçte veriler, ses kaydı alınarak elde edilmiştir. Uygulama öncesinde yapılan görüşmelerin toplam süresi 242 dakika 50 saniye, uygulama sonrasında yapılan görüşmelerin toplam süresi ise 240 dakika 36 saniyedir.

Öğrenci Öz-Değerlendirme Formları

Logan (2009) öz değerlendirmeyi bireyin belli ölçütler yardımıyla kendi öğrenmesini değerlendirdiği bir süreç olarak ifade etmiştir. Birey kendi öğrenmelerini değerlendirerek, sürece aktif olarak katılır ve böylece kendi öğrenmesinde sorumluluk almış olur (Cheng ve Warren, 1999; Roberts, 2006). Stenmark(1989) kendi gelişim ve öğrenimini değerlendirme kapasitesinin ve isteğinin öğrencilerin geliştirebilecekleri en üstün yeteneklerden biri olduğunu ifade etmiştir.

Öğrencilerin öğretim sürecinde yapılan uygulamalara yönelik öz-değerlendirmelerini belirlemek için, EK 8’de verilen ve her etkinlik sonunda öğrencilerden doldurmaları istenen Öğrenci Öz-Değerlendirme Formları kullanılmıştır. Bu formda öğrencilerin ilgili etkinliğin kazanımlarını ne düzeyde kazandıklarını değerlendirmeleri istenmiştir.

Yansıtıcı Günlük

Yansıtıcı düşünme becerisi, bireyin öğrenme ve düşünme sürecine ilişkin farkındalığını sağlamasının yanı sıra, kendini değerlendirebilme becerisi olarak ifade edilir (Ersözlü ve Kazu, 2011). Wilson ve Jan (1993), yansıtıcı günlüklerin, yansıtıcı düşünme becerisini geliştiren teknik ve stratejilerden biri olduğunu ifade etmişlerdir. Yansıtıcı günlükler; öğrencilerin kendi öğrenmelerine ilişkin ne tür bilgilere sahip olduklarını, güçlü ve zayıf yönlerinin neler olduğunu, ne düzeyde anladıklarını, neyi bilip bilmediklerini, kullandıkları stratejilerin neler olduğunu yazdıkları öğrenme

günlükleridir. Aynı zamanda yansıtıcı günlükler ile öğrencilerin öğrenme süreçlerini, düşüncelerini, değişen fikir ve tepkilerini tespit etmek mümkündür (Wilson ve Jan, 1993). Bu araştırmada da kullanılan yansıtıcı günlükler ile öğrencilerin uygulamalara ilişkin görüşleri ve uygulama sürecine ilişkin önerileri belirlenmiştir. Bu araştırmada kullanılan yansıtıcı günlük formu EK 9’da sunulmuştur.

Öğrencilerin Ürünleri ve Performansları

Eylem araştırmalarında kullanılan portfolyo fikri araştırmacılara öğrencilerin çalışmalarını değerlendirme fırsatını verir. Böylece araştırmacı öğrencinin mevcut durumu ve ilerlemesine ilişkin fikir sahibi olabilir. Portfolyo bir süreç değerlendirme aracıdır. Farr ve Tone (1994) portfolyo değerlendirmenin öğrencileri cesaretlendirdiğini, çeşitli bakış açısı kazandırdığını ifade etmişlerdir. Portfolyo, öğrenci çalışmalarını uzun dönemde değerlendirebilmek için araştırmacılara oldukça kullanışlı bir metot sağlamaktadır. Portfolyoların içinde çalışma yaprakları, ev ödevleri yer alabilir (Tomal, 2010). Bu araştırmada uygulama sürecinde her derste kullanılan ders etkinliklerine ilişkin çalışma yaprakları araştırmacı tarafından hazırlanmış olup, tez danışmanı ile birlikte gözden geçirilerek son hali verilmiştir. Gerçekleştirilen uygulamada öğrenciler tarafından çözümü yapılan Fermi problemine içeren çalışma yaprakları toplanmıştır ve öğrencilerin portfolyo dosyasında yer almıştır.

Araştırmacı Günlüğü

Araştırmacı günlüğü kişisel görüşleri yansıtan bir veri deposudur. Araştırmacı günlüğü, araştırmacının uygulamalar hakkındaki görüşlerinin, uygulama esnasında aldığı notların, araştırmanın amacının, yönteminin belirtildiği önemli bir veri kaynağıdır.

Çelikkol (2016), eylem araştırmasında problem durumunun saptanması, problemin çözümü için araştırmacı tarafından ileri sürülen fikirlerin, araştırmacı notlarının oldukça önemli olduğunu belirtmiştir. Yıldırım ve Şimşek’e (2013) göre araştırmacı notları, araştırmacının kendi gözlemlerini yansıtmaktadır.

Eylem araştırmasında yer alan döngüler birbirini destekler, araştırmacı günlüğü de bu döngüye katkı sağlar ve özellikle yansıtma basamağından ayrı düşünülemez.

Yansıtma basamağı araştırma sürecinin yazılmasını kapsar. Bu yazılar, araştırmanın her aşamasının güçlü veya zayıf yanlarını, araştırmacının kişisel görüşlerini kapsar. Araştırmacı günlükleri bu basamağı olduğu gibi yansıtabilmek açısından önemli ve kullanışlı veri toplama aracıdır (Altrichter, Posch ve Somekh, 1993).

Bu araştırmada, araştırmacı günlüğü kullanılarak verilerin nasıl toplandığı, sürecin nasıl işlediği ve süreçte yapılan değişikliklerin neler olduğu teze yansıtılmıştır. Araştırmada not almayı kolaylaştırmak için araştırmacı tarafından form oluşturulmuştur. Araştırmacı günlüğü formu EK 11’de sunulmuştur.

Gözlemci Değerlendirme Formu

Gözlem eylem araştırmasının dayanak noktasıdır. Araştırmacılara doküman sağlar ve sınıf içerisinde olan olayları ve iletişimlerini sistematik bir şekilde yansıtır.

Araştırmacı tarafından gözlemci değerlendirme formu oluşturulmuştur. Araştırmada gözlemci olarak görev alan dersin öğretmeni her hafta yapılan uygulamalara katılmıştır. Ayrıca gözlemci öğretmen yapılan çalışmalara yönelik görüşlerini gözlemci öğretmen değerlendirme formuna aktarmıştır. Bu form, gözlemci öğretmenin dersin giriş, gelişme, sonuç-değerlendirme bölümlerine ve yapılan uygulamalara yönelik olumlu olumsuz görüşlerini içermektedir. Dersin resmi öğretmeni her hafta uygulamalara katılmış ve görüşlerini gözlem formunda belirtmiştir. Gözlemci değerlendirme formu EK 10’da sunulmuştur.

Uygulama Süreci

Pilot Uygulama Süreci. Pilot uygulama sürecinde araştırmacı sürece ilişkin deneyim kazanmıştır. Bu süreçte ayrıca kullanılan veri toplama araçlarında gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Pilot uygulama süreci ölçüsel tahmin becerisi hazır bulunuşluk testi sonunca en düşük ortalamaya sahip katılımcı sınıfın belirlenmesiyle başlamıştır. Araştırmanın yapılacağı sınıf belirlendikten sonra ölçüsel tahmin görüşme formu ile öğrencilerle ön görüşmeler yapılmıştır. Daha sonra 10 hafta boyunca uygulamalar yapıp ÖTBHBT ve ÖTGF uygulanarak süreç bitirilmiştir. Pilot uygulama süreci sonrasında 7. etkinlikte kullanılan Fermi probleminde öğrencilerin daha aşına oldukları ve bildikleri kavramlar üzerinden gidilerek düzenleme yapılmasına, 8.

etkinliğin öğrenci seviyesinin üstünde olduğu için araştırmadan çıkarılmasına, karar verilmiştir. Ayrıca ilk etkinlikte öğrencilere sürecin anlatımı yapıldığından ders planı yetişmediği için sürece yönelik bilgilendirmenin yapıldığı bir etkinlik planının eklenmesine, birinci etkinlik sonunda verilen ödevdeki problemlerden birinin bir etkinlik olarak planlanmasına karar verilmiştir. Böylece toplam 11 etkinlik olması kararlaştırılmıştır. Bunun yanı sıra pandemi süreci nedeni ile ders saatleri 30 dakika olduğundan, etkinliklerin 30 dakikalık süreyi aşmayacak biçimde gözden geçirilmesine, etkinliklerde pekiştirme ödevi olarak verilen kısımdaki bazı problemlerin etkinlik olarak düzenlenmesine, veri kaybı olmaması için ödev verilmemesine karar verilmiştir.

Araştırmanın Uygulama Süreci. Araştırmada planlanan tarihte ÖTBHBT ve ÖTGF uygulanmış, daha sonra on bir haftalık bir uygulama süreci gerçekleşmiştir. Araştırmanın uygulama süreci EK 6’da verilen örnek ders planları çerçevesinde yürütülmüştür. İkinci, dördüncü, beşinci, altıncı ve onuncu etkinliklerde ikişer adet, üçüncü, yedinci, sekizinci, dokuzuncu ve on birinci etkinliklerde birer adet olmak üzere toplam 15 adet çalışma kâğıdı verilmiştir. Bu çalışma kâğıtlarından birincisi dersin giriş aşamasında öğrencilere dağıtılmıştır. Dersin giriş aşamasında dağıtılan bu çalışma kâğıdı, öğrencilerin ön bilgileri hatırlatmak amacıyla araştırmacı tarafından oluşturulmuş olup öğrencilerden beklenenin ne olduğu açık bir dille ifade edilmiştir.

Bu aşamadan sonra ders sırasında, öğrencilerin üzerinde bireysel olarak çalıştıkları, Fermi probleminin olduğu ikinci çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Bu aşamada öğrenciler iş başındadır. Öğretmenin görevi uygun sorular sorarak, ipucu ve geri bildirimler vererek öğrencilerin uygulama sürecini tamamlamalarını sağlamaktır. Uygulamalardaki Fermi problemleri alan yazın taraması yapılarak, uzman görüşü doğrultusunda düzenlenmiştir. Öğretim sürecinde yapılan uygulamalara ilişkin bilgiler Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3

Öğretim Sürecinde Yapılan Uygulamalara İlişkin Bilgiler

Uygulama planı no	Uygulama süresi	Uygulama içeriği
1. uygulama	1 ders saati	Öğrencilere uygulamaya başlamadan önce ilk hafta bir ders saatinde, uygulamaların kaç hafta süreceğinden, sürecin nasıl işleyeceğinden, Enrico Fermi'den, Fermi problemlerinden, örnek bir Fermi probleminin çözüm aşamalarından, tahmin ve ölçü birimleri arasındaki ilişkiden bahsedilmiştir. Ders sonunda öğrencilerin süreçle ilgili soruları dinlenmiş ve cevaplanmıştır. Bir sonraki derste yapılacak etkinliğe ilişkin kısa bilgiler verilmiştir.
2. uygulama	2 ders saati	Ölçüsel tahmin kapsamında, uzunluk ölçme konusuna ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı uzunluk ölçümü ile ilgili iki kazanım içermektedir. İkinci hafta uygulamasında öğrencilere “Hafta içi günlerde okula yürüyerek gidip gelmiş olsaydın bir ayda ne kadar mesafe yürümüş olurdun?” Fermi problemi sorulmuştur.
3. uygulama	1 ders saati	Ölçüsel tahmin kapsamında, uzunluk ölçme konusuna ilişkin Fermi problemini içeren çalışma kâğıdına yer verilmiştir. Bu ders planı uzunluk ölçme ile ilgili kazanım olmak üzere bir kazanım içermektedir. Üçüncü hafta uygulamasında öğrencilere “Hafta içi günlerde okula yürüyerek gelmiş olsaydın bir ayda tahminen kaç adım atardın?” Fermi problemi sorulmuştur.
4. uygulama	2 ders saati	Ölçüsel tahmin kapsamında, alan ölçme konusuna ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemini içeren çalışma yaprağına yer verilmiştir. Bu ders planı biri uzunluk ölçme, ikisi alan ölçmeye yönelik toplam üç kazanım içermektedir. Dördüncü hafta uygulamasında öğrencilere “Okulumuzdaki tüm öğrencilerin matematik ders kitapları yan yana dizildiğinde oluşan alan ile okul bahçesi kaplanabilir mi?” Fermi problemi sorulmuştur.
5.uygulama	2 ders saati	Ölçüsel tahmin kapsamında, hacim ölçme, birçoklukta nesne miktarını tahmin etme konularına ilişkin çalışma yaprağına ve bu konulara ilişkin Fermi problemini içeren çalışma yaprağına yer verilmiştir. Bu ders planı iki kazanım içermektedir. Beşinci hafta uygulamasında öğrencilere “Sınıfımıza tahminen kaç pinpon topu sığar?” Fermi problemi sorulmuştur.

(Devam ediyor)

Tablo 3 (Devam)

Öğretim Sürecinde Yapılan Uygulamalara İlişkin Bilgiler

Uygulama planı no	Uygulama süresi	Uygulama içeriği
6.uygulama	2 ders saati	Ölçüsel tahmin kapsamında, sıvı ölçme ve hacim ölçme konusuna ilişkin çalışma yaprağına ve bu konulara ilişkin Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı biri hacim ölçme, biri sıvı ölçmeye yönelik toplam iki kazanım içermektedir. Altıncı hafta uygulamasında öğrencilere “Dört kişiden oluşan bir ailenin evinde ayda ortalama kaç litre su tüketilmektedir?” Fermi problemi sorulmuştur.
7.uygulama	2 ders saati	Yedinci hafta itibari ile etkinlikler çevrimiçi olarak yapılmıştır. Etkinlik planında düzenlemeler yapılmıştır. Ders sonunda veri toplama aracı olarak kullanılan öz değerlendirme, yansıtıcı günlük, gözlemci değerlendirme formu google form haline dönüştürülmüştür. Ölçüsel tahmin kapsamında, sıvı ölçme konusuna ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı dört kazanım içermektedir. Yedinci hafta uygulamasında öğrencilere “Bir kilo üzümde kaç üzüm tanesi vardır?” Fermi problemi sorulmuştur.
8.uygulama	2 ders saati	Ölçüsel tahmin kapsamında, uzunluk ölçme, alan ölçme, sıvı ölçme ve hacim ölçme konularına ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı toplam dört kazanım içermektedir. Sekizinci hafta uygulamasında öğrencilere “Okul park alanına bir yüzme havuzu yapılsa, havuzun dolması için kaç litre su gerekir?” Fermi problemi sorulmuştur.
9. uygulama	2 ders saati	Ölçüsel tahmin kapsamında, sıvı ölçme konusuna ilişkin Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı bir kazanım içermektedir. Dokuzuncu hafta uygulamasında öğrencilere “Bir insanın hayatı boyunca içtiği sıvı (su ve diğerleri) kaç litredir?” Fermi problemi sorulmuştur.
10. uygulama	2 ders saati	Ölçüsel tahmin kapsamında, ağırlık ölçme konusuna ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı iki kazanım içermektedir. Onuncu hafta uygulamasında öğrencilere “Okulumuzdaki ortaokul öğretmenlerinin arabalarının ağırlıkları toplamını tahmin ediniz” Fermi problemi sorulmuştur.
11. uygulama	1 ders saati	Ağırlık tahmin kapsamında, birçokluktaki nesne miktarını tahmin etme konularına ilişkin Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı iki kazanım içermektedir. On birinci hafta uygulamasında öğrencilere “Okuldaki tüm öğrencilerin ağırlıkları toplamı kaç karpuz ağırlığı eder?” Fermi problemi sorulmuştur.

Öğretim sürecinde çoğunlukla uygulamalarda düz anlatım tartışma, soru cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır. Yedinci hafta uygulaması itibari ile dersler çevrimiçi ortamda yapılmıştır. Uygulamaların her birinin sonunda yansıtıcı günlük ve öz-değerlendirme formları aracılığıyla dersin değerlendirilmesi tamamlanmıştır.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada, mevcut durumun belirlenmesi, uygulama sürecinin incelenmesi ve süreçteki değişimlerin belirlenmesine yönelik uygulama öncesinde, uygulama sonrasında ve uygulama sürecinde elde edilen verilerin analizinde, veri türüne göre çeşitli nitel ve nicel veri analizi teknikleri göz önünde bulundurularak analizler yapılmıştır.

Nicel Verilerin Analizi

Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi Analizi. Alan yazında tahmin becerinin değerlendirilmesine ilişkin farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Van de Walle vd., (2016) kabul edilebilir tahmin değeri için uzunluk tahminlerinde %10, hacim ve ağırlık tahminlerinde %30 aralığının alınabileceğini ifade etmiştir. Levine (1982), yaklaşık tahmin yapabilme üzerine yoğunlaştığı çalışmasında, yapılan tahmin değeri kesin cevaba %10 yakın değerde ise 3 puan, %10–20 arasında ise 2 puan, %20–30 arasında ise 1 puan ve %30’dan uzak ise 0 puan vermiştir. Bu araştırmada öğrencilerin ölçüsel tahmin başarı testinde verdikleri cevaplar analiz edilirken Levine’nin yaklaşımı benimsenmiştir. Öğrenci herhangi bir cevap üretememiş, bir fikri olmadığını belirtmiş ise veya verilen tahmin gerçek ölçümden %30’dan uzak ise ‘0’ puan verilmiştir. Verilen cevap $\pm\%30$ ve $\pm\%20$ tahmin aralığında ise “1” puan, verilen cevap $\pm\%20$ ve $\pm\%10$ tahmin aralığında ise “2” puan, verilen cevap $\pm\%10$ tahmin aralığında ise “3” puan verilmiştir. Testte toplam 25 madde olup testten alınabilecek maksimum puan 75’tir. Testten alınan puan 0 puan ise kabul edilemez düşük tahmin düzeyi, 0–24 puan aralığında ise kabul edilebilir düşük tahmin düzeyi, 25–49 puan aralığında ise kabul edilebilir orta tahmin düzeyi, 50–74 puan aralığında ise kabul edilebilir iyi tahmin düzeyi, 75 puan ise kabul edilebilir çok iyi tahmin düzeyi olarak değerlendirilmiştir. Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi dereceli puanlama

anahtarı EK 4’te verilmiştir. Tüm maddelere verilen yanıtlar üzerinden toplam puan hesaplanmış ve toplam puan üzerinden istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırma öncesinde ve sonrasında uygulanan ölçüsel tahmin beceri testinden elde edilen toplam puanlar normal dağılım göstermediği belirlendiğinden parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli sıralar testi yapılmıştır.

Öğrenci Öz-Değerlendirme Formlarının Analizi. Her ders sonunda öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri için öz değerlendirme formu oluşturulmuştur. Öz değerlendirme formundan elde edilen verilere ilişkin frekans ve yüzde değerleri hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

Öğrencilerin Ürünleri ve Performanslarının Analizi. Öğrencilerin uygulama sürecinde, Fermi problemleri için çözümleri puanlanmıştır. Bu puanlamalar bulgulara yansıtılmıştır. Uygulama esnasında çözümü yapılan Fermi problemlerinin puanlanmasına ilişkin form EK 7’de sunulmuştur.

Nitel Verilerin Analizi

Nitel verilerin analizi konusunda alan yazında farklı yaklaşımlar bulunmasına rağmen yapılan veri analizini içerik analizi ve betimsel analiz olmak üzere iki grupta incelemek mümkündür. Betimsel analizde veriler daha önceden belirlenen temalara göre yorumlanır ve özetlenir. Bu analiz türünde amaç, bulguları yorumlanmış ve düzenlenmiş olarak okuyucuya sunmaktır. İçerik analizi ise verilerin önce kavramsallaştırılması, sonra belirlenen kavramlara göre organize edilip, temaların oluşturulmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu araştırmada ÖTGF’undan elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi ile yansıcı günlüklerden elde edilen veriler içerik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir.

Ölçüsel Tahmin Görüşme Formu Analizi. Bu araştırmada amaç ölçüsel tahmin görüşme formu ile elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin kullandıkları ölçüsel tahmin stratejisini belirleyebilmektir. Bu stratejiler daha öncesinde alan yazında belirlenmiş olduğundan betimsel analiz yöntemiyle incelenmesinin uygun olduğu düşünülmüştür.

Öğrencilerin kimliklerini açıklamamak için Ö1, Ö2,...biçiminde kodlar verilmiştir. Ölçüsel tahmin görüşme formundaki sorularda kullanılan stratejileri belirlemek için, ilgili alan yazın bulguları da incelenerek, var olan bilgi ve tecrübelerle dayalı tahmin stratejisi, var olan bilgi ve tecrübeye dayalı tahmin, gözünde canlandırma, ayırıştırma/yeniden düzenleme, karşılaştırma, rastgele tahmin, temel ölçü karşılaştırması, sıkıştırma/sınırlandırma, referans noktası kullanma, sayısal çokluk tahmini, açıklamasız ve bilgi eksikliği kaynaklı olmak üzere toplam 12 tane strateji belirlenmiştir. Bu stratejilerden birim tekrarlama stratejisi (8. strateji) uzunluk tahmini yapılan nesneye ilişkin verilen cevapların standart olmayan ölçü birimlerini içerdiği durumlardır. Açıklamasız ve bilgi eksikliği stratejileri araştırmacılar tarafından eklenmiş olup sırasıyla 11. ve 12. kod olarak isimlendirilmiştir. Bu kategorilerin içeriği Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Ölçüsel Tahmin Stratejileri ve İçerikleri

Stratejiler	Stratejilerin İçerikleri
1. strateji: Var olan bilgi ve tecrübelerle dayalı tahmin stratejisi kullanımı	Öğrencilerin cevapları önceden edinmiş oldukları tecrübelerden ve bilgilerden yararlanarak buldukları durumlardır (Er, 2014).
2. strateji: Gözünde canlandırma	Ölçülmek istenen nesneyi gözünde canlandırarak tahmin etmeye çalışmak gözünde canlandırma stratejisidir (Siegel vd. 1982). Örnek: Bir metre karelik alanın ne kadar olduğunu gözümüzde canlandırarak bir basketbol sahasının alanını tahmin etme.
3. strateji: Ayırıştırma/yeniden düzenleme -Parçalama- Ayırıştırma:(decomposition/recomposition)	Ölçüsü tahmin edilecek nesneyi alt birimlere parçalayarak veya ayırıştırarak tahmin üretmeye çalışmak olarak tanımlanmıştır (Siegel, vd. 1982; Van de Walle vd., 2016).
4. strateji: Karşılaştırma	Ölçüsü daha kolay belirlenebilecek bir nesneden hareketle başka bir nesneyi kıyaslama yaparak tahmin üretmeye çalışmak karşılaştırma stratejisidir (Tekinkır 2008; Gooya, vd. 2011).
5. strateji: Rastgele tahmin	Herhangi bir mantıksal süreç ve strateji kullanmaksızın yapılan tahmin etme işi rastgele tahmin etme olarak adlandırılır (Segovia ve Castro, 2009). Tahmin değerinin neye göre bulduğuna dair ifade edilemediği durumlardır.
6. strateji: Temel ölçü karşılaştırması (benchmark comparison)	Görsel olarak ortamın taranarak birçok noktanın sayma yoluyla numaralandırılmasını kapsar.

(Devam ediyor)

Tablo 4 (Devam)

Ölçüsel Tahmin Stratejileri ve İçerikleri

Stratejiler	Stratejilerin İçerikleri
7. strateji: Sıkıştırma/Sınırlandırma	Tahmin edilecek nesnenin uzunluğunu, ağırlığını hacmini veya alanını belli değerler arasına indirgeyerek mantıklı tahminde bulunma stratejisidir (Siegel, vd. 1982; Gooya, Leyla, ve Teppo 2011). Örneğin, uzunluğu sorulan bir tahta parçasının ölçüsünü 20cm'den fazla, 40cm'den az olduğunu düşünerek tahmini bir değer belirtmeye çalışma.
8. strateji: Birim tekrarlama	Belli bir birimin zihinsel veya fiziksel olarak tekrarlanarak ölçülecek uzunluğun tahmin edilme stratejisidir (Gooya, vd. 2011). Bu tahmin stratejisinde genellikle kulaç, adım, karış gibi standart olmayan birimler kullanılır. Örnek: Sınıf tahtasının boyunu ölçmek isteyen çocuğun karış karış tahtanın boyunu ölçerek tahmin etmeye çalışması veya zihninden tahtayı karışlayarak tahtanın boyunu tahmin etmeye çalışması birim tekrarlama stratejisine örnektir. Bu stratejide temel esas kulaç, kulaç, ayak uzunluğu veya 30 cetvel uzunluğu gibi standartlaşmamış ölçü birimlerin kullanılmasıdır (Joram, Subrahmanyam ve Gelman, 1998).
9. strateji: Referans noktası kullanma	Bu stratejide tahmin edecek kişinin var olan bilgisine veya tecrübelerine dayanarak bir referans noktası kullanarak tahmin üretmeye çalışması esastır (Siegel vd. 1982; Van de Walle vd., 2016). Bir odanın uzunluğunun kaç metre olduğunu tahmin etmek isteyen birisinin odada bulunan ve uzunluğunu bildiği bir eşyayı referans alarak tahmin etmeye çalışması bu stratejiye örnektir. Referans noktası kullanma stratejisi ile karşılaştırma stratejisi arasındaki fark, referans noktası kullanımında kıyasladığı uzunluğun gerçek değerini bilmesidir. Karşılaştırmada kıyaslanan nesnenin uzunluğunu bilmek söz konusu değildir. Tahmini daha kolay yapabilme durumu vardır.
10. strateji: Sayısal çokluk tahmini	Görsel olarak taranan parçalara dayalı sezgisel bir stratejidir. Örnek: Bir rafa kaç tane kutu sığdığını ya da bir futbol maçına kaç insanın katıldığını tahmin edebilmek için görsel olarak ortamı gruplama ve bu grupları sayarak sezgisel yani 'göz kararı' bir sonuç verme.
11. kod: Açıklamasız	Öğrencinin herhangi bir cevap vermediği durumları içerir.
12. kod: Bilgi eksikliği	Öğrencilerin bilgileri hatırlayamadıkları veya yanlış hatırladıkları durumlardan kaynaklı tahminler. Örneğin öğrencinin ipin uzunluğuna 1m yerine 1cm demesi, kutunun hacmine 10cm ² demesi gibi durumlar

Görüşmeler esnasında öğrencilerin kullandıkları ölçüsel tahmin stratejileri Tablo 4'e göre kodlanmıştır.

Yansıtıcı Günlüklerin Analizi. Her ders sonunda öğrencilerin derse yönelik görüşlerini belirlemek için yansıtıcı günlükler kullanılmıştır. Yansıtıcı günlüklerden elde edilen yazılı veriler içerik analizi kapsamında tümdengelim yaklaşımıyla ele alınmıştır. Yansıtıcı günlüklerden elde edilen verilerden temalar belirlenmiş, daha sonra bu temalarda yer alan yanıtlar kodlanarak tablolastırılmıştır. Bu araştırmada yansıtıcı günlükler ile elde edilen veriler için içerik analizi yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Gözlemci Öğretmen Değerlendirme Formu ve Araştırmacı Günlüğü Analizi. Gözlemci öğretmen değerlendirme formu ve araştırmacı günlüğü analiz edilmemiş, doğrudan alıntılanarak sunulmuştur.

Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bir araştırma projesinde güvenilirlik ve doğruluğun oluşturulmasındaki üç temel bileşen; güvenilirlik, geçerlik ve çeşitlemedir. Eylem araştırmalarında bu durum deneysel araştırmalardan farklı bir yapıdadır. Çeşitleme bir durumun tüm yönlerini görüyor olmamızı sağlar. Aynı zamanda çok boyutluluk ve daha fazla derinlik sağlar, böylece doğruluğumuz ve güvenirliliğimiz artmış olur. Eylem araştırmalarında çeşitleme, farklı türde veri toplama, farklı veri kaynakları kullanma, verileri değişik zamanlarda toplama ile gerçekleştirilir (Johnson, 2012).

Bu araştırmada, hem nicel hem de nitel veriler analiz edilerek yöntem çeşitlemesi sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca farklı veri toplama araçları kullanılmış, veri toplama araçlarının çeşitliliği sağlanmıştır. Geçerlik; bir şeyin ölçmek istediğini ne derece ölçtüğüdür. Güvenirlik ise bir çalışmanın sonuçlarının tekrarlanabilirliğinin derecesidir. Güvenirlik ve geçerlik çalışmaları, nicel verilere yönelik güvenilirlik geçerlik çalışmaları ve nitel verilere yönelik güvenilirlik geçerlik çalışmaları olmak üzere ayrı ayrı ele alınmıştır.

Nicel Verilere Yönelik Güvenirlik ve Geçerlik Çalışmaları. Nicel veriler kapsamında öğrencilerin ölçüsel tahmin beceri düzeylerini belirlemeye yönelik Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi kullanılmıştır. Ölçme aracının değerlendirilmesi, ölçme sonuçlarının güvenilirliği için farklı uzmanlar tarafından verilen puanlar arasındaki tutarlılığı yansıtan puanlama güvenilirliğinin yüksek olması, testten elde edilen puanların güvenilirliğini yükseltecektir (Büyüköztürk vd. 2010). Bu bağlamda puanlamanın nasıl yapılacağının belli ve net olduğu dereceli puanlama anahtarları puanlayıcı yanlılığını engellemiş olacaktır. Böylece hem geçerlik ve hem de güvenilirliğin artmasını sağlamış olacaktır. Bu çalışma kapsamında da nicel ölçme aracının dereceli puanlama anahtarı kullanılarak değerlendirilmesi uygun görülmüştür.

Johnson, Penny ve Gordon, (2000) dereceli puanlama anahtarına bağlı kalınarak yapılan puanlamada, üç puanlayıcının puan ortalamasının iki puanlayıcının puan ortalamasına göre daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle bu çalışmada dereceli puanlama anahtarıyla elde edilen nicel verilerin güvenilirliği için, araştırmacı dışında iki puanlayıcı daha kullanmanın güvenilirliğe katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Puanlayıcılar arasındaki güvenilirliği belirlemek için Kendall'ın uyum katsayısı hesaplanmıştır. Araştırmacının dışında iki puanlayıcı daha puanlama yapmıştır. Bu puanlayıcılardan biri, matematik eğitimi alanında yüksek lisansını tamamlamış bir matematik öğretmeni, diğeri ise, matematik eğitimi alanında doktora öğrenimine devam eden bir matematik öğretmenidir. Ölçüsel tahmin becerisi hazır bulunuşluk testi dereceli puanlama anahtarına yönelik Kendall'ın Uyum Katsayısı hesaplamalarına ilişkin analizler Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5

Uygulama Öncesinde Uygulanan ÖTBHBT'ye Yönelik Hesaplamalar

Değerlendirici Sayısı	3
Kendall's W	0,998
Test İstatistiği	68,836
Serbestlik Derecesi	23
P	0.000

Tablo 5'e göre, üç değerlendiricinin, uygulama öncesinde Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testine yönelik yaptıkları değerlendirmeler arasında anlamlı derecede uyum vardır ($W=0,998$ $p<0,05$).

Tablo 6

Uygulama Sonrasında Uygulanan ÖTBHBT'ye Yönelik Hesaplamalar

Değerlendirici Sayısı	3
Kendall's W	0,996
Test İstatistiği	68,741
Serbestlik Derecesi	23
P	0.002

Tablo 6'ya göre, üç farklı değerlendiricinin, uygulama sonrasında ölçüsel tahmin beceri testine yönelik yaptıkları değerlendirmeler arasında anlamlı derecede uyum vardır ($W=0,996$; $p<0,05$).

Nitel Verilere Yönelik Güvenirlik ve Geçerlik Çalışmaları. Nitel araştırmalarda araştırılan konuyu derinlemesine, gerçekçi, ayrıntılı bir biçimde ele alınır. Araştırma verilerinin derinlemesine ve ayrıntılı ele alınması, araştırma sonuçların güvenilirlik ve geçerliğinin bir göstergesidir (Patton, 1990).

Nitel araştırma alan yazını incelendiğinde güvenilirlik ve geçerlik konusunun önem kazandığı ve araştırmacıların konuya yönelik çeşitli kuramsal ve kavramsal yaklaşımlar önerdikleri görülmektedir (Cho ve Trent, 2006; Denzin ve Lincoln, 2005). Bu araştırmada yapılan güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları aşağıda açıklanmıştır:

- **Uzman İncelemesi:** Uzman incelemesinde, araştırma sürecinde, farklı bakış açıları ve açıklamaların keşfedilmesi ve düşünülmesi amaçlanır (Long ve Johnson, 2000). Bu doğrultuda, araştırmada tez danışmanı veri analizi sürecinde temaları ve kodları incelemiş, geri dönüt vermiştir, böylece araştırmacı tarafından gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca, tez izleme komitesinden geçerlik komitesinde olanlar tez sürecinde öneri ve görüşlerini sunmuşlardır.
- **Uzun Süreli Etkileşim:** Geçerliğin sağlanması için, araştırmanın amacına yönelik kararlar almak amacıyla araştırma alanında uzun süre etkileşim kurmak önemlidir (Creswell, 2013; Merriam, 1995). Bu doğrultuda uygulama sürecinde yeterli düzeyde ve sürede katılımcılarla etkileşim kurulmuştur.
- **Ayrıntılı Raporlaştırma ve Betimleme:** Creswell (2013) ve Merriam (1995) ayrıntılı betimleme kapsamında, araştırmacının, ortamı ve katılımcıları ayrıntılı bir şekilde açıklaması gerektiğini ve okuyucular için yeterli bilgiye yer verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda, araştırma süreci detaylı olarak açıklanmıştır ve doğrudan alıntılara yer verilerek desteklenmiştir.

- Örneklem Seçimi: Nitel araştırmada, tipik olarak karşımıza çıkan olaylar ve bunların değişkenlik gösteren yönlerini ortaya koyma amacını güden amaçlı örnekleme yöntemleri kullanılır (Yıldırım ve şimşek 2008). Amaçlı örneklemede, önemli durumları aydınlatmak ve anlamak için bilgi açısından zengin durumlar ayrıntısıyla incelenir (Patton, 2002). Bu doğrultuda bu çalışmada, amaçlı örnekleme yöntemini kullanımı ile araştırmanın niteliğinin arttıracaağı düşünülmüştür.
- Araştırmacı Etkilerini Kontrol Etme: Bu araştırmada, araştırmacının, kişisel eğilimlerinin, deneyimlerinin ve önyargılarının verilerin analizine, yorumlanmasına etki yaratmamasına zen göstermiştir.
- Transkriptlerin Niteliği ve Kayıtların Teknik Kalitesi: Perkyl (1997) nitel araştırmalarda, video ve ses kayıtları ile transkriptleri “hammadde” olarak nitelendirmiş, bu transkript ve kayıtların kalitesinin, araştırmanın güvenirliği açısından önemli bir konu olduğunu ifade etmiştir. Bu doğrultuda araştırmada, kayıtlar başlamadan önce cihazlar kontrol edilmiş ve kayıtlara yönelik transkriptler oluşturulmuştur.

Etik Konular

Araştırma etiği, bilimsel bir araştırmanın yürütülmesi ve planlaması sürecinde uyulması gereken ahlaki ve bilimsel ilkelerdir (Büyüköztürk vd. 2010). Araştırmanın etik boyutu kapsamında Ankara niversitesinden Etik Kurul Onayı Belgesi (EK 1) ve Adana İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden izin belgesi (EK 2) alınmıştır. Daha sonra, araştırmaya katılan ğrencilere (EK 13) ve velilerine (EK 12) araştırmada gerçekleştirilecek uygulamalara yönelik bilgi verilerek, yazılı izinleri alınmıştır. Bunun yanı sıra, katılımcıların görüşmeye gönüllü olarak katıldıkları teyit edilmiş, ses kayıt cihazı kullanılmasına izin verip vermedikleri sorulmuş, ayrıca dilerlerse görüşmeyi sonlandırabilecekleri belirtilmiştir. Ayrıca, araştırma verilerinin yazımında, öğrencilerin isimlerine ve öğrenim gördükleri okula yer verilmemiş, öğrencilere kodlar verilmiştir.

BÖLÜM 3

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik uygulama öncesi yapılan çalışmalara, uygulama sürecinde yapılan çalışmalara ve uygulama sonrası süreci değerlendirmeye yönelik yapılan çalışmalara ait bulgulara yer verilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak mevcut durumun belirlenmesine yönelik bulgulara, daha sonra eylem döngülerinde elde edilen (Öz değerlendirme formu, Yansıtıcı günlük, Gözlemci değerlendirme formu, Araştırmacı günlükleri, Problemin çözümüne ilişkin öğrenci performansı) verilere yönelik bulgulara ve daha sonra da uygulama sonrası verilerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Son olarak bulgulara ilişkin yorumlara değinilmiştir

Mevcut Durumun Belirlenmesi

Bu başlık altında, uygulama öncesinde uygulamanın gerçekleştirildiği sınıftaki öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerini belirlemeye yönelik çalışmalara yer verilmiştir.

Uygulama Öncesinde Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Becerilerine Yönelik Test Puanları

Bu araştırmanın birinci sorusu yedinci sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin becerilerinin uygulama öncesinde ne düzeyde olduğunu sorgulamaktadır ve bu soruya cevap aramak amacıyla uygulama öncesinde öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisi hazır bulunuşluk testine ilişkin vermiş oldukları cevaplar incelenmiştir. Uygulama öncesinde öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisi hazır bulunuşluk testi puanlarına ilişkin bulgular Tablo 7’de sunulmuştur. Tablo 7’ye göre uygulama süreci başlamadan önce, katılımcı öğrencilerin ölçüsel tahmin becerine ilişkin test puanlarının aritmetik ortalamaları 13.20 puan olduğu görülmüştür. Toplam 75 puan üzerinden değerlendirilen bu formun

bulgularına göre, katılımcı öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisine ilişkin düzeylerinin kabul edilebilir düşük tahmin düzeyinde olduğu söylenebilir.

Tablo 7

Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Katılımcı Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Mod	Medyan	Min. Puan	Maks. Puan	Çarpıklık	Basıklık
24	13,20	7,96	6,00	11,00	0,0	31,00	,613	,085

Uygulama Öncesinde Ölçüsel Tahmin Görüşme Formuna İlişkin Bulgular

İkinci araştırma sorusu olan “Yedinci sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin görüşme formundaki problemleri çözerken kullandıkları stratejiler uygulama öncesinde nelerdir?”e cevap aramak amacıyla öğrencilerle uygulama öncesinde görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde elde edilen bulgular Tablo 8’de verilmiştir. Tablo 8’e göre öğrencilerin ölçüsel tahmin görüşme formunda kullandıkları stratejiler incelendiğinde öğrencilerin en fazla ölçüsel tahmin problemlerinde sırasıyla bilgi eksikliği (12. kod), rastgele tahmin (5. strateji), cevapsız (11. kod) ve karşılaştırma (4. strateji) stratejilerini kullandıkları görülmüştür. Bunun yanı sıra en az kullanılan stratejilerin gözünde canlandırma (2. strateji) ve temel ölçü karşılaştırması (6. strateji) stratejileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca problemin uzunluk, alan, hacim, sıvı ve ağırlık tahmini olması durumuna göre öğrenciler tarafından kullanılan stratejiler farklılık göstermiştir. Uygulama öncesinde uzunluk tahmini sorularında (soru 5 ve soru 6) öğrencilerin daha çok karşılaştırma (4. strateji) ve birim tekrarı (8. strateji) stratejilerini kullandıkları görülmüştür. Alan ve hacim tahmini sorularında (soru 7, soru 8, soru 9, soru 10, soru 11) öğrencilerin daha çok bilgi eksikliği (12. kod), cevapsız (11. kod) ve rastgele tahmin (5. strateji) yaptıkları görülmüştür. Sıvı tahmini sorularında (soru 1 ve soru 2) öğrencilerin daha çok referans noktası kullandıkları (9. strateji), rastgele tahmin yaptıkları (5. strateji) ve bilgi eksikliği (12. kod) olduğu görülmüştür. Ağırlık tahmini sorularında ise (soru 3 ve soru 4) öğrenciler daha çok rastgele tahmin (5. strateji) ve var olan bilgi ve tecrübeye dayalı tahmin (1. strateji) stratejilerini kullanmışlardır.

Tablo 8

Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formunda Kullandıkları Stratejilere İlişkin Bulguları

Soru No	1.st	2. st	3. st	4. st	5. st	6. st	7. st	8. st	9. st	10. st	11. kod	12. kod
1.soru	Ö24			Ö11, Ö19,	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö13				Ö4, Ö7, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20, Ö22, Ö23		Ö9	Ö5, Ö8, Ö10, Ö18, Ö21
2.soru	Ö12			Ö14, Ö16, Ö19	Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö13, Ö18, Ö24		Ö1		Ö4, Ö15, Ö20, Ö22, Ö23			Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö17, Ö21
3.soru	Ö3, Ö4, Ö5, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23	Ö2	Ö13	Ö15	Ö1, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö18, Ö24				Ö8, Ö9		Ö14	
4.soru	Ö21		Ö14, Ö20, Ö24	Ö10, Ö19, Ö24	Ö2, Ö6, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö17, Ö18, Ö23		Ö1		Ö4, Ö5, Ö15, Ö16, Ö22,		Ö3, Ö8	
5.soru	Ö24			Ö19, Ö20, Ö21,	Ö1, Ö6, Ö9 Ö10		Ö3, Ö12	Ö2, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö18, Ö20	Ö4, Ö7, Ö17, Ö22, Ö23			Ö5, Ö8
6.soru	Ö17	Ö1, Ö2		Ö3, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö19, Ö20	Ö6, Ö9, Ö11			Ö18, Ö21, Ö24	Ö4, Ö7, Ö15, Ö22, Ö23	Ö16, Ö20		Ö5, Ö8
7.soru			Ö12	Ö13, Ö19				Ö2			Ö8, Ö9, Ö10, Ö11	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24

(Devam ediyor)

Tablo 8 (Devam)

Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formunda Kullandıkları Stratejilere İlişkin Bulguları

Soru No	1st	2. st	3. st	4. st	5. st	6. st	7. st	8. st	9. st	10. st	11. kod	12. kod
8.soru			Ö12	Ö19				Ö2, Ö13			Ö9	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24
9.soru		Ö12									Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö14, Ö17, Ö22, Ö24	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö23
10.soru				Ö12							Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö22, Ö24	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö15, Ö19, Ö20, Ö21, Ö23
11.soru	Ö12, Ö23				Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö24	Ö1	Ö3, Ö8, Ö13			Ö4, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22		
Toplam	17	4	7	23	45	1	7	14	32	12	29	77

Öğrencilerinin uygulama öncesinde ölçüsel tahmin görüşme formundaki problemleri çözerken kullandıkları stratejilere ilişkin bazı örnek alıntılar aşağıda verilmiştir. Birinci soruda öğrencilere “Masanın üzerinde duran bardaktaki su miktarını tahmin ediniz” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin çoğunluğunun referans noktası kullanma stratejisi olan 9. stratejiyi kullandıkları görülmüştür. Bu stratejide öğrencinin

var olan bilgisine veya tecrübelerine dayanarak, bir referans noktası kullanarak tahmin üretmeye çalışması esastır. Bu maddeye ilişkin cevaplardan bazıları;

Ö23: Meyve sularının üzerinde 250ml yazıyordu. Bu bardak küçük meyve sularındaki kadar su alabilir.

Ö4: Bir süt şişesi ile bardağı kaç defa doldurabileceğimi cevapladım. Bir süt paketi 1 litredir. Dört defa bardağı doldurabilirim. Dolayısıyla bardak 250ml su alabilir.

Ö12: 1litreden az olmalı, çok küçük de olmaz 200ml olabilir.

Ö3: Kendi boyumun ölçüsünü temel alarak cevapladım. Benim boyum 150 oradan düşündüm.

Dokuzuncu stratejiden sonra en fazla kullanılan stratejinin 12. kod olduğu görülmüştür. On ikinci kod öğrencilerin bilgi eksikliğine bağlı olan yanlış birimle tahminini ifade ettiği durumları içermektedir. On ikinci kodu kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö5:Bardağın hacmini düşündüm uzunluğu 20 santimetredir. O yüzden 20 hacim su alır.

Ö8:Bardağı elime aldığımda yaklaşık 50gram, içi su ile dolduğunda 150 gram olsa 100 gram su alabilir.

Ö21: 24 birim uzunlukta olacağı için 24 hacim su alabilir.

İkinci soruda öğrencilerden kovadaki su miktarını tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun 5. stratejiyi ve 12. kodu kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. Beşinci strateji öğrencilerin cevaba ilişkin bir değer belirttikleri fakat bu değeri nasıl düşündüklerini ifade edemedikleri durumları içermektedir. 5. stratejiyi kullanan öğrenciler “Öyle düşündüm”(Ö3), “Bence 5 litredir”(Ö13), “3 litredir, ama nasıl düşündüğü açıklayamıyorum”(Ö18) ifadelerini kullanmışlardır.

Üçüncü soruda öğrencilerden torbadaki portakalların ağırlıklarını tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun 1. stratejiyi kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. Birinci strateji öğrencilerin cevapları daha önceden öğrenmiş oldukları bilgilerden ve tecrübelerden yararlanarak buldukları durumları içermektedir. Birinci stratejiyi kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö3: 3 kilogram olabilir. Pazardan genelde aldığımız ürünleri ben taşıyorum.

Ö17:Torbayı kaldırdığımda 2,5 kilogram aldığımız bir ürünün ağırlığı gibi.

Ö22:2 kilogram olmalı. Annem pazardan portakal aldığında ve 2 kilogram istediğinde ancak bu kadar oluyor.

Dördüncü soruda öğrencilerden masadaki bilyelerin ağırlığını tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun 5. stratejiyi (rastgele tahmin) kullanarak cevap verdikleri görülmüştür.

Beşinci soruda öğrencilerden masadaki ipin uzunluğunu tahmin etmeleri istendiğinde, çoğunluğunun 8. stratejiyi kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. Bu strateji belli bir birimin zihinsel veya fiziksel olarak tekrarlanarak ölçülecek uzunluğun tahmin edilmesi durumlarını içerir. Ayrıca bu strateji karış, kulaç, ayak uzunluğu gibi standartlaşmamış ölçü birimlerin kullanılmasıdır. Sekizinci stratejiyi kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö2: İki buçuk metre olmalı kulacım ile ölçtüm. Benim kulacım bir metre olsa, ipin uzunluğu iki buçuk metre olabilir.

Ö11: Bir metre hatta daha uzun olabilir. Kulacıma göre değerlendirdim.

Altıncı soruda öğrencilerden masanın uzun kenarının uzunluğunu tahmin etmeleri istendiğinde, çoğunluğunun 4. stratejiyi kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. Bu strateji ölçüsü daha kolay belirlenebilecek bir nesneden hareketle başka bir nesneyi kıyaslama yaparak tahmin üretmeye çalışmak/karşılaştırma durumlarını içermektedir. Dördüncü stratejiyi kullanarak cevap veren öğrenci görüşü aşağıda verilmiştir.

Ö19: Bir tane karonun uzunluğunu düşündüm. Bir karo 30 santimetre olsa masanın uzunluğu 1 metre olabilir.

Yedinci soruda gösterilen tablonun yüzey alanını tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun 12. kodu kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. On ikinci kodu kullanarak cevap veren öğrenci görüşü aşağıda verilmiştir.

Ö23: Kısa kenarı 20 santimetre ve uzun kenarı 30 santimetre olsa alanı 100 santimetre olabilir.

Sekizinci soruda öğrencilerden masadaki çikolatanın bir yüzeyinin alanını tahmin etmeleri istenmiş ve çoğunun 12. kodu kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. On ikinci kodu kullanarak cevap veren öğrenci görüşü aşağıda verilmiştir.

Ö14: Küçük olan kenar 5 santimetre ise diğer kenar 10 santimetre ise alanı 30 santimetredir.

Dokuzuncu soruda masadaki ilaç kutusunun hacmini tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin çoğunun 11. ve 12. kodu kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. On birinci kod öğrencinin herhangi bir cevap vermediği durumları içerir. On birinci ve 12. kodun kullanılarak cevaplandığı bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö23:3 santimetre, 5 santimetre ve 7 santimetre olsa kenarlar 15 santimetredir.

Ö22: Herhangi bir fikrim yok. Hacim hatırlamıyorum.

Ö5: Hacim 5 gram olabilir.

Ö11:25 hacim olabilir.

Ö21: Çok hafif 10 newtondan az olmalı.

Onuncu soruda odanın hacmini tahmin etmeleri istendiğinde, öğrencilerin çoğunun 11. ve 12. kodu kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. On ikinci kodu kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö11:1500 hacimdir.

Ö5:Odanın içi dolu ise 50 kilogram olabilir.

Ö23: 100 metre olması gerekir.

On birinci soruda öğrencilerden kutunun içinde kaç tane bilye olduğunu tahmin etmeleri istenmiştir. Çoğunun 10. stratejiyi kullanarak cevap verdikleri görülmüştür. Onuncu strateji büyük sayısal çoklukların gruplanarak tahmin edildiği durumları içerir. Onuncu stratejiyi kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö14: 40 tane olabilir. Göz kararı karar verdim.

Ö21: Tahminen 3 kat dizilmiştir bilyeler. Bir katta 15 ise, toplam 45 olabilir.

Öğrencilerin daha az kullandıkları 2., 3., 6. ve 7. stratejilere ilişkin görüşler ayrıca sunulmuştur. İkinci strateji ölçülmek istenen nesneyi gözünde canlandırarak tahmin etmeye çalışmak gözünde canlandırma stratejisidir. Başka bir ifade ilebildiğimiz bir ölçüyü, gözümüzde canlandırarak herhangi bir şeyi bu canlandırma ile tahmin etme durumlarını içerir. İkinci stratejiyi kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö2: 1 kg ağırlığı gözümün önüne getirdim, o yüzden portakalların ağırlığı 2 kg ağırlığa yakın olabilir.

Ö1: 1 metre uzunluğu gözümde canlandırımdım. Masanın boyu 1metreye yakındır.

Üçüncü strateji tahmin edilecek ölçüyü alt birimlere ayrıştırarak veya parçalayarak tahmin üretmeye çalışmayı içerir. Bu stratejiyi kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö12:24 santimetrekaredir. Kısa kenarını uzun kenarın üzerine ekledim. Kısa kenar 4 santimetre ise üzerine eklersem diğer kenar 6 santimetre olur. Alan 24 santimetrekare olabilir.

Ö13:Torbanın içinde 15 taneden fazla portakal var gibi. O yüzden 1 kilograma yakın olur torbanın ağırlığı tahminen.

Altıncı strateji görsel olarak taranan noktaların sayma yoluyla numaralandırılmasını esas alır. Bu stratejiyi kullanarak cevap öğrenci görüşü aşağıda verilmiştir.

Ö1:Bilyeleri tek tek sayarak sonucu buldum. Diğer katlardakileri de düşünerek tahmin ettim.

Yedinci strateji tahmin edilecek nesnenin uzunluğunu, ağırlığını hacmini veya alanını belli değerler arasına indirgeyerek mantıklı tahminde bulunma stratejisidir. Öğrencinin verdiği cevabın belli aralıklarda olduğu durumları içerir. Bu stratejiyi kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö8:40–45 tane bilye olabilir kutuda.

Ö3:Masadaki ipin uzunluğu tahmin olarak 2–3 metre olabilir.

Uygulama öncesinde yapılan görüşmeler sonucunda alan ve hacim tahmin etmeyi içeren sorularda öğrencilerin çoğunluğunun sorulara bilmiyorum veya hatırlamıyorum cevaplarını verdiği ve bilgi eksikliğinden kaynaklı yanlış tahminler yaptıkları görülmüştür. Buradan uygulama öncesinde alan ve hacim tahmininde öğrencilerin uzunluk, sıvı ve ağırlık tahminlerine göre daha fazla zorlandıkları söylenebilir.

Araştırmada planlanan tarihte ÖTHBT ve ÖTGF uygulandıktan sonra on bir haftalık bir uygulama sürecine geçilmiştir. Uygulama sürecinde öğrencilere toplam on beş adet çalışma kâğıdı verilmiştir. Bu çalışma kâğıtlarından birincisi dersin giriş aşamasında öğrencilere dağıtılmıştır. Dersin giriş aşamasında dağıtılan bu çalışma kâğıdını, öğrencilere ön bilgileri hatırlatmak amacıyla araştırmacı oluşturulmuştur. Bu, aynı zamanda öğrencilerden beklenenin ne olduğunun açık bir dil ile ifade edildiği çalışma kâğıdıdır. Bu aşamadan sonra ders sırasında, öğrencilerin üzerinde bireysel olarak çalıştıkları, Fermi probleminin olduğu ikinci çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Bu aşamada öğrenciler iş başındadır. Öğretmenin görevi uygun sorular sorarak, ipucu ve geri bildirimler vererek öğrencilerin uygulama sürecini tamamlamalarını sağlamaktır. Dersin son aşamasında uygulamaya ilişkin tartışmalar yapılmış ve temel düşünce özetlenmiştir.

Mevcut durumun belirlenmesine yönelik yukarıdaki incelemeler yapıldıktan sonra uygulama sürecinde üçüncü araştırma sorusuna yanıt aranmaya çalışılmıştır. Üçüncü araştırma sorusu “Yedinci sınıf öğrencilerine yönelik Fermi problemlerine dayalı öğretim yönteminin uygulanması sürecine ilişkin araştırmacı notları, gözlemci notları, öğrenci öz değerlendirme düzeyleri ve öğrenci görüşleri nelerdir?” biçimindedir.

Bu bağlamda yapılan incelemelere yönelik bulgular, birinci döngüye yönelik bulgular, ikinci döngüye yönelik bulgular ve üçüncü döngüye yönelik bulgular, başlıkları altında aşağıda sunulmuştur.

Birinci Döngüye Yönelik Bulgular

Birinci döngü, beş haftalık uygulama sürecini içermektedir. Bu kapsamda, ilk hafta sürecin işleyişine dair bilgilendirme yapılmıştır. Diğer dört hafta için ayrı ayrı, öğrenciler tarafından yanıtlanan, öz-değerlendirme formlarının ve öğrenci yansıtıcı günlüklerinin analizlerine yer verilmiştir. Ayrıca gözlemci öğretmen formu ve araştırmacı öğretmen günlüğünden elde edilen verilere yönelik doğrudan alıntılara da yer verilmiştir.

Birinci Hafta

Uygulamaya başlamadan önce ilk hafta bir ders saatinde öğrencilere uygulamaların kaç hafta süreceğinden, sürecin nasıl işleyeceğinden, Enrico Fermi'den, Fermi problemlerinden, örnek bir Fermi probleminin çözüm aşamalarından, tahmin ve ölçü birimleri arasındaki ilişkiden bahsedilmiştir. Ders sonunda öğrencilerin süreçle ilgili soruları dinlenmiş ve cevaplanmıştır. Bir sonraki derste yapılacak etkinliğe ilişkin kısa bilgiler verilmiştir.

Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.

Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Fermi problemlerinin tanımı, kim tarafından ortaya konulduğuna dair temel bilgiler verildi. Öğretmen sunu hazırlamıştı ve öğrenciler açısından ilgi çekici oldu. Fermi problemleri ile tahmin ilişkiden bahsedildi.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Tahmin örnekleri sıralandı. Standart ve standart olmayan ölçü birimlerinden bahsedildi. Tahmin yaparken daha tutarlı tahmin yapabilmek için birim konusunda bilgi sahibi olunmasının öneminden bahsedildi. Uzunluğu, hacmi, alanı ölçmek için farklı birimlerin olduğundan bahsedildi. Bu aşamada daha

somut olması için öğretmen kare ve küp çizdi tahtaya, alanın ve hacmin anlamının ne olduğuna değindi.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Örnek Fermi problemi çözüm aşamalarından bahsedildi.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Matematiğe yönelik işlemlerden çok bir düşünme etkinliği olduğu algısı oluşturduğundan verimliydi.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlediği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerin düşünerek cevap verme konusunda zorlandıklarını gözlemledim. Ayrıca derse karşı olan merakın artarak devam etmesi açısından iyiydi.”

Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. Birinci uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Birinci uygulama haftasında, yapılan tüm çalışmaların çerçevesinin öğrencilere sunulması gerçekleştirilmiştir. Fermi problemleri, çözüm aşamaları, tahmin ve tahmin yaparken birim bilgisinin önemi, farklı ölçü birimleri arasındaki ilişki, standart ve standart olmayan ölçü birimleri, neden standart ölçü birimlerine ihtiyaç duyulduğu gibi bilgiler paylaşıldı. Birim bilgisinin önemi ile ilgili örneğin santimetre ve metre arasındaki ilişki bilinmiyorsa, uzunluğu 15 santimetre olan kalem uzunluğunu, 15 metre denilmesi gibi. Aradaki farkın aslında ne kadar fazla olduğu belirtildi. Alan ve hacim ölçü birimleri arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması için kare ve küp çizerek aslında alanın ve hacmin ne olduğuna dair bilgiler paylaşıldı. Öğrenciler derse karşı çok ilgilidiler. Bir sonraki etkinlik ile ilgili kısa bilgi verilip ders bitirildi.”

İkinci Hafta

İkinci ders planında, ölçüsel tahmin kapsamında, uzunluk ölçme konusuna ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı uzunluk ölçme ile ilgili kazanımlar olmak üzere toplam iki kazanım içermektedir.

İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin

Bulgular. İkinci uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin yüzde ve frekans dağılımı Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders Sürecinde:	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Problemi anladım.	17	70.8	-	-	7	29.2	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	2	8.3	5	20.8	17	70.8	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	12	50.0	2	8.3	10	41.7	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	7	29.2	3	12.5	14	58.3	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	9	37.5	9	37.5	4	16.7	2	8.3
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	12	50.0	7	29.2	5	20.8	-	-
Alt problemleri çözebildim.	6	25.0	2	8.3	16	66.7	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.	13	54.2	7	29.2	4	16.7	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	11	45.8	2	8.3	11	45.8	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	9	37.5	4	16.7	11	45.8	-	-

Tablo 9'a göre uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %70,8'i problemi anladıklarını, %50'si istenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini, %54,2'si alt problemleri çözerken zihinden işlem yaptıklarını, %50'si alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmasına katıldığını, %45,8'i Fermi problemini çözebildiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin %70,8'i istenen ölçü birimlerini sayabilmeyi, %58,3'ü ölçüm tahminlerini yapabilmeyi, %66,7'si alt problemleri çözebildiğini, %45,8'i Fermi probleminin çözümünü kısmen yapabildiklerini belirtmişlerdir.

İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.

İkinci hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. İkinci uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	F
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö22, Ö24	18
	Problemlerin, tahmin sorularının güzel ve ilginç olması	Ö1, Ö2, Ö10, Ö11, Ö14, Ö23, Ö24	7
	Dersi sıkıcılıktan uzak ve eğlenceli bulma	Ö2, Ö4, Ö10, Ö12, Ö15, Ö16, Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	10
	Dersin iyi geçmesi ve dersi sevme	Ö11, Ö12, Ö14	3
	İşlem yapmadan sonuca ulaşma	Ö7, Ö12	2
	Akıl yürütmeyi ve gelişmeyi sağlama	Ö5, Ö7, Ö12, Ö13, Ö21, Ö22	6
	Günlük hayatla ilişkili olma	Ö15	1
	Konuyu kolay bulma	Ö10	1
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Çok fazla soru olması	Ö1	1
	Derse katılamama	Ö3	1
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Başlangıçta problemi çözemeyeceğini sanma	Ö1	1
	Tahminleri yapamama	Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö15, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22	9
	Konuyu zor bulma	Ö7, Ö18, Ö23, Ö24	4
	Zihin yorucu bulma	Ö19	1
	Problemi çözememe	Ö8, Ö9, Ö10, Ö17	4

Tablo 10'a göre öğrencilerin çoğunluğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler ($f:48$) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamanın faydalı bulunduğunu ($f:18$), dersin eğlenceli olduğunu ($f:10$), akıl yürütmeyi ve gelişmeyi sağladığını ($f:6$) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrencilerden bazıları derse yönelik olumsuz görüş ($f:2$) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, derste çok fazla soru olması ($f:1$) ve derse katılamama ($f:1$) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde ($f:19$) olmuştur. Öğrenciler tahminleri yapma ($f:9$) ve problemi çözmede ($f:4$) zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö14:Çok güzeldi tahmin konusunda beni geliştirdiğini düşünüyorum.

Ö11: Uzunluk ölçme konusunu çok anlamamıştım. Fakat burada doğru tahminler yapabildim ve problemler ilgimi çekti.

Ö1:Faydalı bir uygulama olduğunu düşünüyorum.

Ö15:Faydalı ve eğlenceliydi. Çünkü tahmin yapmayı seviyorum ve tahminin günlük hayatta çok işimize yarayacağını düşünüyorum.

Ö16:Güzel bir etkinlikti. Hem çok şey öğrendim hem de eğlendim.

Ö18:Yararlı ve düşündürten sorular var.

Ö19:Tahmin yaparken düşünmek zihin yorucu ama faydalıydı.

Ö15:Zihinden tahmin yapmakta zorlandım.

Ö17:Faydalı ama problemi çözmekte zorlandım.

Ö18:Tahmin etmede zorlandım. Zor fakat eğlenceliydi.

İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.

Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Ders başlamadan önce uygulamayı yapan öğretmen ders planı ve aşamaları ile ilgili beni bilgilendirdi. Birinci hafta uygulamasında Fermi problemlerinin tanımına, Enrico Fermi’ye ilişkin bilgilere, Fermi problemlerinin nasıl çözülmesi gerektiğine dair bilgiler verilmişti. İkinci hafta uygulamasına bu bilgiler hatırlatılarak giriş yapıldı. Sonra öğrencilerden masanın üzerinde (kürdan, ip vb.) nesnelerin uzunluklarını tahmin etmelerini istedi. Bu durumun öğrencilerde merak ve ilgi uyandırdığını düşünüyorum. Öğrencilerde merak duygusuna yönelik hazırlık olması derse giriş açısından güzel oldu. Daha sonra uygulamayı yapan öğretmen Çalışma Yaprağı-1’i öğrencilere dağıttı. Çalışma Yaprağı 1’de uzunluk ölçü birimlerini hatırlatıcı bilgiler ve birimlerin birbirine dönüştürülmesi ile ilgili sorular vardı. Öğrencilere uzunluk ölçü birimleri arasındaki dönüşümler birkaç örnekle hatırlatıldıktan sonra öğrencilerin alıştırmaları yapması için süre verildi. Açıkçası burada öğrencilere problemleri çözmeleri için verilen sürenin yeterli olmadığını düşünüyorum. İlk uygulama olması nedeniyle daha fazla süre ayrılabilirdi.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Planda gelişme bölümünde yer alan Fermi probleminin olduğu 2. Çalışma Yaprağı öğrencilere dağıtıldı. Öğrencilerin problemi çözmekte zorlandıklarını gözlemledim. Öğrencilerden bazıları problemin zor olduğunu yapamayacaklarını söylüyorlardı. Bu zorlanmanın problemin zorluğundan değil, öğrencilerin yoğunlaşma eksikliği, birbirleriyle iletişim halinde olmalarından kaynaklı olduğunu düşünüyorum. Öğretmen bu aşamada birinci hafta uygulamasında

Fermi problemini çözmek için neler yapılması gerektiğini hatırlattı. Uygun sorular sordu. Bu problemi çözmek için neleri tahmin etmeliyiz sorusu gibi, bunun üzerine öğrenciler alt problemleri oluşturmaya başladı. Başlangıçtaki panik hallerinin daha az olduğunu gözlemledim.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğretmen sonuç bölümünde öğrencilerin cevaplarını ve nasıl ulaştıklarını dinledi. Öğretmen iki öğrencinin evinin okula olan uzaklığına navigasyon uygulamasından baktı ve ne kadar yakın tahminde bulunduklarına ilişkin geri dönüt verdi. Daha fazla öğrencinin cevabı dinlenebilirdi bu aşamada. Fermi probleminin çözüm aşamaları tahtaya yansıtıldı. Öğrencilerin kendi sonuçları ile karşılaştırmaları istendi. Gerçek sonuç ile tahminler karşılaştırıldıktan sonra tahminde çocukların nerede zorlandığı belirlendi ve daha gerçekçi tahminlerin nasıl yapılması gerektiği konusunda düşünceleri sağlandı.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Eski bilgilerin gözden geçirilmesi, uzunluk ölçü birimlerine farklı yaklaşım, derse yönelik tahmin çalışmaları öğrencinin matematik bilgisini olumlu etkilemektedir. Süre sıkıntısından kaynaklı çalışmanın sonuç ve değerlendirme kısmı yeterince ele alınmadı. Giriş ve gelişme kısmına yeterli vakit ayrıldı fakat sonuç değerlendirmeye daha fazla vakit ayrılabilirdi.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlediği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerin yanlış yaparım endişesi ile öğretmenin sorduğu sorulara cevap vermede zorlandıklarını gözlemledim. Başlangıçta panik içindelerdi. Nasıl çözeceğiz endişesi vardı doğal olarak.”

İkinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. İkinci uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“İlk olarak birinci uygulama haftasında yapılan çalışmayı kısaca hatırlattım. Uygulamayı plandaki aşamalara uygun olarak işledim. Uygulama esnasında sonuç ve değerlendirme kısmında sorun yaşadım. Pandemi nedeniyle ders süresi kısaldıncı planda değişiklikler yapılmıştı fakat yapılan değişikliğin çok yeterli olmadığını fark ettim. Sonuç ve değerlendirme kısmında sadece iki öğrencinin cevabını dinleyebildim. Süre sıkıntısı nedeniyle bu kısım da eksiklikler olduğunu söyleyebilirim. Problemin çözülme aşamasında öğrencilerin başlangıçta zorlandıklarını fark ettim. Genel olarak öğrenciler derse katılma konusunda biraz çekinceliydiler, fakat ders sonlarına doğru öğrencilerin katılımında artış oldu diyebilirim. Problemin sonucunu tartışma esnasında çok fazla gürültü oldu sınıfta. Sevindirici olan durum araştırmaya katılmayan öğrenci dahi dersi dikkatle dinleyip söz almak istedi.”

İkinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular. İkinci hafta uygulamasında öğrencilere “Hafta içi günlerde okula yürüyerek gidip gelmiş olsaydın bir ayda ne kadar mesafe yürümüş olurdun?” Fermi problemi sorulmuştur. Uygulamada alınabilecek maksimum puan 4, minimum puan 0’dır. Bu problemin cevabı için her öğrencinin evinin okula olan uzaklığının farklı olduğu düşünüldüğünde, alt problemler, varsayımlar ve tahminler gerçek değerine yakın olduğu sürece yeterli çözüm olarak kabul edilmiştir. Tüm öğrenciler okula yürüyerek gelip gitmektedirler ve okula en uzak noktada oturan öğrencinin evi en fazla yaklaşık 2 kilometredir. Öğrencilerin ikinci hafta uygulamasında EK 7’deki ölçütlere göre Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 11’de verilmiştir.

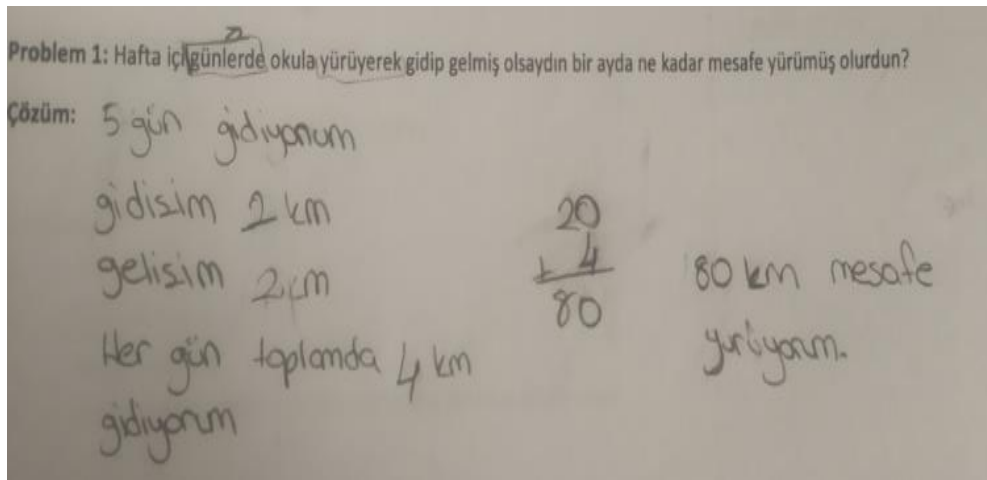
Tablo 11

Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikleri

İkinci hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP1	24	1,58	1,10

Tablo 11’e göre öğrencilerin Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 1,58 olduğu görülmüştür. Alınabilecek maksimum puanın 4 olduğu düşünüldüğünde öğrencilerin Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanın düşük olduğu söylenebilir.

Fermi problemine ilişkin bazı öğrencilerin cevapları Şekil 4, Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 4.Ö14’ün Birinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö14 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 4). Ö14'ün ev ve okul uzaklık tahmin değeri gerçek değere çok yakın olduğundan kabul edilebilir bir uzaklık hesapladığı söylenebilir. Burada Ö14 problemin çözümünden tam puan (4 puan) almıştır.

Problem 1: Hafta içi günlerde okula yürüyerek gidip gelmiş olsaydın bir ayda ne kadar mesafe yürümüş olurdun?

Çözüm:

$$15 \times 2 = 30 \text{ km}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 150 \text{ km} \\ \hline 30 \\ 750 \\ \hline 750 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \text{ km geliş} \\ 15 \text{ km gidiş} \\ \hline 30 \text{ km} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \text{ haftada } 150 \text{ km} \\ 1 ayda 4.500 \text{ km} \end{array}$$

Şekil 5.Ö18'in Birinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö18'in problemin çözümü için kısmen de olsa varsayımda bulunduğu, gerçek değerden çok uzak da olsa tahminde bulunduğu görülmektedir (Şekil 5). Okula en uzak yerde oturan öğrencinin evi yaklaşık 2 kilometre uzaklıktadır. Burada Ö18 okul ev arasındaki uzaklığı 15 kilometre alarak gerçek değerinden çok fazla bir tahminde bulunmuştur. Ayrıca bir ay 4 hafta olduğundan, 1 haftalık 150 kilometre olarak hesapladığı değeri 4 ile çarpması gerekirdi. Sonuç olarak Ö18 varsayımlarda ve tahminde bulunmuş, alt problemleri belirleyip çözmüş, fakat kabul edilebilir bir tahmin değeri elde edememiştir. Burada Ö18 problemin çözümünden 2 puan almıştır.

Üçüncü Hafta

Üçüncü ders planında, ölçüsel tahmin kapsamında, uzunluk ölçme konusuna ilişkin Fermi problemini içeren çalışma kâğıdına yer verilmiştir. Bu ders planı uzunluk ölçme ile ilgili iki kazanım içermektedir.

Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. Üçüncü uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12

Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders sürecinde;	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Problemi anladım.	19	79.2	-	-	5	20.8	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	19	79.2	-	-	5	20.8	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	16	66.7	2	8.3	6	25.0	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	17	70.8	-	-	7	29.2	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	14	58.3	2	8.3	8	33.3	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	11	45.8	8	33.3	5	20.8	-	-
Alt problemleri çözebildim.	15	62.5	2	8.3	7	29.2	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.	12	50.0	6	25.0	6	25.0	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	15	62.6	-	-	9	37.5	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	11	45.8	9	37.5	4	16.7	-	-

Tablo 12'ye göre uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %79,2'si problemi anladıklarını, %66,7'si ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini, %70,8'i istenen ölçüm tahminini yapabildiklerini, %62,5'i alt problemleri çözebildiklerini, %62,5'i Fermi problemini çözebildiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin %79,2'si istenen ölçü birimlerini sayabildiklerini, %58,3'ü alt problemleri belirleyebildiklerini %50'si alt problemleri çözerken, işlemleri zihinden yaptıklarını belirtmişlerdir.

Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.

Üçüncü hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. Üçüncü uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13

Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	f
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21	18
	Problemlerin, tahmin sorularının güzel ve ilginç olması	Ö4, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö16, Ö18, Ö19, Ö23	10
	Dersi eğlenceli ve heyecanlı bulma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17, Ö22, Ö23	12
	Dersin iyi geçmesi ve dersi sevme	Ö13, Ö24	2
	Uygulama zihnimizi açıyor	Ö2, Ö3, Ö4, Ö16, Ö21, Ö22, Ö23	7
	Akıl yürütmeyi, tahmini ve ölçme konusunda gelişmeyi sağlama	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	12
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Deste bazen gürültü olması	Ö13	1
	Bazen sıkıcıydı	Ö13, Ö17	2
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Tahminleri yapamama	Ö4, Ö7	2
	Konuyu zor bulma	Ö4, Ö5, Ö12, Ö23	4
	Zihin yorucu bulma	Ö3, Ö14, Ö17	3
	Problemde sayısal bir ifade olmaması	Ö2	1
	Problemi çözememe	Ö5, Ö6, Ö8, Ö10	4

Tablo 13'e göre öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler ($f:61$) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamanın faydalı bulduğunu ($f:18$), dersin eğlenceli ve heyecanlı olduğunu ($f:12$), akıl yürütmeyi, tahmini ve ölçme konusunda gelişmeyi sağladığını ($f:12$) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler,

uygulamadaki Fermi probleminin güzel ve ilginç olduğunu (f:10), uygulamanın zihin açıcı olduğunu (f:7) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, sınıfta gürültü olması (f:1) ve dersin bazen sıkıcı olması (f:2) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde (f:14) olmuştur. Öğrenciler tahminleri yapma (f:2) ve problemi çözmede (f:4) zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö1: Bence güzel bir dersti. Kendimizi geliştirmemizi sağlıyor. Sonucu tahmin etmek ve ne kadar yakın tahmin yapabildiğimi beklemek eğlenceli oluyor.

Ö2: Problemde sayı olmayınca başta zor oluyor. Sayılar verilmemişken de tahminler yapmak ve sonucu beklemek heyecanlı oluyor.

Ö4: Fermi probleminde sayısal veri olmaması ve sürekli tahmin yaparak sonuca ulaşmak zihin yorucu ve heyecanlıydı.

Ö23: Uzunlukları tahmin etmek zordu. Çünkü daha önce tahmin yapmamıştım.

Ö12: Zor fakat eğlenceli bir dersti.

Ö13: Problemin çözüm yöntemi çok ilgimi çekiyor. Dersi anlayabiliyorum bazen gürültü olması dışında sorun olmadı.

Ö16: Bilmediğim ilginç yeni şeyler öğreniyorum ve zihin olarak geliyorum.

Ö17: Ardı ardına sürekli tahminler yapmak bazen sıkıcı olabiliyor, bunalıyorum.”

Ö22: Biraz yorucu olsa da güzel ve eğlenceli bir uygulamaydı.

Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.

Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Bu bölümde öğretmen bir önceki derste yapılanları hatırlatarak derse giriş yaptı. Öğrencilere bir önceki uygulamada zorlandıkları yerler olup olmadığı sordu. Onları dikkatli bir şekilde dinledi. Öğrencilerin çoğunluğunun derse karşı ilgili olduklarını gözlemledim. Öğretmen bir öğrenciden de yardım alarak Çalışma Yaprağı-3’ü öğrencilere dağıttı.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğretmen çalışma yaprağını öğrencilere dağıttıktan sonra öğrencilere problemi okumalarını, problemin bir önceki hafta çözülen problem ile benzerliği olduğunu söyledi. Daha sonra ‘Bu problemin çözümü için hangi alt problemler [alt problemlerin çözülmesine ihtiyacımız var?] çözülmeli?’ diye sordu. Öğrencilere düşünceleri ve kendi alt problemlerini yazabilmeleri için yeterli zaman verildi. Beyin fırtınası sonrasında öğrenciler tarafından oluşturulan alt problemler tahtaya yazıldı. Öğrencilere problemleri çözmeleri için gerekli zaman tanındı.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğretmen sıraların arasında gezerek öğrencilerin çözümlerini inceledi. Öğrencilerin geneli ilgiliydi fakat zorlanan öğrenciler olduğunu da hissettim. Bu süreçte sınıfta az da olsa bir uğultu, gürültü oldu. Son olarak öğretmen tahtaya çözümleri yansıttı ve öğrencilerden kendi çözümleri ile karşılaştırmalarını istedi.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Genel olarak olumlu diyebilirim. Bu etkinlik bir ders saatiydi ve öğretmenin öğrencilere çözümler için yeterli zaman verdiğini düşünüyorum.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlediği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerden bazıları beynimiz yandı, zihnimiz yoruldu gibi ifadeler kullandılar. Bazıları sıkılmıştı.”

Üçüncü Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. Üçüncü uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Ders başlangıcında bir önceki etkinliği ve uzunluk ölçülerini hatırlatıcı bilgiler paylaştım. Bir önceki etkinliğe göre bu etkinlikte daha az zorlandıklarını fark ettim. Zaman zaman öğrencilerden bazıları zorlandıklarını ifade eden söylemlerde bulunuyorlardı. Bu durumda o öğrenciye yaklaşarak, cevaba ulaşması için farklı sorular sorudum.”

Üçüncü Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular.

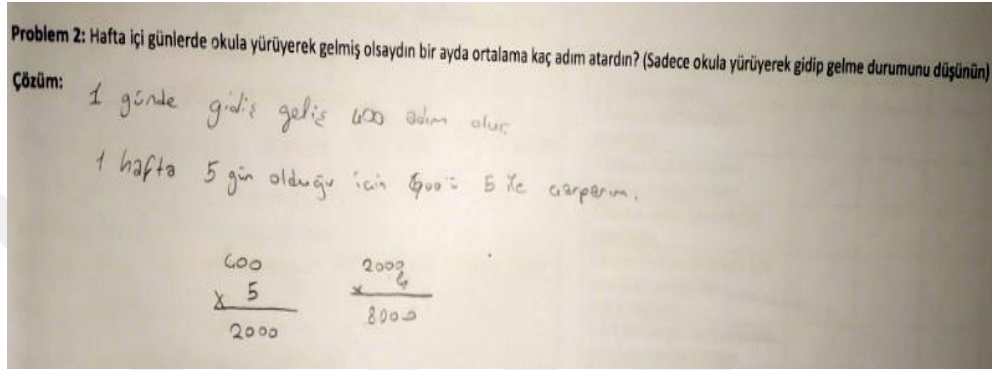
Üçüncü hafta uygulamasında öğrencilere “Hafta içi günlerde okula yürüyerek gelmiş olsaydın bir ayda tahminen kaç adım atardın?” Fermi problemi sorulmuştur. Uygulamada alınabilecek maksimum puan 4, minimum puan 0’dır. Bu problemin cevabı için her öğrencinin evinin okula olan uzaklığının ve adım uzunluklarının farklı olduğu düşünüldüğünde alt problemler, varsayımlar ve tahminler gerçek değerine yakın olduğu sürece yeterli çözüm olarak kabul edilmiştir. Tüm öğrenciler okula yürüyerek gelip gitmektedirler ve okula en uzak noktada oturan öğrencinin evi en fazla yaklaşık 2 kilometre olabilmektedir. Öğrencilerin üçüncü hafta uygulamasında EK 7’deki ölçütlere göre Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 14’te verilmiştir. Tabloya göre öğrencilerin Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 2,08 olduğu görülmektedir.

Tablo 14

Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikleri

Üçüncü hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP2	24	2,08	1,31

Fermi problemine ilişkin Ö3'ün cevabı Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 6. Ö3'ün İkinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö3 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 6). Ö3'ün adım tahmin değeri gerçek değere yakın olduğundan kabul edilebilir bir uzaklık hesapladığı söylenebilir. Burada Ö3 problemin çözümünden tam puan (4 puan) almıştır.

Dördüncü Hafta

Dördüncü ders planında, ölçüsel tahmin kapsamında, alan ölçme konusuna ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemini içeren çalışma yaprağına yer verilmiştir. Bu ders planı biri uzunluk ölçme, ikisi alan ölçmeye yönelik toplam üç kazanım içermektedir. Bu derste, düz anlatım tartışma, soru cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır.

Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. Dördüncü uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15

Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders Sürecinde;	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Problemi anladım.	18	75.0	-	-	6	25.0	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	14	58.3	-	-	10	41.7	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	15	62.5	2	8.3	7	29.2	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	15	62.5	-	-	9	37.5	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	12	50.0	4	16.7	8	33.3	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	12	50.0	9	37.5	3	12.5	-	-
Alt problemleri çözebildim.	12	50.0	2	8.3	8	33.3	2	8.3
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.	13	54.2	4	16.7	6	25.0	1	4.2
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	10	41.7	3	12.5	11	45.8	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	13	54.2	7	29.2	4	16.7	-	-

Tablo 15'e göre uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %75,0'i problemi anladıklarını, %62,5'i ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini, %50,0'si gerekli alt problemleri belirleyebildiklerini, %50,0'si alt problemleri çözebildiklerini, %45,8'i problemin çözümünü kısmen yapabildiklerini, %58,3'ü istenen ölçü birimlerini sayabildiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin %54,2'si alt problemlerin çözümünü zihninden yapabildiklerini, %50'si alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmasına katılabildiklerini, %54,2'si de çözümü arkadaşlarına açıklayabildiklerini belirtmişlerdir.

Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular. Dördüncü hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. Dördüncü uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16

Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	F
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6,Ö7, Ö9, Ö10, Ö11,Ö12, Ö13, Ö14, Ö18, Ö20, Ö23, Ö24	15
	Problemleri ilginç bulma	Ö3, Ö4, Ö6, Ö14,Ö15, Ö16, Ö18,Ö20, Ö21, Ö23	10
	Dersi eğlenceli ve güzel bulma	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6,Ö10,Ö12,Ö13,Ö14, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19,Ö21, Ö23	14
	Dersin iyi geçmesi ve dersi sevmeye	Ö10, Ö11, Ö12,Ö19, Ö20, Ö24	6
	Hep birlikte sonuca ulaşma, tartışma yapma	Ö8	1
	Öğretmenin güler yüzlü olması	Ö19	1
	Hesaplamalar yapmak ve tahminler yapmak	Ö21, Ö22	2
	Alan konusunu daha iyi anlama ve gelişme	Ö5, Ö14, Ö15, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22	7
	Problemi zor bulma	Ö1, Ö17	2
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Sıkıcı bulma	Ö5	1
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Problemi ve soruları çözmekte zorlanma	Ö1, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö17, Ö20, Ö22	11
	Zihin yorucu	Ö15	1
	Problemlerde hiç sayı verilmemiş olmaması	Ö20	1
	Tahminleri yapmakta zorlanma	Ö7, Ö19, Ö22	3

Tablo 16'ya göre öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler ($f:56$) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamanın faydalı bulunduğunu ($f:15$), dersin eğlenceli ve güzel olduğunu ($f:14$), alan konusunu daha iyi anlamayı sağladığını ($f:7$) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler, uygulamadaki Fermi probleminin ilginç olduğunu ($f:10$), öğretmenin güler yüzlü olduğunu ($f:1$) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, problemin zor olması ($f:2$) ve dersin sıkıcı olması ($f:1$) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin

görüşlerde (f:16) olmuştur. Öğrenciler tahminleri yapma (f:3) ve problemi çözmede (f:11) zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö14: Değişik, ilginç problemler çözüyoruz. Çok güzel ve eğlenceli geçiyor. Fikir olarak geliyoruz.

Ö15: Okuldaki herkesin kitabı ile okul bahçesini doldurma ile ilgili olan soru çok güzeldi. Eğlenceli bir dersti. Zihin yorucu oluyor ve geliyoruz.

Ö19: Güzeldi ve eğlenceliydi. Alan ölçü birimlerini daha iyi anladım. Okulda kaç öğrenci olduğunu tahmin etmekte zorlandım. Öğretmenin güler yüzlü olması, güler yüzle anlatması ile ders çok eğlenceliydi.

Ö20: Problemden hiç sayı olmaması bazen zorluyor. Güzel bir dersti hem eğitiyor hem geliştiriyor. Alan tahmini yapma konusunda geliyoruz, gerçek sonuca daha yakın tahmin yapabiliyoruz.

Ö21: Okulun bahçesini kitapla doldurma sorusu ilginçti. Güzel ve eğlenceli bir dersti.

Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin

Bulgular. Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilere dersin başlangıcında bir önceki çalışmada çözdükleri problemlerle ilgili genel dönütler verildi. Bu dönüt ve değerlendirmenin olması iyi oldu. Hatırlatmalar ve örnekler ile desteklemeler, öğrencinin çalışmayı daha olumlu yönden yapmasını sağlayacaktır. Bu haftaki çalışmada ayrıca öğretmenin derse, alan konusuna dikkat çekmek için kalıp çikolata getirmesi güzel oldu.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Alan ölçme birimleri ile ilgili Fermi problemlerini çözmeye yönelik yönlendirmeler ve ipuçları öğrencinin tahmin etme gücünü desteklemektedir.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendir bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Sonuçlar üzerinden fikir yürütmelerinin iyi olduğunu düşünüyorum. Yuvarlayarak tahmin becerilerinde iyileşmeler olması olumlu.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Çalışmanın belirtilen sürede gerçekleşmesi, bir sonraki derste neler yapılacağından haberdar etme, olumluydu.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlediği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerin problemleri çözerken zihinlerinin yorulduğunu söylemeleri, aslında bu olumlu bir durum diye düşünüyorum.”

Dördüncü Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. Dördüncü uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Öğrencilere bir önceki etkinlik ile ilgili hatırlatmalarda bulunduktan sonra, bu derste neler yapacağımızı kısaca anlattım ve çantamdan bir kalıp çikolatayı çıkardım. Sonra ders planına uygun olarak ‘Dikdörtgen biçimindeki kaç kalıp çikolata ile öğretmen masasını kaplayabiliriz?’ sorusunu sordum. Bu soruya öğrencilerin verdikleri cevapları dinleyip, sınıfça tartıştıktan sonra Çalışma Yaprakı 4’ü öğrencilere dağıttım. Alan ölçü birimleri ile ilgili hatırlatmalar yaptıktan sonra öğrencilere soruları çözmeleri için zaman verdim ve sonra soruların cevaplarını tartıştık. Daha sonra Fermi probleminin olduğu Çalışma Yaprakı 5’i dağıttım. Öğrencilere daha önceki derste yaptığımız gibi alt problemleri belirleme ile işe başlamalarını önerdim. Öğrencilere problemi çözmeleri için zaman verdim. O esnada sınıfta sıralar arasında dolaşarak öğrencilerin zorlandıkları noktada uygun sorular ile cevaba ulaşmalarını sağladım. Öğrencilerden bir kısmı zihinlerinin yorulduğunu söylüyorlardı. Son olarak akıllı tahtaya sorunun cevabını yansıttım ve öğrencilerin cevaplarının neden uzak veya neden yakın değerler olduğunu tartıştık.”

Dördüncü Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular. Dördüncü hafta uygulamasında öğrencilere “Okulumuzdaki tüm öğrencilerin matematik ders kitapları yan yana dizildiğinde oluşan alan ile okul bahçesi kaplanabilir mi?” Fermi problemi sorulmuştur. Öğrencilerin dördüncü hafta uygulamasında EK 7’deki ölçütlere göre Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17

Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler

Dördüncü hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP3	24	2,00	1,56

Tablo 17’ye göre öğrencilerin Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 2,00 olduğu görülmüştür.

Fermi probleminin çözümünden tam puan alan bir öğrencinin, Ö12'nin cevabı Şekil 7'de verilmiştir.

Problem 3: Okulumuzdaki tüm öğrencilerin matematik ders kitapları yan yana dizildiğinde oluşan alan ile okul bahçesi dolabilir mi?

Çözüm:

$$\begin{array}{r} 20 \\ \times 15 \\ \hline 100 \\ + 200 \\ \hline 300 \text{ cm}^2 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 20 \\ \times 6 \\ \hline 120 \text{ m}^2 \\ + 1200.0000 \text{ cm}^2 \\ \hline 1200.0000 \end{array}$$

Hayır, dolmaz.

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 16 \\ \hline 160 \\ + 250 \\ \hline 400 \end{array}$$

Şekil 7. Ö12'nin Üçüncü Fermi Problemine ilişkin çözümü

Ö12 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 7). Ö12 bir ders kitabının alanını ve okuldaki öğrenci sayısını gerçek değerine yakın tahmin etmiş, gerekli alt problemlerin çözümlerini yapabilmiş ve varmış olduğu karar “hayır dolmaz” olmuştur. Bu problemin çözümünden Ö12 tam puan almıştır.

Fermi probleminin çözümünden 2 puan alan bir öğrencinin, Ö21'in cevabı Şekil 8'de verilmiştir.

Problem 3: Okulumuzdaki tüm öğrencilerin matematik ders kitapları yan yana dizildiğinde oluşan alan ile okul bahçesi dolabilir mi?

Çözüm: Hayır. Çünkü okulumuzun bahçesi büyük.

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 30 \\ \hline 720 \text{ kitap} \end{array}$$

Her kitabın kısa kenarı 10 cm, uzun kenarı ise 20 cm olursa alanı 200 cm

Şekil 8. Ö21'in Üçüncü Fermi Problemine ilişkin çözümü

Ö21 problemin çözümü için gerekli olan alt problemlerin hepsini belirlememiş, okuldaki öğrenci sayısını ve kitabın alanını (birimi yanlış yazmış) gerçek değerine yakın

tahmin etmiş ve “Hayır. Çünkü okulumuzun bahçesi büyük” yanıtını vermiştir. Okul bahçesinin alanına dair herhangi bir sayısal tahmin yapmamıştır (Şekil 8). Bu problemin çözümünden Ö21 2 puan almıştır.

Beşinci Hafta

Beşinci ders planında, ölçüsel tahmin kapsamında, hacim ölçme, birçokluktaki nesne miktarını tahmin etme konularına ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemini içeren çalışma yaprağına yer verilmiştir. Bu ders planı iki kazanım içermektedir. Bu derste, düz anlatım tartışma, soru cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır.

Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. Beşinci uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18

Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders Sürecinde	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Problemi anladım.	14	58.3	-	-	10	41.7	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	11	45.8	4	16.7	9	37.5	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	16	66.7	-	-	8	33.3	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	10	41.7	1	4.2	13	54.2	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	13	54.2	1	4.2	10	41.7	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	8	33.3	9	37.5	7	29.2	-	-
Alt problemleri çözebildim.	11	45.8	3	12.5	10	41.7	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihninden yaptım.	9	37.5	3	12.5	12	50.0	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	12	50.0	1	4.2	11	45.8	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	10	41.7	11	45.8	3	12.5	-	-

Tablo 18’e göre uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %58,3’ü problemi anladıklarını, %66,7’si ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini,

%54,2'si gerekli alt problemleri belirleyebildiklerini, %50,0'si problemin çözümünü yapabildiklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrencilerin %54,2'si istenen ölçüm tahminlerini kısmen yapabildiklerini, %50'si alt problemleri çözerken işlemleri zihninden kısmen yapabildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin %37,5'i alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmalarına katılmadıkları, %45,8'i de çözümü arkadaşlarına açıklayamadıklarını ifade etmişlerdir.

Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.

Beşinci hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerinde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. Beşinci uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19

Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	F
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö17, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö18, Ö19, Ö22, Ö23, Ö24	19
	Problemleri ilginç bulma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö9, Ö10, Ö11, Ö17, Ö19, Ö22, Ö23, Ö24	12
	Dersi eğlenceli bulma	Ö2, Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö17, Ö19, Ö22	11
	Tahmin becerisini geliştirmesi	Ö9, Ö11, Ö14, Ö15, Ö20, Ö21, Ö22, Ö24	8
	Çok fazla şey öğrenme	Ö15, Ö22, Ö23	3
	Konuyu daha iyi anlama	Ö4, Ö5, Ö15	3
	Öğretmenin somut nesneler kullanması	Ö1, Ö3, Ö9, Ö23	4
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Çok fazla problem olması	Ö1, Ö21	2
	Sıkıcı bulma	Ö1, Ö2	2
	Zihin yorucu bulma	Ö20, Ö21	2
	Dersin kısa sürmesi	Ö17	1
	Konuyu anlayamama	Ö10	1
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Problemi ve soruları çözmekte zorlanma	Ö1, Ö4, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö16, Ö18, Ö20	11
	Problemde sayısal veri olmaması zorluyor	Ö15	1
	Ölçü birimlerini birbirine dönüştürme	Ö20	1
	Hacim hesaplamada zorlanma	Ö14	1
	Tahminleri yapmakta zorlanma	Ö5, Ö7	2

Tablo 19'a göre öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler ($f:60$) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamanın faydalı bulduğunu ($f:19$),

dersin eğlenceli olduğunu (f:11), tahmin becerisini geliştirdiğini (f:8) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler, uygulamadaki Fermi probleminin ilginç olduğunu (f:12), çok fazla şey öğrendiklerini (f:3) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, problemin zihin yorucu olması (f:2), çok fazla problem olması (f:2) ve dersin sıkıcı olması (f:2) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde (f:16) olmuştur. Öğrenciler tahminleri yapmada (f:2), problemi ve soruları çözmede zorlandıklarını (f:11) belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö11:Eğlenceli bir dersti. Tahmin becerimiz geliyor. Sınıfa kaç tane pinpon topunun sığacağını bulmaya çalışmak çok ilginçti ve sonucu çok merak ettim.

Ö9:Güzel bir uygulama yapmamızın yanı sıra beni fazlaca geliştirdiğini düşünüyorum.

Ö14:Tahmin becerimizi geliştiren bir ders oluyor. Hacim hesaplamalarında zaman zaman zorlandım.

Ö15:Dersi çok sevdim. Bana katkıları oldu. Yeni şeyler öğrendim. Yapılan etkinlik gelişmemizi sağlıyor. Sayıların olmaması beni zorluyor.

Ö4:Güzeldi ama biraz daha eğlenceli olabilir. Soru ilginçti ve zordu. Çok zor şeyler olabiliyor. Onları biraz çözemedim. Yani pek anlayamadım.

Ö17:Güzel bir uygulamaydı. Kamyonun içine kutuyu ve karpuzu sığdırma bölümü ilgilimi çekti. Zorluk yaşamadım. Dersin daha fazla sürmesini isterim.

Ö20: Ölçü birimlerini birbirine dönüştürmek zorladı. Ders kesinlikle geliştirici ve zihin yorucu.

Ö23: Yapılan etkinlik sonrasında günlük yaşamda kullanılan eşyaların hacmini kolayca gerçek değerine yakın tahmin edebildiğimi fark ettim. Çok geliştirici, faydalı ve eğlenceli geçiyor.

Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.

Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerin hacim bilgileri yoklandı. Örnek sorular üzerinden hacim ölçmenin nasıl yapıldığı, hacim ölçü birimleri arasındaki dönüşümlerin (birim çevirmelerin) nasıl yapılacağı anlatıldı. Giriş olumluydu.

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Fermi problemi ile öğrencilerin düşünceleri sağlandı. Zorlandıkları yerde ipuçları verildi. Öğrencilere problemi çözmeleri için verilen süre bittikten sonra çözüm anlatıldı. Gelişme olumluydu.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Cisimlerin boyutları ve hacimleri konusunda daha gerçeğe yakın tahmin yapma konusunda öğrencilerin farkındalığı sağlandı. Sonuç iyiydi.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerileri aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Hacim tahmin becerilerinin geliştiğini, farkındalıklarının arttığını düşünüyorum. Eski bilgilerinin farklı yönden analiz-sentez becerilerinin geliştiğini düşünüyorum. Matematiğe yönelik düşünme etkinliği olduğu için olumluydu.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlediği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerin düşünerek cevap verme konusunda zorlandıklarını gözlemledim. Ayrıca derse karşı olan merakın artarak devam etmesi açısından iyiydi.”

Beşinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. Beşinci uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Derse ilgi uyandırmak için kesme şeker kutusu ile sınıfa geldim. Kutunun içinde kaç adet kesme şeker olduğunu öğrencilerden tahmin etmelerini istedim. Öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda sınıf tartışması yapıldı. Nasıl tahmin edebiliriz. Hangi tahminler daha yakın olur bu konu ile ilgili tartışma ortamı oluştu. Daha sonra hacim ölçüsü birimlerini içeren Çalışma Yaprağı 6 öğrencilere dağıtıldı. Hacim ölçü birimleri, birbirine dönüştürülmesi, kare, küp, küre gibi cisimlerin hacimlerinin gerçek değerinin nasıl hesaplandığı ile ilgili bilgiler paylaşıldı. Çalışma Yaprağı 6’yı öğrencilerin çözmeleri için zaman verildi ve öğrencilere cevapları ile ilgili geri dönütler verildi. Son olarak Fermi probleminin olduğu Çalışma Yaprağı 7 dağıtıldı. Öğrencilerin problemi çözmeleri için gerekli alt problemleri oluşturmaları ve çözmeleri söylendi. Öğrenciler çözümlerini sınıfla paylaştılar. Gerçek cevaba ne kadar yaklaştıkları tartışıldı. Sınıfın hacmini tahmin etmede üç ayrı uzunluk tahmini olduğu için ve bu üç uzunluk tahmini gerçekten uzak olursa hacim tahmininin de gerçek değerinden uzak olacağı belirtildi.”

Beşinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular. Beşinci hafta uygulamasında öğrencilere “Sınıfımıza tahminen kaç pinpon topu sığar?” Fermi problemi sorulmuştur. Öğrencilerin beşinci hafta uygulamasında EK 7’deki ölçütlere göre Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20

Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler

Beşinci hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP4	24	2,08	1,38

Tablo 20'ye göre öğrencilerin Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 2,08 olduğu görülmüştür.

Fermi probleminin çözümünden tam puan alan bir öğrencinin, Ö17'nin cevabı Şekil 9'da verilmiştir.

Problem 4: Sınıfımıza kaç pinpon topu sığabilir?

Çözüm:

$$8 \cdot 6 = 48 \quad 48 + 3 = 144$$

$$= 144.000.000 \text{ cm}^3$$

$$\frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 2^3 = 32 \text{ cm}$$

$$\frac{144.000.000}{32} = 5.000.000$$

Şekil 9. Ö17'nin Dördüncü Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö17 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 9). Ö17 problemin çözümünü gerçek değerine yakın tahmin etmiş, sadece pinpon topunun hacminin biriminde cm^3 yazması gerekirken cm yazmıştır. Sınıfın hacmini hesaplarken cm^3 olarak doğru birimi yazmıştır. Öğrenci burada birimi birim bilgisi olmadığından değil unutmuş olduğundan dolayı bu şekilde yazdığı varsayılmış ve tam puan almıştır.

Fermi probleminin çözümünden 3 puan alan bir öğrencinin, Ö9'un cevabı Şekil 10'da verilmiştir.

Problem 4: Sınıfımıza kaç pinpon topu sığabilir?

Çözüm:

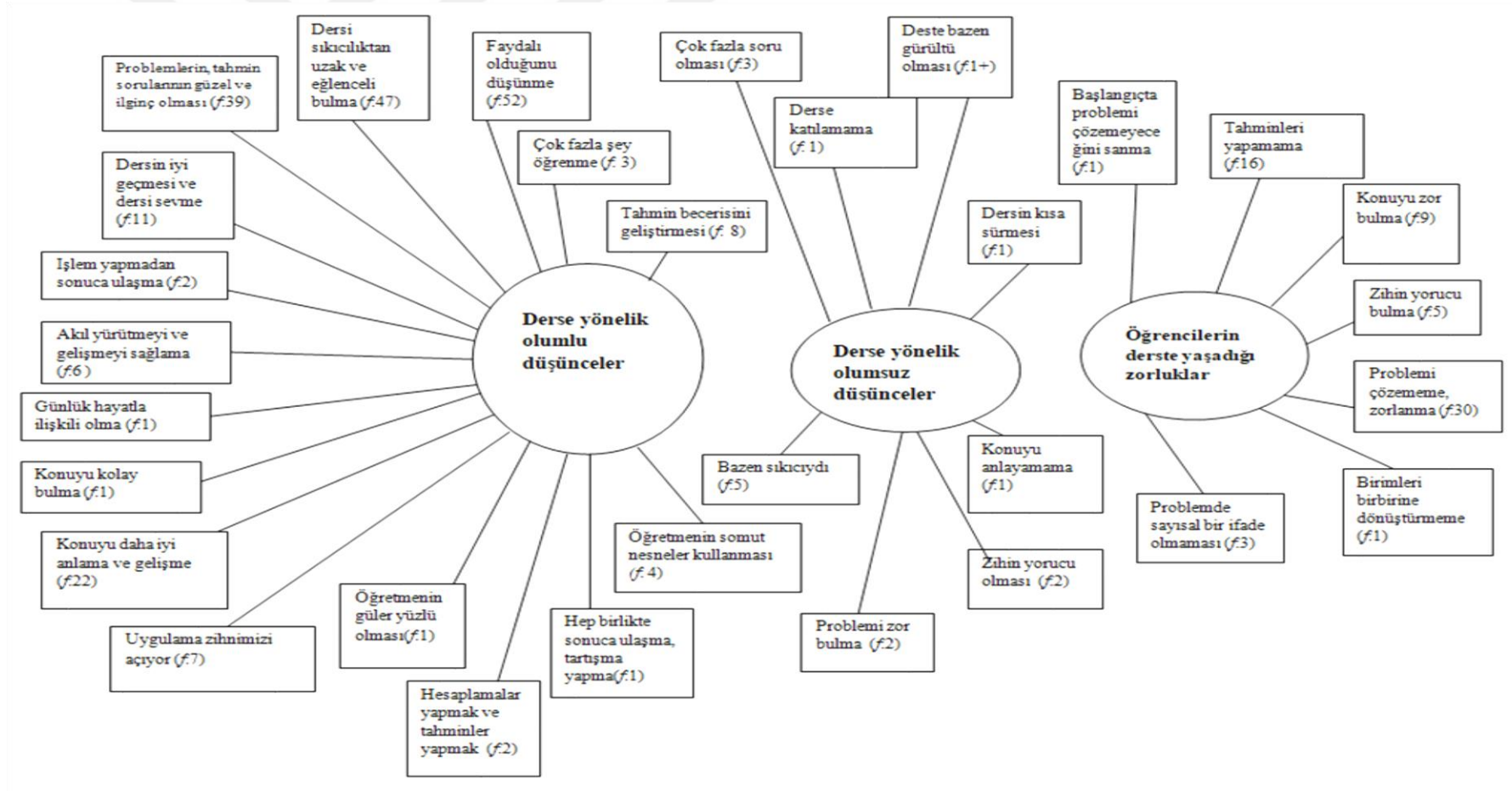
$$9 \cdot 6 \cdot 3 = 166 \text{ m}^3 = 166.000 \text{ dm}^3 = 166.000.000 \text{ cm}^3$$
$$\frac{166.000.000}{2} = 72.000.000$$

Şekil 10.Ö9'un Dördüncü Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö9 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 10). Ö9'un birimleri birbirine dönüştürmekte zorlanmadığı, pinpon topunun hacmini tahmin etmede zorlandığı ve pinpon topunun hacmini 2cm^3 olarak tahmin ettiği görülmektedir. Ö9 pinpon topunun hacmini gerçek değerinden çok küçük olarak tahmin ettiği için, problemin cevabı gerçek değerinden fazla olmuştur. Burada Ö9 3 puan almıştır.

Birinci Döngüye Yönelik Genel Değerlendirme

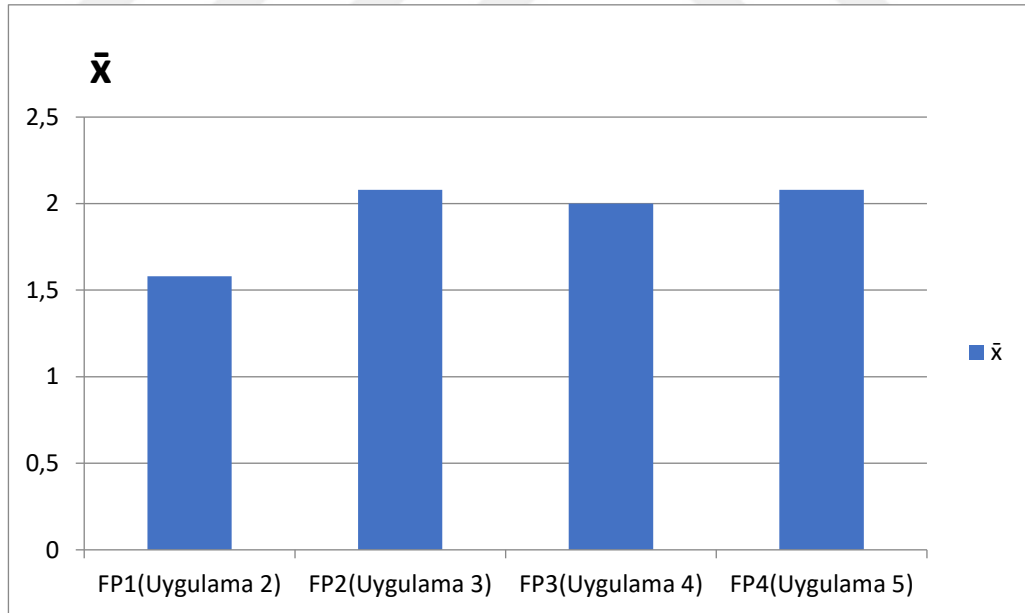
Burada birinci döngüde öğrencilerin yansıtıcı günlüklerde verdikleri ifadelerin özetine, Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puanların aritmetik ortalamasının uygulama sürecine göre değişimini gösteren bilgilere yer verilmiştir. Bunun yanı sıra birinci döngüye yönelik ortaya çıkan sorunlar ve bir sonraki döngü sürecinde uygulamaya konulmak üzere üretilen çözüm önerileri ele alınmıştır. Birinci döngüdeki tüm uygulamalarda yansıtıcı günlüklerde öğrenciler tarafından verilen cevaplar ve frekansları Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Birinci Döngüdeki Tüm Uygulamalarda Yansıtıcı Günlüklerde Öğrenciler Tarafından Verilen Cevaplar ve Frekansları

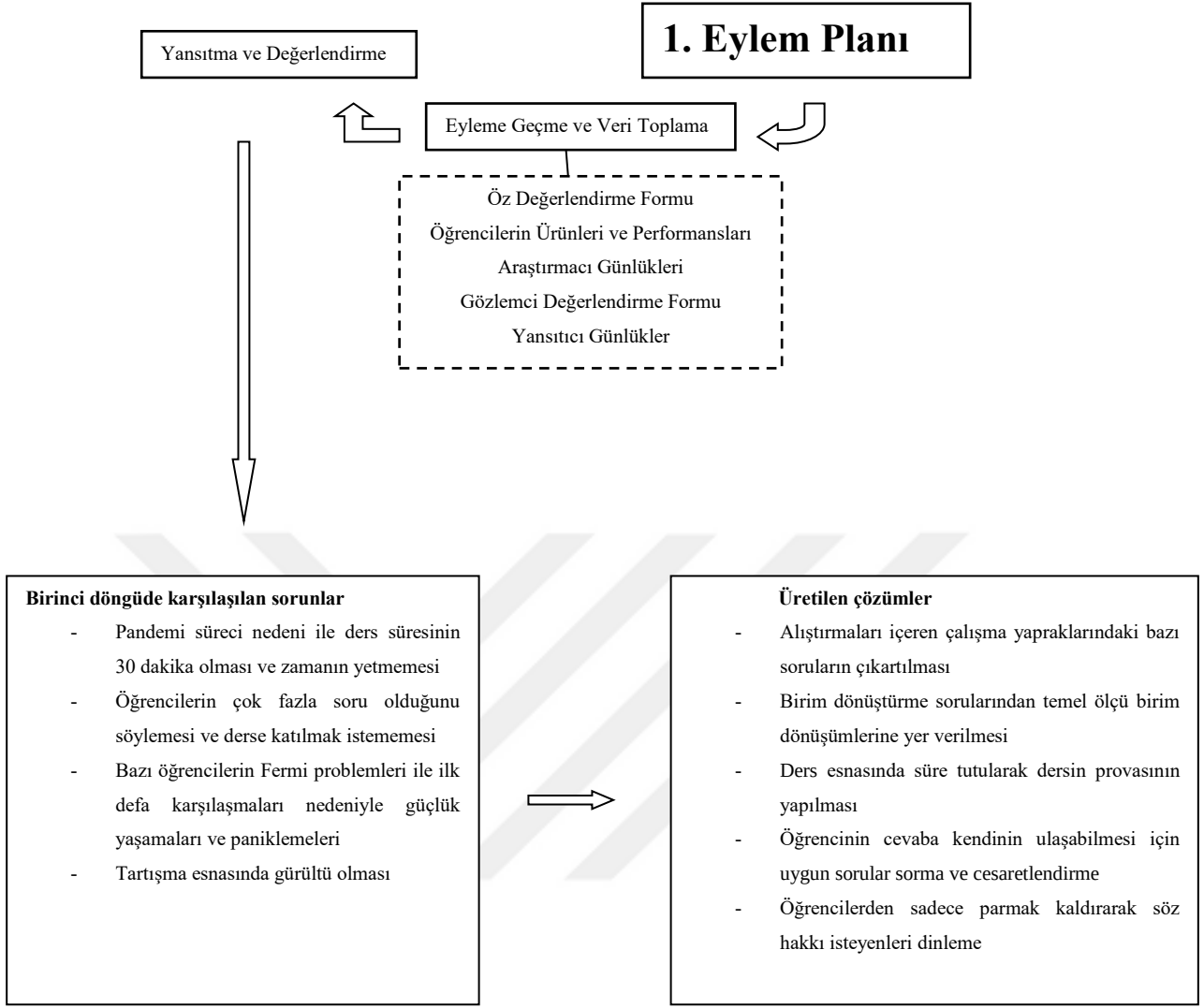
Şekil 11’de birinci döngüde yapılan uygulamalardaki yansıtıcı günlüklerin özeti sunulmuştur. Şekil 11’e göre öğrencilerin uygulamalara yönelik olumlu görüşleri uygulamaların faydalı olması ($f:52$), uygulamaların eğlenceli ve öğretici olması ($f:47$), problemlerin ve tahmin sorularının ilginç olması ($f:39$), konunun daha iyi anlaşılması ve gelişimin olması ($f:22$) fikirlerinde yoğunlaşmaktadır. Öğrencilerin uygulamalara yönelik olumsuz görüşleri problemlerin zor olması ($f:2$) ve dersin bazen sıkıcı olması ($f:5$) fikirlerinde yoğunlaşmaktadır. Öğrencilerin uygulamalar esnasında derste yaşanan zorluklara ilişkin sıkıntıları ise problemi çözmede zorlanma ($f:30$) ve tahminleri yapmada zorlanma ($f:16$) olarak belirtilmiştir.

Birinci döngüdeki öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümünden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarının ilişkisini gösteren grafik Şekil 12’de verilmiştir. Şekil 12’ye göre öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puan ortalamalarının en fazla olduğu problemlerin FP2 ve FP4 olduğu görülmektedir. Ayrıca birinci döngüde, yapılan uygulamalar ile öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puan ortalamasında uygulamaya 2’ye göre artış olduğu görülmüştür.



Şekil 12. Birinci Döngüdeki Fermi Problemlerinden Alınan Puanlara Göre Aritmetik Ortalama Grafiği

Birinci döngüye yönelik ortaya çıkan sorunlar ve üretilen çözüm önerileri Şekil 13’te sunulmuştur.



Şekil 13. Birinci Döngüde İzlenen Adımlar

İkinci döngü kapsamında gerçekleştirilen uygulamalar, uygulama süreci boyunca ortaya çıkan sorunlar ve çözüm önerileri bir sonraki başlık altında ele alınmıştır.

İkinci Döngüye Yönelik Bulgular

İkinci döngü, dört haftalık uygulama sürecini kapsamaktadır. Bu kapsamda her hafta öğrenciler tarafından yanıtlanan, öz-değerlendirme formlarının ve öğrenci yansıtıcı günlüklerinin analizlerine yer verilmiştir. Ayrıca gözlemci öğretmen formu ve

araştırmacı öğretmen günlüğünden elde edilen verilere yönelik doğrudan alıntılara da yer verilmiştir.

Altıncı Hafta

Altıncı ders planı biri hacim ölçme, biri sıvı ölçmeye yönelik toplam iki kazanım içermektedir. Bu derste, düz anlatım, tartışma, soru cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır.

Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. Altıncı uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21

Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders Sürecinde;	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	F	%	F	%	f	%	f	%
Problemi anladım.	14	58.3	-	-	10	41.7	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	16	66.7	-	-	8	33.3	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	18	75.0	2	8.3	4	16.7	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	16	66.7	-	-	8	33.3	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	6	25.0	2	8.3	16	66.7	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	14	58.3	6	25.0	6	25.0	-	-
Alt problemleri çözebildim.	10	41.7	-	-	14	58.3	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.	14	58.3	4	16.7	6	25.0	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	6	25.0	12	50.0	6	25.0	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	20	83.3	4	16.7	-	-	-	-

Tablo 21’e göre uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %58,3’ü problemi anladıklarını, %66,7’si istenen ölçü birimlerini sayabildiklerini, %75’i istenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini, %66,7’si istenen ölçüm tahminlerini yapabildiklerini, %58,3’ü alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmasına katıldıklarını,

%50'si Fermi probleminin çözümünü yapamadıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrencilerin %58,3'ü alt problemleri çözerken işlemleri zihinden yapabildiklerini, %66,7'si çözüm için gerekli alt problemleri kısmen belirleyebildiklerini, %58,3'ü alt problemleri kısmen çözebildiklerini, %83,3'ü çözümü arkadaşlarına açıklayabildiklerini ve %50'si de Fermi problemlerinin çözümünü yapamadıklarını ifade etmişlerdir.

Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.

Altıncı hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. Altıncı uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22

Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	f
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö3, Ö5, Ö6, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23	15
	Problemleri ilginç bulma	Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö19, Ö20, Ö22, Ö24	15
	Dersi eğlenceli, güzel ve eğitici bulma	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö12, Ö11, Ö13, Ö15, Ö16, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23,	16
	Dersin iyi geçmesi ve dersi sevmeye	Ö6, Ö15, Ö16, Ö20, Ö21	5
	Problemin soncu merakla beklemek	Ö12, Ö24	1
	Problemi çözebildim	Ö16	1
	Gerçek hayatla ilgili olması	Ö24	1
	Su tüketimi konusunda bilinçlenme	Ö22	1
	Önceden öğrendiğimiz bazı konuları hatırlama	Ö5, Ö6, Ö9, Ö10	4
	Sıvı ölçmeyi, tahmini daha iyi öğreniyoruz ve geliyoruz	Ö1, Ö3, Ö9, Ö12, Ö17, Ö19, Ö23	7
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Problemi zor bulma	Ö10, Ö13, Ö18 Ö23	4
	Matematik dersini aksatması	Ö12, Ö19	2
	Zihin yorucu	Ö22	1
	Sıkıcı bulma	Ö4, Ö18	2
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Problemi ve soruları çözmekte zorlanma	Ö5, Ö10, Ö13, Ö14, Ö18	5
	Birimleri dönüştürememe	Ö6, Ö7, Ö23	3
	Alt problemleri oluşturmada zorlanma	Ö9	1
	Tahminleri yapmaktan zorlanma	Ö5, Ö6, Ö8	3

Tablo 22'ye göre öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler (f:66) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamanın faydalı bulunduğunu (f:15), dersin eğlenceli, güzel ve eğitici olduğunu (f:15), sıvı ölçme konusunu ve tahmin becerisini geliştirdiğini (f:7) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler, uygulamadaki Fermi probleminin ilginç olduğunu (f:15), önceden öğrenilen bazı konuları hatırlamayı sağladığını (f:4) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, problemin zihin yorucu olması (f:1), problemin zor olması (f:4) ve dersin sıkıcı olması (f:2) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde (f:12) olmuştur. Öğrenciler tahminleri yapmada (f:3), birimleri birbirine dönüştürmekte zorlandıklarını (f:3), problemi ve soruları çözmede zorlandıklarını (f:5) belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö5: Bugünkü uygulama güzeldi ve faydalıydı. İlgilimi çeken dört kişilik bir ailenin harcadığı su miktarı problemi oldu. Önceki öğrendiğimiz konuları hatırlıyoruz. Güzel geçiyor. Bazen tahmin yapmakta zorlanıyorum.

Ö6: Sıvı ölçü birimlerini unutmuş olduğumu fark ettim. Fermi problemini çözerken yaptığımız tahminlerde bilgileri hatırladım. Tahmin yaparken sonuçları tam tutturamıyorum fakat yakın oluyor tahminim gerçek değere.

Ö9: Yapılan uygulama sonrası konuyu daha iyi anladım.

Ö10: Fermi problemini çözmek çok faydalı oluyor, eğlenceli ve zor geçiyor, konuları tekrardan hatırlıyorum, çok iyi oluyor.

Ö12: 4 kişilik bir ailenin 1 ayda harcadığı su miktarını hesaplamaya çalışmak, çok mu fazla, çok mu az olduğunu tahmin ettikten sonra, gerçek değere ne kadar yakınım çok merak ettim.

Ö13: Eğlenceliydi. Fermi problemi çok faydalıydı fakat çözümü yapamadım.

Ö21: Çok güzel bir uygulama çok sevdim. Bizlere yeni şeyler öğretiyor ve çok eğlenceli geçiyor.

Ö22: Fermi problemi ile aslında ne kadar fazla su harcadığımızı fark ettim. O kadar fazla harcadığımı tahmin edemezdim. Fermi problemi bazen zihin yoruyor ama güzel. Ders genel anlamda eğlenceli ve öğretici.

Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.

Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Sıvı ölme birimlerinin birbirlerine dönüşümleri ile ilgili hatırlatıcı bilgiler verildi. Sınıfa getirilen su bardağı ile etkinlik yapıldı. Öğrenciler bardağın içindeki su miktarını tahmin ettiler. Sıvı ve hacim ile ilgili sorulan sorulara öğretmen tarafından dönütler verildi. Su faturalarının derse getirilmesi gerçek

hayatla ilişkilendirme yapılması açısından güzel bir örnek oldu. Sıvı ölçme birimlerinin ne olduğu, birimler arasında dönüşümlerin nasıl yapılacağı örneklerle anlatıldı. Giriş tahmin becerisi için gerekli, yeterli ve iyiydi.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilere etkinliği yapmaları için yeterli süre verildi ve bu süre içerisinde öğrencilerin zorlandıkları noktalarda ipuçları verilerek yardımcı olundu. Fermi probleminin alt problemlerinin çözümü yapılırken tahminler yapıldı. Öğrenciler tahmin yaparken daha bilinçli ve istekli olduklarını gözlemledim. Öğretmen öğrencilerin problemin çözümünü nasıl yaptıklarını dinledi ve değerlendirdi. Gelişme bölümü yeterli ve olumluydu.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Etkinliğin çözümü yapıldı. Çözüm üzerinden bu etkinlikteki tahmin becerisi yorumlandı ve günlük hayatta benzer şekilde tahminlerin yapılabileceği örnekler verildi. Öğrencinin gerçek değerden uzak bir değer bulmalarının nedenlerinin ne olabileceği soruldu. Sonuç iyiydi, olumluydu.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüşlerini ve öğrencilerde gözlemlediği zorluklara ilişkin görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Bu sorulara yönelik aslında giriş, gelişme ve sonuç bölümlerinde yapılanları anlatırken görüşlerimi belirttim. Genel olarak işlem yapma, birim çevirmede öğrencilerin zorlandıklarını gözlemledim.”

Altıncı Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

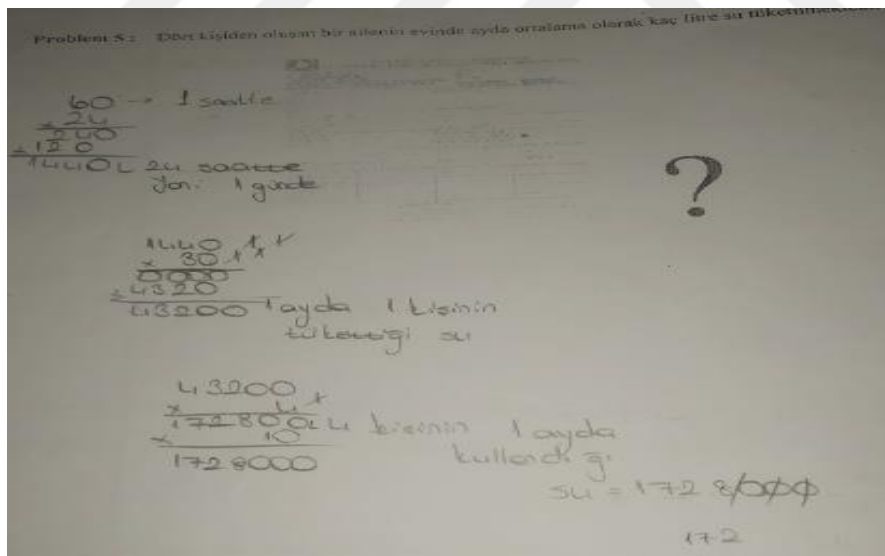
Bulgular. Altıncı uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Sıvı ölçme ve hacim ölçme etkinliklerinin bir arada olduğu bir etkinlikti. İlk önce öğrencilere daha önceki derste yapılan uygulama hatırlatıldı. Sonra sıvı ölçme birimleri ile ilgili bilgiler görsel olarak yansıtıldı. Sıvı ve hacim ölçü birimleri arasındaki ilişki açıklandı. Fermi problemi öncesinde çalışmalar yapıp birlikte cevaplandıktan sonra, Fermi problemine geçildi. Öğrencilere problem üzerine düşünceleri için zaman verildi. Hangi soruların cevaplanması gerektiği soruldu. Yeterli süre verildikten sonra öğrencilerden biri söz hakkı alarak (Ö4) 190 000 litre olabileceğini açıkladı. Bir başka öğrenci su faturalarını takip ettiğini ve dört kişilik bir ailede olduğu için çözümü yaptığını açıkladı. Problemin çözümü tahtada yansıtıldıktan sonra öğrencilerden yansıtıcı günlük ve öz değerlendirme formlarını doldurmaları istendi. Derste öğrencilerin istekli ve meraklı oldukları gözlemlendi. Bir sonraki etkinliğe hazırlık için o esnada 1 litre su mu 1 litre zeytinyağını daha ağırdır sorusu soruldu ve düşünceleri önerildi. Ders bitti.”

Tablo 23

Altıncı hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP5	24	1,87	1,15

Fermi probleminin çözümünden 3 puan alan bir öğrencinin, Ö11'in cevabı Şekil 14'de verilmiştir.



Ö11 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 14). Ö11, bir musluğun 24 saat boyunca açık kaldığını varsaydığından gerçek değerinden çok fazla bir tahmin yapmıştır. Bu sorudan Ö11 3 puan almıştır.

Yedinci Hafta

Yedinci ders planı iki ders saatini kapsayacak şekilde hazırlanmış olup, dört kazanım içermektedir. Bu derste, düz anlatım, tartışma, soru-cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır. Yedinci hafta itibari ile etkinlikler çevrimiçi olarak yapılmıştır. Etkinlik planında düzenlemeler yapılmıştır. Ders sonunda veri toplama aracı olarak kullanılan öz değerlendirme, yansıtıcı günlük, gözlemci değerlendirme formu google form haline dönüştürülmüştür. Google form kağıt üzerinde oluşturduğumuz veri toplama aracının çevrimiçi halini alması durumudur. Google form veri toplama aracı bağlantısını paylaştığımız kişilerin veri toplama aracına ulaşması ve bilgisayar ortamında cevaplamasını sağlamaktadır. Dersin sonunda, sınıf tartışması ile değerlendirmesi tamamlanmıştır.

Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. Yedinci uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 24

Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders Sürecinde;	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	<i>f</i>	%	<i>F</i>	%	<i>F</i>	%	<i>F</i>	%
Problemi anladım.	18	75,0	1	4,2	5	20,8	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	15	62,5	1	4,2	8	33,3	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	11	45,8	5	20,8	8	33,3	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	12	50,0	2	8,3	10	41,7	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	12	50,0	4	16,7	8	33,3	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	14	58,3	4	16,7	6	25,0	-	-
Alt problemleri çözebildim.	10	41,7	2	8,3	12	50,0	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.	14	58,3	7	29,2	3	12,5	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	13	54,2	2	8,3	9	37,5	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	13	54,2	5	20,8	6	25,0	-	-

Tablo 24'e göre uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %75,0'i problemi anladıklarını, %62,5'inin istenen ölçü birimlerini sayabildiklerini, %50,0'sinin gerekli alt problemleri belirleyebildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin %58,3'ünün alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmasına katıldıklarını, %58,3'ünün alt problemleri çözerken işlemleri zihinden yapabildiklerini, %54,2'sinin çözümü arkadaşlarına açıklayabildiklerini, %54,2'sinin Fermi probleminin çözümünü yapabildiklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrencilerin %50'si alt problemleri kısmen yapabildiklerini belirtmişlerdir.

Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular.

Yedinci hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. Yedinci uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25

Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	F
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	22
	Problemleri ilginç bulma	Ö3, Ö5, Ö10, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö23, Ö24	13
	Dersi eğlenceli ve güzel bulma	Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö9, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20, Ö21, Ö23	13
	Günlük hayatla ilişkili olması	Ö15	1
	Tahmin becerimizi geliştirmesi	Ö17, Ö18	2
	Problemin sonucu merak etme, heyecanlanma	Ö14, Ö23	2
	Öğretmenin somut nesneler kullanması	Ö2, Ö4, Ö9	3
	Zor bulma	Ö8, Ö21	2
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Farklı türde çözüm için de hesaplamalar yapılmaması	Ö15	1
	Sıkıcı bulma	Ö1, Ö10, Ö22	3
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Problemi ve soruları çözmekte zorlanma	Ö1, Ö4, Ö3, Ö8, Ö9, Ö10, Ö21	7
	Yoğunluğu hesaplamayı hatırlamama	Ö14	1
	Birimleri çevirmede zorlanma	Ö2	1
	Alt problemleri belirlemede zorlanma	Ö6	1

Tablo 25'e göre öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler (f:56) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamayı faydalı bulduklarını (f:22), dersin eğlenceli ve güzel olduğunu (f:13), tahmin becerisini geliştirdiğini (f:2) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler, uygulamadaki Fermi probleminin ilginç olduğunu (f:13), günlük hayatla ilişkili olduğunu (f:1) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, problemin zor olması (f:2) ve dersin sıkıcı olması (f:3) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde (f:10) olmuştur. Öğrenciler, birimleri birbirine dönüştürmekte zorlandıklarını (f:1), problemi ve soruları çözmekte zorlandıklarını (f:7) belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö14: Bir kilo üzümde kaç tane olduğunu başlangıçta çok merak ettim. Ders öğretici ve eğlenceliydi. Fermi problemi ilgi çekici özetle. Problemlerin çözümünü, sonucunu başlangıçta çok merak ediyorum.

Ö1: Sıkıcıydı. Daha eğlenceli olabilirdi. Birimleri dönüştürmeyi öğrendik.

Ö15: Bence çok eğlenceliydi. Daha önce düşünmediğim bir soruydu. Bu yüzden problem bence ilginçti ve çözümünü dinlemek zevkliydi. Aslında direkt problem ilgimi çekti çünkü bu problem matematiğin hayatımızda yer aldığının bir kanıtı. Bu derste üzümlerin fazla büyük olduğunu düşünmeden hesapladım. Onun dışında bir zorluk çekmedim çünkü biraz düşünülünce tahmin edilebilir bir soruydu. Günlük hayattan bir problem ile yeni bilgiler öğrendik. Bence üzümler biraz daha küçük düşünülebilirdi.

Ö20: Güzel, keyifli buldum ve faydalıydı. Aslında hepsi ilgi çekiciydi fakat Fermi problemi en çok ilgimi çeken şeydi. Hem faydalı hem eğlenceli[bir] dersti.

Ö21: Soruların bu şekilde olması daha iyi anlamamı sağladı. Fermi problemi gibi olması. Faydalı ve iyi bir dersti. Problemi çözmekte zorlandım biraz diyebilirim.

Ö23: Fermi problemini çözerken zihnen geliştiğimi hissediyorum. Faydalı ve eğlenceli bir uygulama oluyor. Problemin sonucu ile kendi sonucu[mu] karşılaştırmak ilginç ve merak uyandırıcı oluyor.

Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.

Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Bu çalışma Zoom üzerinden yapıldı. Önceki bilgiler hatırlatılarak derse giriş yapıldı. Hacim ölçü birimleri hatırlatıldı, öğrencilerin cevaplarındaki eksikliklere ve hatalara dönütler verildi. Bu etkinlik sıvı ölme, hacim ölçme ve ağırlık ölçmeyi bir arada barındırıyordu. Çeşitli somut örnekler ile öğrencinin hacim ile ilgili tahminlerine yer verilmesi konuya ilgiyi arttırdı. Tahminleri ile ilgili yöntemlerine değinildi.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Problemin çözümü için öğrencilere ‘Bu problemin çözümü için ne bilinmesi gerekiyor?’ sorusu soruldu. Öğrencilerden gelen cevaplar dinlendi. Üzüm sayısını bulmaya yönelik çalışma için öğrencilerin nasıl tahmin ettiğine dair açıklamalar yapmaları istenildi. Böylece yanlış ve doğru tahminler değerlendirildi.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Problemin çözümü, alt problemler açıklandı. Öğrenciler [çözümü] kendi cevapları ile kıyasladılar. Fermi problemine verdikleri sonuçlar, tahminlerin doğru tahmin aralığında olması, öğrencilerin tahmin becerilerinin geliştiğini gözlemliyorum. Ayrıca derse katılım sayısının da fazla olması, çoğunun tahminlerinin gerçeğe yakın olması konuyu anladıklarını gösteriyor. Seçilen üzüm türünün önemli olduğu söylendi. Üzüm tanesi küçük ise 1 kilogramda daha fazla üzüm olabileceği belirtildi.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüşlerini ve öğrencilerde gözlemlendiği zorluklara ilişkin görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğretmenin önceki bilgileri hatırlatması olumluydu. Öğrencilerin derse ilgisini çekiyor Fermi problemleri. Fermi problemi ile karşılaşınca başlangıçtaki zorlanmalarının daha aza indiğini ve kendilerine güvenlerinin geldiğini gözlemliyorum. Çalışmalarda her hafta daha iyi performans göstermekte olduklarını gözlemliyorum. Derse gösterdikleri ilgide tahminlerini olumlu etkilemekte diye düşünüyorum.”

Yedinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. Yedinci uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Bu ders etkinliği çevrimiçi olarak yapıldı. Toplantının başında bağlanmakta zorlanan öğrenciler beklendi. Bu süreçte önceki etkinlik ve bilgiler hatırlatılarak derse başlandı ve ‘1 litre su mu 1 litre zeytinyağını daha ağırdır?’ sorusu hatırlatıldı. Diğer öğrencilerin gelmesiyle sınıf tartışması başladı. Öğrencilerden cevaba eşit diyen bir öğrenci oldu. Geneli suyun daha ağır olduğunu söyledi. Öğrencinin biri zeytinyağı satışı yaptıklarını ve suyun daha ağır olduğunu çünkü yoğunluğunun fazla olduğunu belirtti. Bunun üzerine öğrenciler fen bilgisi dersindeki $d=m/V$ formülünü hatırladılar. Öğrenciler bir bardağa su ve zeytinyağı konulduğunda zeytinyağının üste kaldığını ve yoğunluğunun daha az olduğunu ifade ettiler. Daha sonra Fermi problemi yansıtıldı ve öğrencilere düşünceleri için zaman verildi. Öğrencilerin çözüme ulaşmalarını sağlamak için ne bilmemiz gerektiği soruldu. Üzümün cinsi, yarıçapı gibi cevaplar geldi. O esnada üzüm torbasının 1 kilogram olduğunu belirttim. Öğrenciler düşündüler. Eğer küçük bir üzüm olsa daha fazla sayıda üzüm tanesi olabileceği, fakat bu üzüm büyük olduğu için tane sayının çok fazla olmaması gerektiğini belirttiler. Son olarak çözüm yansıtıldı ve öğrenciler kendi cevaplarını kıyasladılar. Etkinlik esnasında çok yönlü düşünceleri için bazen yoruldukları fakat sonucu

merak ettikleri için kendilerini zorladıkları gözlemlendi. Son olarak yansıtıcı günlük ve öz değerlendirme google form ile oluşturulan öz değerlendirme formlarının bağlantısı öğrencilerle paylaşıldı. Oturum esnasında doldurmaları sağlandı.”

Yedinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular. Yedinci hafta uygulamasında öğrencilere “Bir kilo üzümde kaç üzüm tanesi vardır?” Fermi problemi sorulmuştur. Öğrencilerin yedinci hafta uygulamasında EK 7’deki ölçütlere göre Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 26’da verilmiştir.

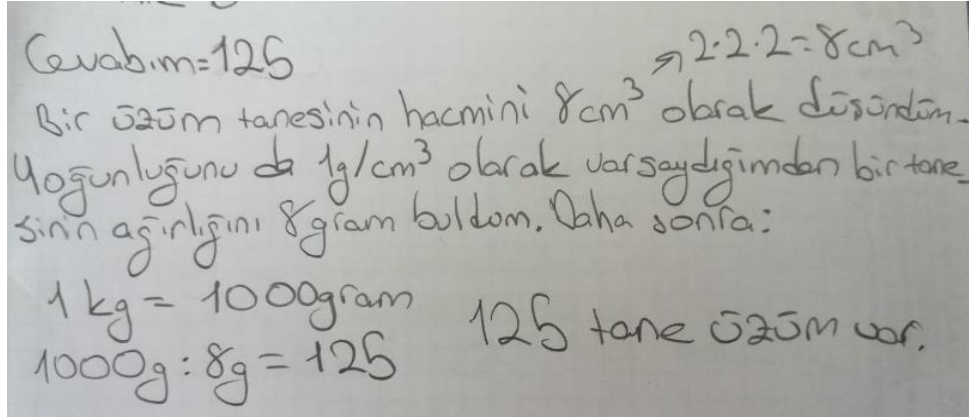
Tablo 26

Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler

Yedinci hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP6	24	2,25	1,03

Öğrencilerin 6. Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalaması 2,25’tir (Tablo 26).

Fermi probleminin çözümünden tam puan alan bir öğrencinin, Ö14’ün cevabı Şekil 15’de verilmiştir.



Şekil 15. Ö14’ün Altıncı Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö14 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 15). Ö14 problemin çözümünü gerçek değerine yakın tahmin etmiştir. Bu sorudan Ö14 tam puan almıştır.

Sekizinci Hafta

Sekizinci ders planı iki ders saatini kapsayacak şekilde hazırlanmış olup, toplam dört kazanım içermektedir. Bu derste, düz anlatım, tartışma, soru- cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır.

Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. Sekizinci uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27

Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders sürecinde;	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Problemi anladım.	15	62,5	2	8,3	7	29,2	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	14	58,3	5	20,8	5	20,8	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	11	45,8	5	20,8	8	33,3	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	14	58,3	5	20,8	5	20,8	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	12	50,0	3	12,5	9	37,5	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	15	62,5	3	12,5	3	12,5	-	-
Alt problemleri çözebildim.	15	62,5	-	-	9	37,5	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.	14	58,3	4	16,7	6	25,0	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	11	45,8	4	16,7	9	37,5	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	14	58,3	3	12,5	7	29,2	-	-

Tablo 27'e göre uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %62,5'isi problemi anladıklarını, %58,3'ü ölçü birimlerini sayabildiklerini, %45,8'i istenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini, %50,0'si gerekli alt problemleri belirleyebildiklerini, %58,3'ü istenen ölçüm tahminlerini yapabildiklerini, %62,5'i alt problemleri çözebildiklerini, %58,3'ü çözümü arkadaşlarına açıklayabildiklerini söylemişlerdir. Bunun yanı sıra öğrencilerin %58,3'ü alt problemlerin çözümünü zihninden yapabildiklerini, %45,8'i Fermi problemlerinin çözümünü yapabildiklerini ve %62,5'i de alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmasına katıldıklarını belirtmişlerdir.

Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular. Sekizinci hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. Sekizinci uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28

Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	F
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö23, Ö24	18
	Problemleri ilginç bulma	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20	15
	Dersi eğlenceli, güzel ve açıklayıcı bulma	Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16, Ö17, Ö19, Ö21, Ö22	12
	Hep birlikte sonucu tartışma	Ö6	1
	Önceki konuları hatırlama	Ö6, Ö13	2
	Tahmin edilecek yerin kendi okul bahçeleri olması	Ö17	1
	Tahminler yapmak	Ö7, Ö14	2
	Yeni bilgiler öğrenme ve gelişme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16	7
	Problemi zor bulma	Ö2, Ö15	2
	Çok fazla soru olması	Ö3	1
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Sıkıcı bulma	Ö1, Ö18	2
	Problemi ve soruları çözmekte zorlanma	Ö13, Ö15, Ö19	3
	Zihin yorucu	Ö19	1
Öğrencilerin Yaşadığı Zorluklar	Alt problemleri oluşturma	Ö12	1
	Tahminleri yapmada zorlanma	Ö10, Ö13	2

Tablo 28'e göre öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler(*f:58*) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamayı faydalı bulduklarını(*f:18*), dersin eğlenceli, güzel ve açıklayıcı olduğunu (*f:12*), önceki konuları hatırlamayı sağladığını (*f:2*) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler, uygulamadaki Fermi probleminin ilginç olduğunu (*f:15*) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, problemin zor olması (*f:2*) ve dersin sıkıcı olması (*f:2*) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde (*f:7*) olmuştur. Öğrenciler, tahminleri yapmakta zorlandıklarını (*f:2*), problemi ve soruları çözmede zorlandıklarını (*f:3*) belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö5: Zamanla Fermi problemini ve diğer soruları daha iyi çözebildiğimi fark ettim.

Ö6: Çok faydalı ve eğlenceli bir ders oluyor. Sonuçlar ile ilgili tartışma olması çok güzel. Ayrıca önceden öğrendiğimiz bazı konuları tekrar etmiş oluyoruz.

Ö9: Güzel ve faydalı bir uygulamaydı. Fermi problemini çözmek için alt problemler oluşturmak ilginç oluyor. Olumsuz bir düşüncem yok. Önceden uygulamalarda Fermi problemlerini çözerken zorlanıyordum. Fakat artık zorlanmamaya başladım.

Ö11: Çok eğlenceli ve bilgilendirici geçti. Okuldaki araba park alanına havuz yapıldığında ne kadar su alır sorusu çok ilginçti. Bilgilendirici ve bizi geliştiren bir ders oluyor.

Ö12: Fermi probleminin sonucunu tam tahmin ettim. Bir kaç hafta öncesine kadar soruları çözmekte zorlanıyordum ama şimdi daha iyi çözüyorum.

Ö13: Fermi problemi zordu. Çözmekte zorlandım.

Ö14: Tahmin becerimin oldukça geliştiğini düşünüyorum. Çok faydalı ve eğitici oluyor. Fermi problemi çok ilgimi çekiyor. Çünkü adım adım tahmin yaparak soruyu çözüyoruz.

Ö17: Bence çok eğitici bir uygulamaydı ayrıca çok eğlendim. Uygulamada özellikle ilgimi çeken tahmin edeceğimiz yerin bizim okuldan seçilmesi oldu. Bu sayede hem aklımıza hayali olarak gelebilecek hem de tahmin yapmamızı kolaylaştıracak olması benim ilgimi çekmişti. Ben tahmin ederken eğleniyorum bu nedenle eğlenceliydi. Çok eğitici bir dersti. Daha önce de yazdığım gibi tam olması gereken açıklayıcı ve öğretici bir dersti.

Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.

Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Bir önceki uygulamada yapılanları hatırlattı. Dersin girişinde bir kaptaki suyu göstererek kabın ne kadar su alacağını sordu. Daha sonra yüzme sporunun faydalarını anlattı. Öğrencilerin hemen ilgisini çekti. Bir sonraki aşamayı merak ettiler. Giriş güzeldi.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Fermi problemini çözmeleri için yeterli zaman verildi. Alt problemleri oluşturmaları ve çözmeleri beklendi.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerin cevapları dinlenildi. Öğrenciler kendi cevaplarını ekrana yansıttılar. Öğretmen tüm öğrencilerden çözümlerinin fotoğraflarını kendisine göndermelerini istedi. Katılım iyiydi.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Dersin çevrimiçi olması nedeni ile internet bağlantısında başta sorun yaşandı. Derse katılan öğrenci sayısı iyiydi ve ilgi çoktu.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlendiği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Artık zorlanmadıklarını ve çok eğlendiklerini söylüyorlardı. Benim gözlemim de o şekilde.”

Sekizinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. Sekizinci uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Ders başlangıcında bir önceki haftanın uygulamasında yapılan çalışmalar ve paylaşılan bilgiler hatırlatıldı. Dersin giriş aşamasında derse ilgi uyandırmak için dikdörtgenler prizması biçimindeki içi su dolu cam kap derse getirildi ve öğrencilere kabın ne kadar su alabileceğini tahmin etmeleri istendi. Öğrencilerin cevapları dinlendi. Dikdörtgenler prizmasının hacminin nasıl bulunduğu bilgisi hatırlatıldı. Ayrıca sıvı ve hacim ölçü birimleri arasındaki ilişki belirtildi. Bunun yanı sıra yüzme sporunun önemine ilişkin bir bilgi paylaşıldı. Daha sonra Çalıma yaprağı 11 ekrana yansıtıldı. Öğrencilere Fermi problemini çözmeleri için yeterli zaman verildi. Daha sonra öğrencilerin cevapları dinlenerek geri dönütler verildi. Son olarak sorunun cevabı ekrana yansıtıldı. Öğrenciler kendilerinin ne kadar cevaba yaklaştıklarını değerlendirdiler. Havuzun yüksekliğini 3m alan öğrenci ‘Hocam ben fazla derin bir havuz düşünmüşüm’ dedi. Araba park alanının tahminini gerçek değerinden uzak yapan bir öğrenci uzunlukları fazla tahmin ettiğini söyledi. Öğrenciler kendilerini değerlendirebiliyor olmalı; olumlu. Son olarak yansıtıcı günlük ve öz değerlendirme google form ile oluşturulan öz değerlendirme formlarının bağlantısı öğrencilerle paylaşıldı. Oturum esnasında doldurmaları sağlandı.”

Sekizinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular. Sekizinci hafta uygulamasında öğrencilere “Okul park alanına bir yüzme havuzu yapılsa, havuzun dolması için kaç litre su gerekir?” sorusu yöneltildi. Öğrencilerin sekizinci hafta uygulamasındaki(EK 7’deki ölçütlere göre) Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29

Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler

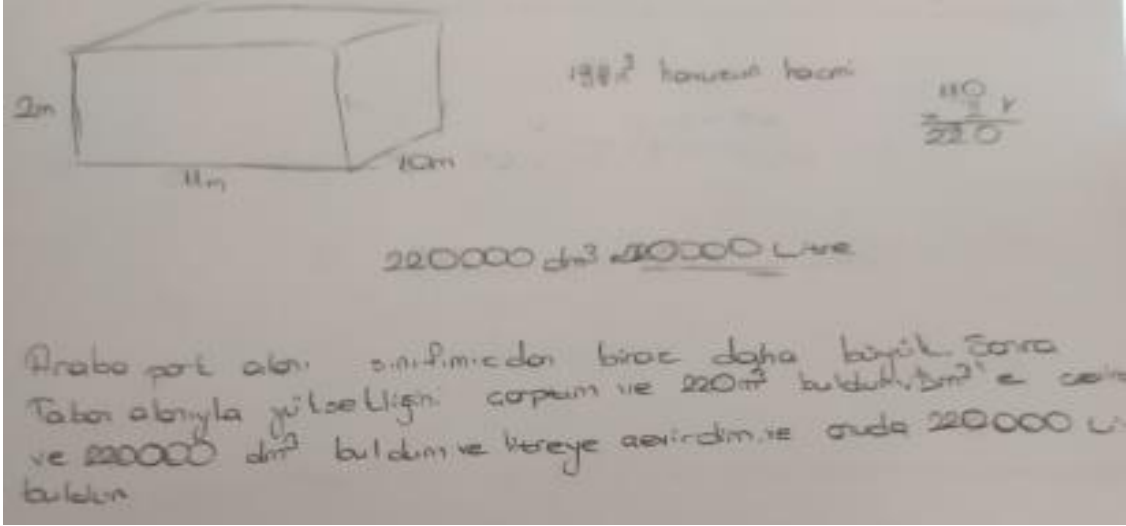
Sekizinci hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP7	24	2,66	1,20

Öğrencilerin bu Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 2,66’dır (Tablo 29). Fermi problemine ilişkin öğrencilerin yaptığı yakın bir tahmin (Şekil 16) ve daha uzak bir tahmin (Şekil 17) aşağıda verilmiştir.

$$\begin{array}{rcl}
 15\text{ m} & 150\text{ m}^2 & \\
 \times 10\text{ m} & \times 3\text{ m} \rightarrow \text{tahmini min. havuz yüksekliği} & \\
 \hline
 150\text{ m}^2 & 450\text{ m}^3 & \\
 \\
 450\text{ m}^3 & = & 450.000\text{ L}
 \end{array}$$

Şekil 16.Ö14’ün Yedinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö14 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur. Ö14 problemin çözümünü gerçek değerine yakın tahmin etmiştir. Bu cevabı ile Ö14 tam puan almıştır.



Şekil 17.Ö20'nin Yedinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö20 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur. Fakat bahçenin kenar uzunluklarını gerçek değerinden küçük tahmin ettiği için, problemin cevabı da gerçek değerinden uzaklaşmıştır. Ö20 bu cevabı ile 3 puan almıştır.

Dokuzuncu Hafta

Dokuzuncu ders planında, ölçüsel tahmin kapsamında, sıvı ölçme konusuna ilişkin Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı bir kazanım içermektedir. Bu derste, düz anlatım, tartışma, soru cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır.

Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. Dokuzuncu uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30

Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders sürecinde;	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	<i>f</i>	%	<i>F</i>	%	<i>F</i>	%	<i>f</i>	%
Problemi anladım.	20	83,3	1	4,2	3	12,5	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	12	50,0	4	16,7	8	33,3	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	15	62,5	6	25,0	3	12,5	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	16	66,7	1	4,2	7	29,2	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	16	66,7	4	16,7	4	16,7	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	14	58,3	5	20,8	5	20,8	-	-
Alt problemleri çözebildim.	14	58,3	3	12,5	7	29,2	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihninden yaptım.	15	62,5	3	12,5	6	25,0	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	14	58,3	3	12,5	7	29,2	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	11	45,8	3	12,5	10	41,7	-	-

Tablo 30'a göre uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %83,3'ü problemi anladıklarını, %50,0'si istenen ölçü birimlerini sayabildiklerini, %62,5'i ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini, %66,7'si istenen ölçüm tahminlerini yapabildiklerini, %66,7'si gerekli alt problemleri belirleyebildiklerini, %58,3'ü alt problemleri çözebildiklerini, %58,3'ü problemin çözümünü yapabildiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin %62,5'i alt problemlerin çözümünü zihninden yapabildiklerini, %58,3'ü alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmasına katılabildiklerini ve %45,8'i çözümü arkadaşlarına açıklayabildiklerini belirtmişlerdir.

Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular. Dokuzuncu hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. Dokuzuncu uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31

Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	F
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö16, Ö17, Ö19, Ö21, Ö22, Ö24	17
	Problemleri ilginç bulma	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14, Ö16, Ö18, Ö20, Ö23, Ö24	14
	Dersi eğlenceli, öğretici ve güzel bulma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20, Ö21, Ö23	17
	Dersin iyi geçmesi ve dersi sevmeye	Ö1, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö24	13
	Öğretmenin güler yüzlü olması ve espri ile anlatması	Ö9, Ö10, Ö18	3
	Tartışma ortamı olması	Ö1, Ö15	2
	Zihin geliştirici olması	Ö2, Ö9, Ö12, Ö18	4
	Günlük hayatla ilişkili olması ve farkındalık kazandırması	Ö1	1
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Problemi zor bulma	Ö3, Ö9, Ö12	3
	Sıkıcı bulma	Ö12, Ö23	2
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Problemi ve soruları çözmekte zorlanma	Ö3, Ö13, Ö23	3
	Zihin yorucu	Ö2, Ö23	2
	Birimleri dönüştürmede zorlanma	Ö4	1

Tablo 31'e göre öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler ($f:71$) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamanın faydalı bulunduğunu ($f:17$), dersin eğlenceli, güzel ve öğretici olduğunu ($f:17$), dersin iyi geçtiğini ve dersi sevmelerini sağladığını ($f:13$) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler, uygulamadaki Fermi probleminin ilginç olduğunu ($f:14$) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, problemin zor olması ($f:3$) ve dersin sıkıcı olması ($f:2$) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde ($f:11$)

olmuştur. Öğrenciler, birimleri dönüştürmede zorlandıklarını (f:1), problemi ve soruları çözmede zorlandıklarını (f:3) belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö1: Bence muhteşem bir dersti. Dikkatimi çeken problemin insanlar ile ilgili ortalama bir tahmin olmasıydı çünkü bu sayede biz de kendimiz hakkında bilgi edinmiş olduk. Bu derste zorluk yaşamadım çünkü genelde önceden su hakkında bilgiler edindiğim için tahmin etmesi kolay oldu. Zevkli bir dersti. Problemi ve problem hakkındaki tartışmamızı eğlenceli buldum. Günlük hayatta farkındalık yaratılması yani aslında üstünde [durulması] sorulması gereken bir konu mesela yeterince su içmiyoruz ve bunun hakkında bilgi sahibi olduk. Suyun önemi hakkında daha fazla konuşabilirdik ancak süremiz kısıtlıydı.

Ö6: Fermi problemi ilgi çekiciydi. Eğlenceli ve öğretici bir ders oldu.

Ö9: Eğitici ve eğlenceli geçti. Böyle değişik problem çözmek ilginç oluyor. Eğitici, zihin geliştirici ve bilgi hazinemizi geliştirici oluyor. Bazen problemi çözmekte zorlanıyorum. Öğretmen espriler yapınca eğlenceli ve zevkli geçiyor.

Ö10: Güzel sorulardı. Öğretmenimiz güzel sorular hazırlamış. Böyle etkinliklerin hep derslerimizde olmasını isterim.

Ö12: Fermi problemi zihin yorucu, ilginç ve geliştirici oluyor.

Ö13: Ders güzel geçiyor ama Fermi problemini çözerken zorlanıyorum. Öğretici çalışmalar.

Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin

Bulgular. Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğretmen bir önceki dersin bilgilerini hatırlattı. Daha sonra suyun insan hayatı için önemine dair bilgi paylaştı. İlgi çekiciydi.”

Gözlemci öğretmen, dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Fermi problemi ekrana yansıtıldı. Sorunun çözümü için süre verildi. Verilen süre yeterliydi. Derse katılım iyiydi.”

Gözlemci öğretmen, dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerin cevaplarını dinledi. Geri dönütler verdi. Olumluydu.”

Gözlemci öğretmen, derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Bir önceki uygulamada da olduğu gibi ders çevrim içi olunca başta bağlanmakta zorlanan öğrenciler oldu. Öğretmen bağlanmayan veya geç

bağlanan öğrenciler için çevrim içi olarak uygun oldukları gün ve saatleri sordu. Bunun için ayrı bir günde dersi yineleyeceğini belirtti. Bu çok iyi oldu.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlediği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Derse bağlanma konusunda sorun yaşandı. Problemi çözerken artık daha rahatlar.”

Dokuzuncu Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin Bulgular. Dokuzuncu uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Ders başlangıcında bir önceki haftanın uygulamasında yapılan çalışmalar ve paylaşılan bilgiler hatırlatıldı. Dersin giriş aşamasında derse ilgi uyandırmak için suyun önemine ilişkin bilgiler ekrana yansıtıldı. Sonra öğrencilere günde ortalama ne kadar su tükettikleri sorulup, tartışıldı. Daha sonra çalışma yaprağı 12 ekrana yansıtıldı ve öğrencilere Fermi problemini çözmeleri için yeterli zaman verildi. Son olarak öğrencilerin çözümleri dinlendi ve geri dönütler verildi. Uygulama çevrimiçi olduğu için bağlanamayan (üç öğrenci) veya geç bağlanan öğrenciler (iki öğrenci) oldu. Bu durum için öğrencilerin çevrim içi olarak uygun oldukları gün ve saatler sorulup belirlendi. Bunun için ayrı bir günde dersin yineleyeceğini belirtildi. Bu sıkıntıyı yaşayan öğrencilerin o dersten sonra yansıtıcı günlük, öz değerlendirme formu ve Fermi problemleri çözümünü doldurmaları ve göndermeleri belirtildi. Bağlanamayan öğrencilere bu konuda ayrıca mesaj gönderilerek bilgi verildi. Yansıtıcı günlük ve öz değerlendirme google form ile oluşturulan öz değerlendirme formlarının bağlantısı öğrencilerle paylaşıldı. Oturum esnasında doldurmaları sağlandı.”

Dokuzuncu Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular. Dokuzuncu hafta uygulamasında öğrencilere “Bir insanın hayatı boyunca içtiği sıvı (su ve diğerleri) kaç litredir?” Öğrencilerin dokuzuncu hafta uygulamasındaki (EK 7’deki ölçütlere göre) Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32

Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler

Dokuzuncu hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP8	24	2,79	1,21

Öğrencilerin bu Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalaması 2,79'dır (Tablo 32). Fermi problemine ilişkin tam puan alan bir öğrencinin cevabı (Şekil 18) ve kısmi puan alan bir öğrencinin cevabı (Şekil 19) aşağıda verilmiştir.

Cevap = Bir insan günlük tahmini 3 litre sıvı tüketir. Bir yılda 1.095 litre yapar. Bir insan ülkemizde yaklaşık 65 yıl yaşar. $1095 \times 65 = 71.175$ litre 71.175 litre

Şekil 18.Ö14'ün Sekizinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö14 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur. Ö14 problemin çözümünü gerçek değerine yakın tahmin etmiştir. Bu cevabıyla Ö14 tam puan almıştır.

Bu insanın yaşadığı yerde günde 3 litre 45 yaşa kadar yaşarsa

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 120 \\ \hline 5400 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 5400 \\ \times 120 \\ \hline 648000 \end{array}$$

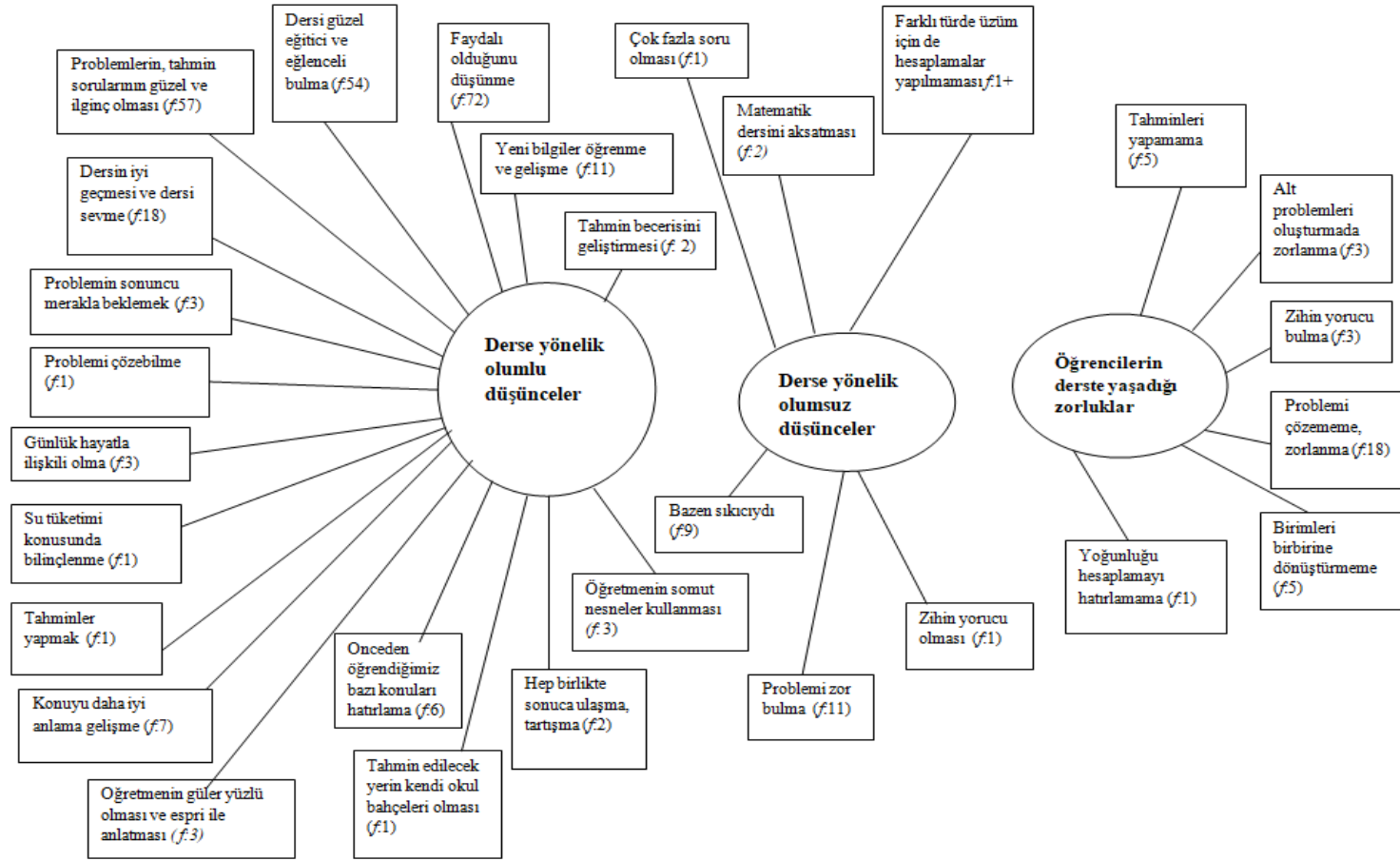
Bu soruyu bir insan düşünür ve öyle yapar insan yaşını hesaplar ve öyle buldu

Şekil 19.Ö2' nin Sekizinci Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö2 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur. Ö2 toplam gün değerini hesaplarken hata yapmıştır. Ayrıca ortalama bir insan ömrünü gerçek değerinden az, ortalama bir günde tüketilen sıvı miktarını da gerçek değerinden fazla tahmin etmiştir. Sonuç olarak Ö2 bu problemin çözümünden 2 puan almıştır.

İkinci Döngüye Yönelik Genel Değerlendirme

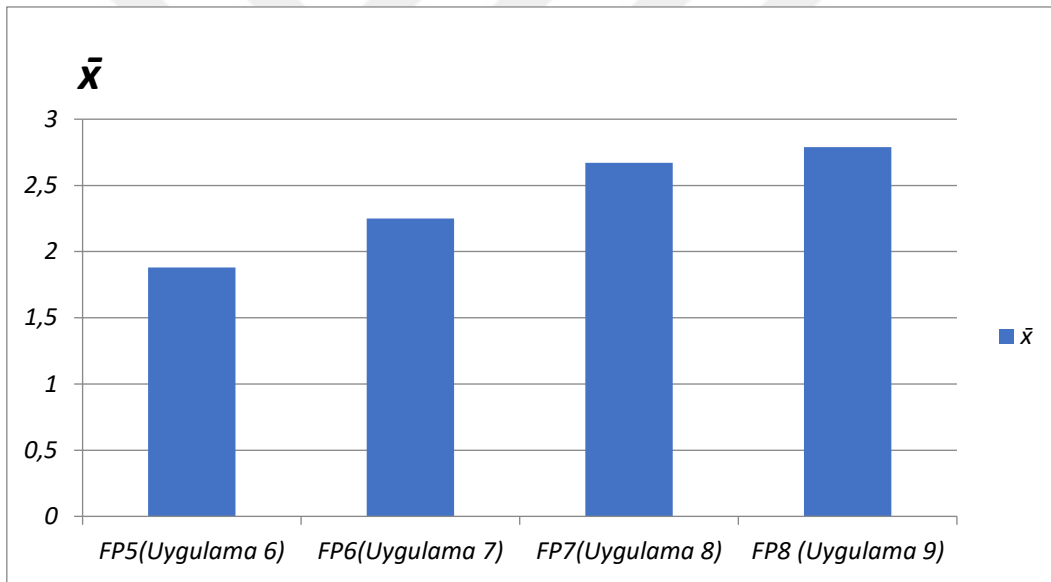
Burada ikinci döngüde öğrencilerin yansıtıcı günlüklerde verdikleri ifadelerin özetine, Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puanların aritmetik ortalamasının uygulama sürecine göre değişimini gösteren bilgilere yer verilmiştir. Bunun yanı sıra ikinci döngüye yönelik ortaya çıkan sorunlar ve bir sonraki döngü sürecinde uygulamaya konulmak üzere üretilen çözüm önerileri ele alınmıştır. İkinci döngüdeki tüm uygulamalarda yansıtıcı günlüklerde öğrenciler tarafından verilen cevaplar ve frekansları Şekil 19’da verilmiştir.



Şekil 20. İkinci Döngüdeki Tüm Uygulamalarda Yansıtıcı Günlüklerde Öğrenciler Tarafından Verilen Cevaplar ve Frekansları

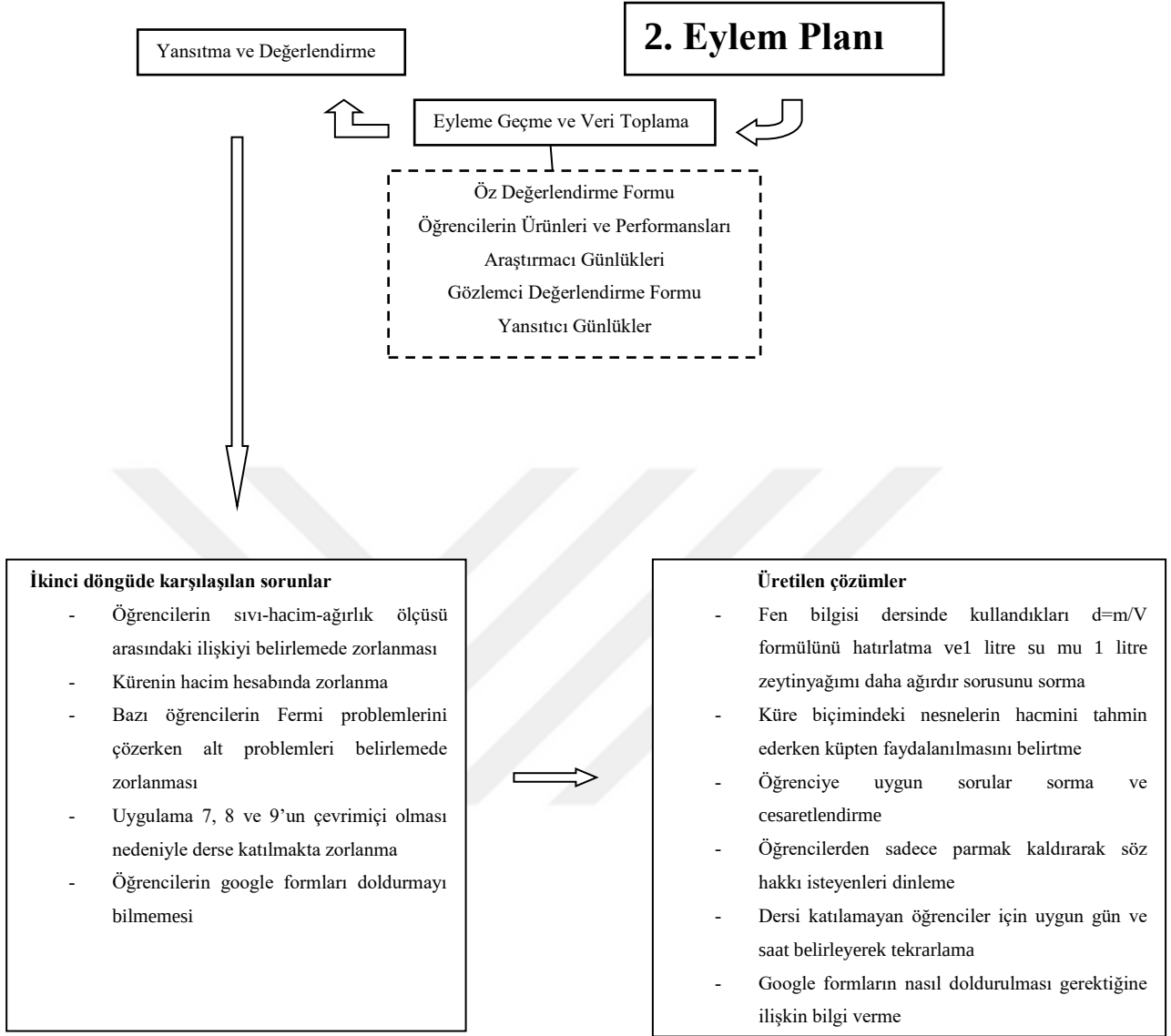
Şekil 20’de ikinci döngüde yapılan uygulamalardaki yansıtıcı günlüklerin özeti sunulmuştur. Şekil 20’ye göre öğrencilerin uygulamalara yönelik olumlu görüşleri uygulamaların faydalı olması ($f:72$), uygulamaların eğlenceli ve öğretici olması ($f:54$), problemlerin ve tahmin sorularının ilginç olması ($f:57$), dersin iyi geçmesi ve dersi sevmeye ($f:18$), fikirlerinde yoğunlaşmaktadır. Öğrencilerin uygulamalara yönelik olumsuz görüşleri çok nadir olmakla birlikte problemlerin zor olması ($f:11$) ve dersin bazen sıkıcı olması ($f:9$), fikirlerinde yoğunlaşmaktadır. Öğrencilerin uygulamalar esnasında derste yaşanan zorluklara ilişkin problemi çözmede zorlanma ($f:18$) ve tahminleri yapmada zorlanma ($f:5$) fikirlerinde yoğunlaştıkları görülmüştür.

İkinci döngüdeki Fermi problemleri ile öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümünden aldıkları puanların aritmetik ortalamasının ilişkisini gösteren grafik Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. İkinci Döngüdeki Fermi Problemlerinden Alınan Puanlara Göre Aritmetik Ortalama Grafiği

Öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puan ortalamalarının en fazla olduğu problem FP8’dir (Şekil 21). Bunun yanı sıra ikinci döngü boyunca öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puan ortalamasının devamlı arttığı görülmektedir. İkinci döngüye yönelik ortaya çıkan sorunlar ve üretilen çözüm önerileri Şekil 22’de sunulmuştur.



Şekil 22. İkinci Döngüde İzlenen Adımlar

Üçüncü döngü kapsamında gerçekleştirilen uygulamalar, uygulama süreci boyunca ortaya çıkan sorunlar ve çözüm önerileri bir sonraki başlık altında ele alınmıştır.

Üçüncü Döngüye Yönelik Bulgular

Üçüncü döngü, iki haftalık uygulama sürecini kapsamaktadır. Bu kapsamda her hafta öğrenciler tarafından yanıtlanan, öz-değerlendirme formlarının ve öğrenci

yansıtıcı günlüklerinin analizlerine yer verilmiştir. Ayrıca gözlemci öğretmen formu ve araştırmacı öğretmen günlüğünden elde edilen verilere yönelik doğrudan alıntılara da yer verilmiştir.

Onuncu Hafta

Onuncu ders planında, ölçüsel tahmin kapsamında, ağırlık ölçme konusuna ilişkin çalışma yaprağına ve Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı iki kazanım içermektedir. Bu derste, düz anlatım, tartışma, soru-cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır.

Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. Onuncu uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 33’te verilmiştir.

Tablo 33

Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Öz Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders sürecinde;	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Problemi anladım.	24	100,0	-	-	-	-	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	24	100,0	-	-	-	-	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	20	83,3	-	-	4	16,7	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	18	75,0	-	-	6	25,0	-	-
Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	14	58,3	-	-	10	41,7	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	15	62,5	-	-	9	37,5	-	-
Alt problemleri çözebildim.	10	41,7	-	-	14	58,3	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.	17	70,8	-	-	7	29,2	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	24	100,0	-	-	-	-	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	11	45,8	-	-	13	54,2	-	-

Uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin tümünün (%100) problemi anladıklarını, çözebildikleri ve istenen ölçü birimlerini sayabildiklerini, %83,3'ünün ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini, %75'nin istenen ölçüm tahminlerini yapabildiklerini, %58,3'ünün gerekli alt problemleri belirleyebildiklerini, %70,8'inin alt problemlerin çözümünü zihninden yapabildiklerini, %62,5'inin alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmasına katıldıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrencilerin, %58,3'ü alt problemleri kısmen çözebildiklerini, %54,2'si çözümü arkadaşlarına kısmen açıklayabildiklerini ifade etmişlerdir.

Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular. Onuncu hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. Onuncu uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34

Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	F
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	18
	Problemleri ilginç bulma	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö24	14
	Dersi eğlenceli ve güzel bulma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö23, Ö24	15
	Dersin iyi geçmesi ve dersi sevme	Ö1, Ö3, Ö5	3
	Bilgi sahibi olmak	Ö6, Ö18, Ö20	3
	Konuyu daha iyi anlama	Ö5, Ö7, Ö19	3
	Tahmin becerisini gelişmesi	Ö4, Ö19	2
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Problemi zor bulma	Ö5, Ö7	2
	Sıkıcı bulma	Ö20	1
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Problemi ve soruları çözmekte zorlanma	Ö5	1
	Zihin yorucu	Ö5, Ö19	2
	Tahminleri yapmakta zorlanma	Ö5	1

Öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler (f:58) belirtmişlerdir. Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamanın faydalı bulunduğunu (f:18), dersin eğlenceli ve güzel olduğunu (f:15), dersin iyi geçtiğini ve dersi sevmeyi sağladığını (f:3) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler, uygulamadaki Fermi probleminin ilginç olduğunu (f:14), tahmin becerisini geliştirdiğini (f:2), konuyu daha iyi anlamayı sağladığını (f:3) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler olumsuzlukları, problemin zor olması (f:2) ve dersin sıkıcı olması (f:1) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde (f:4) olmuştur. Öğrenciler, tahmini yapmakta zorlandıklarını (f:1), problemi ve soruları çözmede zorlandıklarını (f:1) belirtmişlerdir (Tablo 34).

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö1: Bence çok zevki, eğlenceli ve eğitici yani faydalı bir dersti. Özellikle birden çok sorunun olması ilgimi çekti çünkü bir tane problemin içinde birçok tahmin sorusu çözmek hoşuma gidiyor.

Ö23: Bu dersi gayet verimli buldum çünkü yeni bilgiler öğrendik. Olumsuz düşüncem yok çünkü bence çok eğlenceli ve eğitici bir dersti. Bu derste zorluk yaşamadım çünkü bence sorular kolaydı. Sadece Fermi probleminde öğretmen sayısı üzerinde biraz düşündüm.

Ö4: Sorular ve bu soruları tahmin etmek eğlenceliydi. Bence tahmin becerilerimizi geliştirdiği için faydalıydı.

Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular.

Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Bir önceki derste bilgileri hatırlatıldı. Ağırlık ölçme birimi ve ağırlık ölçme birimleri arasındaki dönüşümler soru cevap şeklinde hatırlatıldı. Uçak, kamyon gibi araçların ağırlıklarının ne olabileceği ile ilgili sınıf tartışması yapıldı. Bu etkinlikteki tahmin için gerekli ön bilgiler verildi.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Gelişme bölümünde etkinlik ekrana yansıtıldı. Soru cevap şeklinde öğrencilerin nasıl bir yol izlemeleri gerektiği belirlendi. Etkinlikteki soruların çözümü için yeterli süre verildi ve sürenin sonunda öğrencilerin cevapları dinlendi/değerlendirildi.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Etkinliğin çözümü ekrana yansıtıldı ve anlatıldı. Öğrenciler kendi cevaplarıyla karşılaştırdılar.”

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Bu etkinlik yakınımızda olan cisimlerin ağırlıklarının ne olduğuna yönelik merak ve farkındalık oluşturmaları açısından iyiydi. Tahmin yaparken izlenen yolun ve edinilen tecrübenin farklı problem çözümlerinde de kullanılacak olması dikkate değerdir. Katılımın istenilen seviyede olmaması ve sürenin bazı öğrenciler için kısa olması olumsuzdu.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlendiği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrenciler tahmin yaparken nasıl bir yol izlemeleri gerektiği konusunda zorlandılar.”

Onuncu Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. Onuncu uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Bir önceki hafta yapılan çalışma ile ilgili hatırlatmalar yapıldıktan sonra bu etkinliğe geçiş yapıldı. Derse ilgi uyandırmak için uçak, kamyon, motosiklet, bisiklet resimleri ile sunuda yansıtıldı. Öğrencilere bu nesnelerin ağırlıklarının ne olabileceği sorulup cevaplar tartışıldı. Bir uçağın ağırlığı 125 ton, bir kamyonun ağırlığı 19 ton ve bir motosikletin ağırlığı 200kg olduğu belirtildi. Daha sonra ağırlık ölçüsü birimlerini içeren bilgiler ve soruların yer aldığı çalışma yaprağı 13 yansıtılıp öğrencilere çözmeleri için zaman verildi. Daha sonra öğrencilerin çözümlerine geri dönütler verildi ve Fermi probleminin olduğu çalışma yaprağı 14 yansıtıldı. Öğrencilere yeterli süre verildikten sonra alt problemleri nasıl belirledikleri soruldu, tartışıldı. Bu süreç çevrimiçi olduğu için etkileşim doğal olarak ilk etkinliklere göre düşüktü. Problemin çözümü ekrana yansıtıldıktan sonra öğrenciler problemlerin çözümünü kendi çözümleri ile karşılaştırdılar. Yansıtıcı günlük ve öz değerlendirme google form ile oluşturulan öz değerlendirme formlarının bağlantısı öğrencilerle paylaşıldı. Oturum esnasında doldurmaları sağlandı.”

Onuncu Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin

Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular. Onuncu hafta uygulamasında öğrencilere “Okulumuzdaki ortaokul öğretmenlerinin arabalarının ağırlıkları toplamını tahmin ediniz” Fermi problemi sorulmuştur. Öğrencilerin onuncu hafta uygulamasındaki (EK 7’deki ölçütlere göre) Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 35’te verilmiştir.

Tablo 35

Fermi probleminin çözümüne ilişkin betimsel istatistikler

Onuncu hafta uygulaması	N	$\bar{x}$	Ss
FP9	24	3,29	0,85

Öğrencilerin Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 2,79'dür (Tablo 35). Fermi problemine ilişkin yakın bir tahminde bulunan bir öğrencinin cevabı aşağıda (Şekil 22) verilmiştir.

2ton $\rightarrow$ 2000kg
Okulda araba kullanan öğretmen sayısı 20 tane.

$$\begin{array}{r} 2000 \\ \times 20 \\ \hline 0000 \\ 4000 \\ \hline 40000 \text{ kg} \end{array}$$

Şekil 23. Ö23'ün Dokuzuncu Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö23 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 23). Ö23 problemin çözümünü gerçek değerine yakın tahmin ettiğinden bu sorudan tam puan almıştır.

On Birinci Hafta

On birinci ders planında, ağırlık tahmini kapsamında, birçoklukta nesne miktarını tahmin etmeye ilişkin Fermi problemine yer verilmiştir. Bu ders planı iki kazanım içermektedir. Bu derste, düz anlatım, tartışma, soru-cevap öğretim teknikleri kullanılmıştır.

On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Bulgular. On birinci uygulama haftasına yönelik öz-değerlendirme formuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36

On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Öz-Değerlendirme Formuna İlişkin Frekans ve Yüzde Dağılımı

Bu Ders sürecinde;	Evet		Hayır		Kısmen		Cevapsız	
	<i>f</i>	%	<i>F</i>	%	<i>F</i>	%	<i>f</i>	%
Problemi anladım.	16	66,7	-	-	8	33,3	-	-
İstenen ölçü birimlerini sayabildim.	16	66,7	-	-	8	33,3	-	-
İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.	16	66,7	-	-	8	33,3	-	-
İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.	12	50,0	-	-	12	50,0	-	-
Fermi Problemini çözmeye için gerekli alt problemleri belirleyebildim.	12	50,0	-	-	12	50,0	-	-
Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.	8	33,3	-	-	16	66,7	-	-
Alt problemleri çözebildim.	12	50,0	-	-	12	50,0	-	-
Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.	12	50,0	4	16,7	8	33,3	-	-
Fermi probleminin çözümünü yapabildim.	8	33,3	-	-	16	66,7	-	-
Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.	12	50,0	-	-	12	50,0	-	-

Uygulama esnasındaki çalışmalarda, öğrencilerin %66,7'si problemi anladıklarını, %66,7'si ölçü birimlerini sayabildiklerini, %66,7'si ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildiklerini, %50,0'si istenen ölçüm tahminlerini yapabildiklerini, %50,0'si gerekli alt problemleri belirleyebildiklerini, %50,0'si alt problemleri çözebildiklerini, çözümü arkadaşlarına açıklayabildiklerini ve alt problemleri çözerken işlemleri zihinden yapabildiklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrencilerin %66,7'si alt problemler oluşturulurken sınıf tartışmasına kısmen katılabildiklerini ve %66,7'si problemin çözümünü kısmen yapabildiklerini belirtmişlerdir.

On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklere İlişkin Bulgular. On birinci hafta yapılan uygulamada öğrencilerin yanıtladıkları yansıtıcı günlüklerde yer alan veriler, üç tema altında toplanmıştır. On birinci uygulama haftasında yansıtıcı günlüklere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37

On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Yansıtıcı Günlüklerdeki Sorulara İlişkin Öğrencilerin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Kişiler	f
Derse Yönelik Olumlu Düşünceler	Faydalı olduğunu düşünme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	19
	Problemleri ilginç bulma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	18
	Dersi eğlenceli ve güzel bulma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö23, Ö24	14
	Dersin iyi geçmesi ve dersi sevmeye	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10	6
	Problemin kendi okulları (tanıdık çevre) ile ilgili olması	Ö17	1
	Öğretmenin güzel anlatması	Ö20	1
	Problemleri rahatça çözebilmek	Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö14	5
	Bilgi sahibi olmak	Ö7, Ö8, Ö9, Ö14, Ö20	5
	Konuyu daha iyi anlama	Ö5, Ö7, Ö19	3
	Tahmin becerisini gelişmesi	Ö14, Ö19	2
Derse Yönelik Olumsuz Düşünceler	Problemi zor bulma	Ö7	1
	Pandemi nedeniyle son uygulamaların çevrimiçi olması	Ö22	1
Öğrencilerin Derste Yaşadığı Zorluklar	Çevrim içi olması	Ö4, Ö7, Ö22, Ö24	4

Öğrencilerin çoğu uygulamaya yönelik olumlu görüşler ($f:74$) belirtmişlerdir (Tablo 37). Olumlu görüş belirten öğrenciler uygulamayı faydalı bulduklarını ($f:19$), dersin eğlenceli ve güzel olduğunu ($f:14$), dersin iyi geçtiğini ve dersi sevmelerini sağladığını ($f:6$) ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra öğrenciler, uygulamadaki Fermi probleminin ilginç olduğunu ($f:18$), tahmin becerisini geliştirdiğini ($f:2$), konuyu daha iyi anlamalarını sağladığını ($f:3$) belirtmişlerdir. Olumsuz görüş belirten öğrenciler

olumsuzlukları, problemin zor olması (f:1) ve pandemi nedeni ile dersin çevrimiçi olması (f:1) olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerde öğrenciler dersin çevrimiçi olması nedeniyle derse bağlanmakta zorlandıklarını (f:4) belirtmişlerdir.

Öğrencilerin uygulamaya ilişkin yansıtıcı günlüklerindeki bazı görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö14: Eğlenceli ve eğiticiydi. Fermi problemi her zamanki gibi ilgi çekiciydi. Bilgi hazinemizi genişleten ve tahmin becerimizi geliştiren bir uygulamaydı. Problemi çözerken yapabildiğim için çok eğleniyorum.

Ö17: Bence çok öğretici bir uygulamaydı. Faydalı olduğunu düşünüyorum. Uygulamada özellikle dikkatimi çeken sadece ortaokul olması ve genel bir soru değil de bizim okul hakkında sorulması oldu. Çünkü bu şekilde anlamamız daha kolay oldu.

Ö18: Bence eğlenceli ve eğiticiydi. Benim açımdan faydalı ve verimli geçti. Bu derse girdiğim için mutluyum.

Ö20: Öğretmenimiz gayet güzel ve açıklayıcı anlattı. Bu derste zorluk yaşamadım. Çünkü bence diğer sorulara göre basitti.

Ö22: Bence problem ve ders eğlenceliydi. Tahmin yeteneğimizi geliştirdiği için faydalıydı. Keşke yüz yüze yapabilseydik ama bu mümkün olmadığı için yok.

Ö24: Son uygulamaları pandemi nedeniyle yüz yüze yapamadık. Bazen derse bağlanmakta zorlanıyordum.

On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Gözlemci Notlarına İlişkin Bulgular. Gözlemci öğretmen dersin giriş bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Önceki bilgiler hatırlatıldı. İyiydi.”

Gözlemci öğretmen dersin gelişme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Problemin çözümüne yönelik nasıl bir yol izleyecekleri soru-cevap şeklinde belirlendi. Problemin çözümü için öğrencilere yeterince süre verildi. Gelişme bölümü iyiydi.”

Gözlemci öğretmen dersin sonuç ve değerlendirme bölümünde yapılan uygulamalarla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrencilerin cevapları değerlendirildi. Sonra problemin tahmini çözümü yapıldı. Sonuç olumlu/iyiydi”.

Gözlemci öğretmen derse yönelik olumlu, olumsuz görüş ve önerilerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrenciler açısından düşündürücü, merak uyandırıcı ve eğlenceliydi.”

Gözlemci öğretmen derste öğrencilerde gözlemlendiği zorluklara ilişkin görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Öğrenciler ilk başta kalem kıpırdatamaz iken artık çok rahat çözebildiklerini söylüyorlardı. Çok verimli geçtiğini, yeni birçok şey öğrendiklerini ve eski unuttukları bilgileri hatırladıklarını söylediler. Öğretmene teşekkür ettiler.”

On Birinci Uygulama Haftasına Yönelik Araştırmacı Günlüğüne İlişkin

Bulgular. On birinci uygulama haftasına ilişkin araştırmacı günlüğü aşağıda verilmiştir.

“Bir önceki derste yapılanlar hatırlatılarak derse başlandı. Daha sonra öğrencilere karpuzun ve mandalınanın ağırlığının ne kadar olabileceğini tahmin etmeleri söylendi. Sonuçlar tartışılır. Daha sonra ağırlık ölçülerini içeren çalışma yaprağındaki bilgiler hatırlatıldı. Fermi probleminin olduğu çalışma yaprağı ekrana yansıtıldı ve öğrencilere çözmeleri için zaman verildi. Sonuçlar tartışıldı. Öğrencilere ilk etkinlikten bu etkinliğe kadar kendilerinde ne gibi değişimler fark ettiklerini sordum. Öğrencilerden biri söz hakkı alarak en başta Fermi probleminde kalem kıpırdatmadığını fakat şimdi çok rahat çözebildiğini ifade etti. Diğer öğrencilerde ona katıldıklarını söylediler. Bir başka öğrenci birimler konusunda fazlaca bilgi sahibi olduklarını, dersin eğlenceli ve sonucu merak etme kısımlarının çok heyecanlı olduğunu belirtti. Yansıtıcı günlük ve öz değerlendirme google form ile oluşturulan öz değerlendirme formlarının bağlantısı öğrencilerle paylaşıldı. Oturum esnasında doldurmaları sağlandı.”

On Birinci Uygulama Haftasında Öğrencilerin Fermi Probleminin

Çözümündeki Performanslarına İlişkin Bulgular. On birinci hafta uygulamasında öğrencilere “Okuldaki tüm öğrencilerin ağırlıkları toplamı kaç karpuz ağırlığı eder?” Fermi problemi soruldu. Öğrencilerin on birinci hafta uygulamasındaki (EK 7’deki ölçütlere göre) Fermi probleminin çözümlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38

Fermi Probleminin Çözümüne İlişkin Betimsel İstatistikler

On birinci hafta uygulaması	N	$\bar{X}$	Ss
FP10	24	3,41	0,77

Öğrencilerin Fermi problemine ilişkin cevaplarından aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 2,79’dur (Tablo38). Bu Fermi problemine ilişkin Çözümü tam puan almış bir öğrencinin cevabı aşağıda (Şekil 24) verilmiştir.

2 ton $\rightarrow$ 2000 kg
Okulda araba kullanan öğretmen sayısı 20 tane.

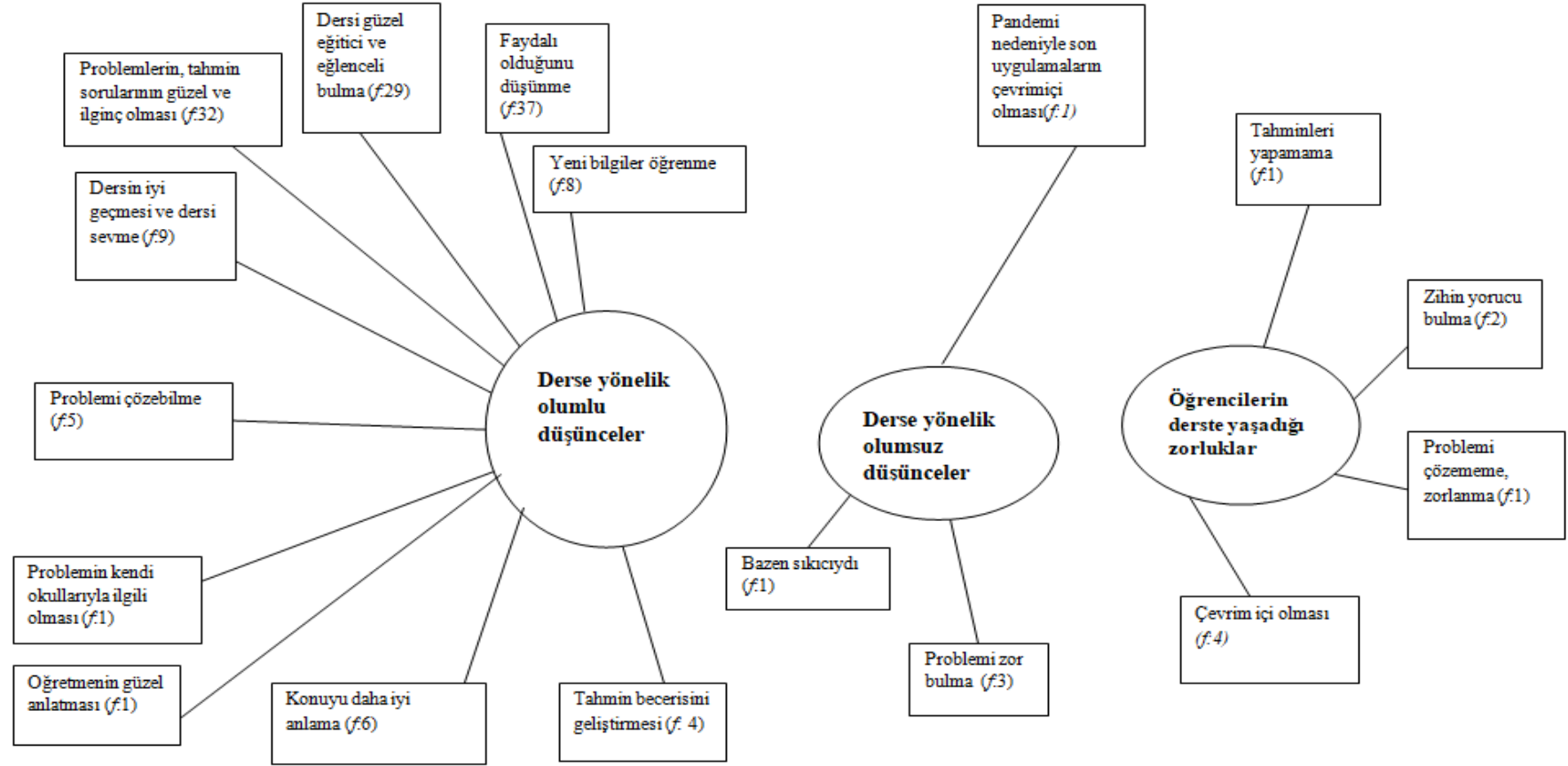
$$\begin{array}{r} 2000 \\ \times 20 \\ \hline 0000 \\ 4000 \\ \hline 40000 \text{ kg} \end{array}$$

Şekil 24. Ö10' un Onuncu Fermi Problemine İlişkin Çözümü

Ö10 problemin çözümü için gerekli olan alt problemleri belirleyip çözmüş, tahmin ve varsayımlarda bulunmuştur (Şekil 24). Ö10 problemin çözümünü gerçek değerine yakın tahmin ettiğinden tam puan almıştır.

Üçüncü Döngüye Yönelik Genel Değerlendirme

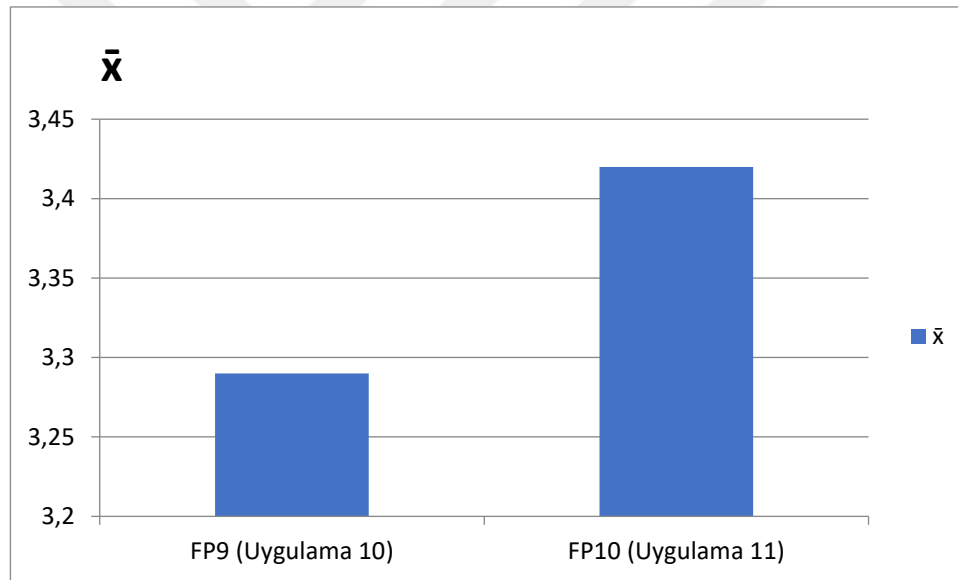
Burada üçüncü döngüde öğrencilerin yansıtıcı günlüklerde verdikleri ifadelerin özetine, Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puanların aritmetik ortalamasının uygulama sürecine göre değişimini gösteren bilgilere yer verilmiştir. Bunun yanı sıra üçüncü döngüye yönelik ortaya çıkan sorunlar ele alınmıştır. Üçüncü döngüdeki tüm uygulamalarda yansıtıcı günlüklerde öğrenciler tarafından verilen cevaplar ve frekansları Şekil 24'te verilmiştir.



Şekil 25. Üçüncü Döngüdeki Tüm Uygulamalarda Yansıtıcı Günlüklerde Öğrenciler Tarafından Verilen Cevaplar ve Frekansları

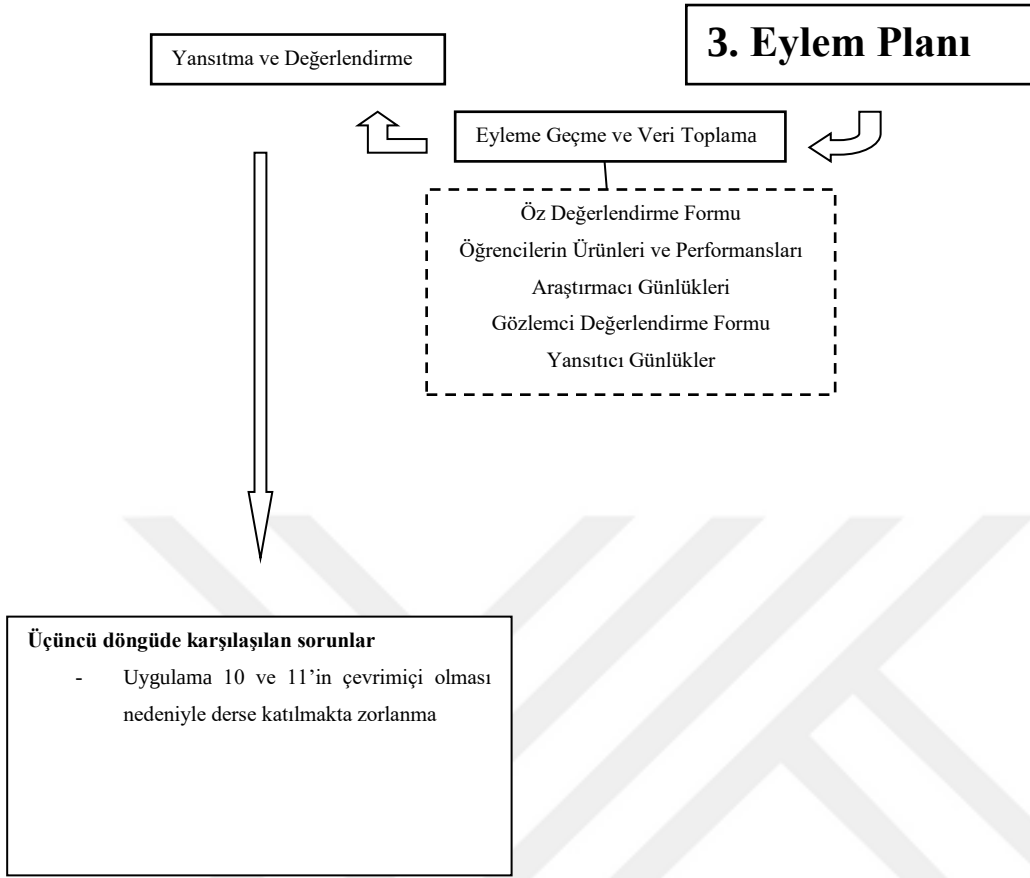
Şekil 25'te üçüncü döngüde yapılan uygulamalardaki yansıtıcı günlüklerin özeti sunulmuştur. Öğrencilerin uygulamalara yönelik olumlu görüşleri uygulamaların faydalı olması ($f:37$), uygulamaların eğlenceli ve öğretici olması ($f:29$), problemlerin ve tahmin sorularının ilginç olması ($f:32$), dersin iyi geçmesi ve dersi sevmeye ($f:9$), fikirlerinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 24). Öğrencilerin uygulamalara yönelik olumsuz görüşleri çok nadir olmakla birlikte problemlerin zor olması ($f:3$) yönündedir. Öğrencilerin uygulamalar esnasında derste yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerinin dersin çevrim içi olması nedeni ile zorlanma ($f:4$) fikrinde yoğunlaştığı görülmüştür.

Üçüncü döngüdeki Fermi problemleri ile öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümünden aldıkları puanların aritmetik ortalamasının ilişkisini gösteren grafik Şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 26. Üçüncü Döngüdeki Fermi Problemlerinden Alınan Puanlara Göre Aritmetik Ortalama Grafiği

Öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puan ortalamalarının en fazla olduğu problemin FP10 olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra üçüncü döngü boyunca öğrencilerin Fermi problemlerinin çözümlerinden aldıkları puan ortalamasının arttığı görülmektedir. Üçüncü döngüye yönelik ortaya çıkan sorunlar Şekil 27'de sunulmuştur.



Şekil 27. Üçüncü Döngüde İzlenen Adımlar

Uygulama Sonrası Durum

Bu başlık altında, uygulama sonrasında, öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerinin belirlendiği çalışmalara yer verilmiştir.

Uygulama Sonrasında Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Becerilerine Yönelik Test Puanları

Dördüncü araştırma sorusu doğrultusunda “Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamaları ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerine nasıl katkı sağlamaktadır?” sorusunun cevabı aranmaya çalışılmıştır. Bu sebeple araştırma öncesinde ve sonrasında uygulanan ölçüsel tahmin beceri testinden elde edilen toplam

puanların normal dağılım göstermediği belirlendiğinden parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli sıralar testi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına ilişkin betimsel istatistik bulguları Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39

Ölçüsel Tahmin Testi Ön Uygulama ve Son Uygulamaya Yönelik Betimsel İstatistiklere İlişkin Bulgular

Testin uygulanma zamanları	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer	%25	%50(Medyan)	%75
Uygulama öncesi	24	13,20	7,96	,00	31,00	8,00	11,00	19,25
Uygulama sonrası	24	52,20	16,64	24,00	70,00	36,00	57,50	69,00

Tabloya göre uygulama süreci başlamadan önce, katılımcı öğrencilerin ölçüsel tahmin becerine ilişkin test puanlarının aritmetik ortalamaları 13,20 yani “kabul edilebilir düşük düzeyde” olduğu görülmektedir. Uygulama süreci sonrasında, katılımcı öğrencilerin ölçüsel tahmin becerine ilişkin test puanlarının aritmetik ortalamaları 52,20 yani “kabul edilebilir iyi tahmin düzeyinde” olduğu görülmektedir. Uygulama öncesi sonrası öğrencilerin aritmetik ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını incelemek için yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz bulguları Tablo 40’ta verilmiştir.

Tablo 40

Ölçüsel Tahmin Testi Ön Uygulama ve Son Uygulamaya İlişkin Bulgular

Uygulama sonrası- Uygulama öncesi	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif sıra	0	0	0	4.285*	.000
Pozitif sıra	24	12.50	300		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Öğrencilerin ölçüsel tahmin testinden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu (Tablo 40) görülmüştür ($z=4.285$, $p<.00$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif

sıralar, yani uygulama sonrası test puanları lehine olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre yapılan uygulamanın öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerini geliştirmede önemli bir etkisi olduğu söylenebilir.

Uygulama Sonrasında Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formuna İlişkin Bulgular

Beşinci araştırma sorusu olan “Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamaları ölçüsel tahmin stratejileri kullanımına nasıl katkı sağlamaktadır?” sorusuna cevap aranmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerle uygulama sonrasında yarı-yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde elde edilen bulgular Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 41

Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formunda Kullandıkları Stratejilere İlişkin Bulguları

Soru No	1.st	2.st	3.st	4.st	5.st	6.st	7.st	8.st	9.st	10.st	11.kod	12.kod
1.soru	Ö2, Ö7, Ö22		Ö10, Ö24	Ö6, Ö12, Ö16, Ö21	Ö1, Ö15, Ö19				Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö17, Ö18, Ö20, Ö23			
2.soru				Ö1, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö13, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö23	Ö11, Ö15, Ö24				Ö2, Ö3, Ö4, Ö8, Ö9, Ö14, Ö17, Ö21, Ö22			

(Devam ediyor)

Tablo 41 (Devam)

Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formunda Kullandıkları Stratejilere İlişkin Bulguları

Soru No	1.st	2.st	3.st	4.st	5.st	6.st	7.st	8.st	9.st	10.st	11.kod	12.kod
3.soru	Ö4, Ö5, Ö7, Ö10, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20		Ö13	Ö6, Ö23	Ö2, Ö8, Ö14, Ö15, Ö19, Ö24	Ö3	Ö12		Ö9, Ö11, Ö21, Ö22	Ö1		
4.soru	Ö7, Ö18		Ö1, Ö10, Ö22	Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö20, Ö23	Ö2, Ö8, Ö13, Ö15, Ö19, Ö24	Ö3		Ö7	Ö6, Ö9, Ö21	Ö4, Ö5	Ö11	
5.soru	Ö16			Ö12, Ö1,Ö24				Ö6, Ö7, Ö13, Ö15, Ö21, Ö22	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö23			
6.soru	Ö5	Ö13, Ö14, Ö15, Ö19		Ö3, Ö6, Ö8, Ö21, Ö23	Ö1, Ö24		Ö16	Ö11	Ö2, Ö4, Ö9, Ö10, Ö12, Ö17, Ö18, Ö20, Ö22			
7.soru				Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö16, Ö21, Ö23	Ö1, Ö13, Ö24				Ö2, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22			Ö8, Ö9

(Devam ediyor)

Tablo 41 (Devam)

Öğrencilerin Ölçüsel Tahmin Görüşme Formunda Kullandıkları Stratejilere İlişkin Bulguları

Soru No	1.st	2.st	3.st	4.st	5.st	6.st	7.st	8.st	9.st	10.st	11.kod	12.kod
8.soru					Ö1			Ö6	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23			Ö8, Ö9, Ö24
9.soru				Ö12, Ö23	Ö1		Ö13	Ö6	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22			Ö8, Ö9, Ö24
10.soru	Ö16			Ö4, Ö11, Ö21, Ö23	Ö1			Ö6	Ö2, Ö3, Ö7, Ö10, Ö12, Ö14, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22	Ö13		Ö5, Ö8, Ö9, Ö15, Ö24
11.soru			Ö6, Ö12, Ö21		Ö5, Ö8, Ö24	Ö2, Ö3, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö23				Ö1, Ö4, Ö7, Ö13, Ö22		
Toplam	16	4	9	44	31	15	3	11	108	9	1	13

Uygulama sonrası öğrencilerin ölçüsel tahmin görüşme formunda kullandıkları stratejiler incelendiğinde öğrencilerin ölçüsel tahmin problemlerinde sırasıyla referans noktası kullanma (9. strateji), karşılaştırma (4. strateji) ve rastgele tahmin (5. strateji) stratejilerini en fazla kullandıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra en az kullanılan stratejilerin gözünde canlandırma (2. strateji), sıkıştırma/sınırlandırma (7. strateji) ve cevazsız (11. kod) stratejileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca problemin uzunluk, alan, hacim, sıvı ve ağırlık tahmini olması durumuna göre öğrenciler tarafından kullanılan stratejiler farklılık göstermiştir. Uygulama sonrasında uzunluk tahmini sorularında (soru 5 ve soru 6) öğrencilerin daha çok referans noktası kullandıkları (9. strateji) ve birim tekrarı (8. strateji) stratejilerini kullandıkları görülmüştür. Alan tahmini sorularında (soru 7, soru 8) öğrencilerin daha çok karşılaştırma stratejisi (4. strateji) ve referans noktası kullandıkları (9. strateji) görülmüştür. Benzer şekilde sıvı tahmini sorularında (soru 1 ve soru 2) öğrencilerin daha çok karşılaştırma stratejisi (4. strateji) ve referans noktası kullandıkları (9. strateji) görülmüştür. Hacim tahmini sorularında (soru 9, soru 10, soru 11) öğrencilerin daha çok temel ölçü karşılaştırması stratejisi (6. strateji) ve sayısal çokluk tahmini stratejisi kullandıkları (10. strateji) görülmüştür. Ağırlık tahmini sorularında ise (soru 3 ve soru 4) öğrenciler daha çok rastgele tahmin (5. strateji) ve var olan bilgi ve tecrübeye dayalı tahmin (1. strateji) stratejilerini kullanmışlardır.

Uygulama sonrasında öğrencilerin tüm maddelere ilişkin vermiş oldukları cevaplarda kullandıkları stratejiler ayrı ayrı sunulmuştur (Tablo 41). Burada sadece en fazla kullanılan stratejilere ilişkin öğrenci görüşleri sunulmuştur. Dokuzuncu stratejiyi kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö17: Masanın uzunluğu 80 santimetre olabilir. 1metreye göre düşündüm. 1 metreden daha kısa olur.

Ö4: Bir su şişesinin üzerinde 500 mililitre yazıyor. Yani yarım litre. Su bardağı yarım litreden daha az olur. 250 mililitre olabilir.

Ö9: Kova 3 litre su alır. 1litrelik büyük şişeleri düşünerek cevap verdim.

Dördüncü stratejiyi kullanarak cevap veren bazı öğrenci görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö13: Kova 2 litre su alır. Su bardağına göre düşündüm. Su bardağı yaklaşık 200 mililitre olursa, su bardağı ile kovayı kaç defa doldurabileceğimi düşündüm.

Ö12: İpin uzunluğu 3metre olabilir. Duvarın uzunluğuna daha önce yaklaşık 4metre demiştik. Duvarın uzunluğu ile kıyaslanınca 3metre olabilir.

Ö16: Tablonun yüzey alanı 600 santimetrekare olabilir. Derste yaptığımız etkinlikte bir ders kitabının yüzey alanını tahmin etmiştik. Ders kitabının yüzey alanı ile kıyasladığımızda, ders kitabının yüzey alanına yakın değer alır.

Uygulama öncesi ve uygulama sonrası öğrenciler tarafından kullanılan ölçüsel tahmin stratejilerinde, problemin sıvı tahmini, ağırlık tahmini, uzunluk tahmini, alan tahmini ve hacim tahmini konularını içermesi durumuna göre farklılaşma olduğu görülmüştür. Sıvı tahmini sorularına ilişkin uygulama öncesinde daha çok kullanılan stratejilerin referans noktası (9. strateji) ve rastgele tahmin stratejileri (5. strateji), uygulama sonrasında karşılaştırma (4. strateji) ve referans noktası (9. strateji) stratejileri olduğu görülmüştür. Uzunluk tahmini sorularına ilişkin uygulama öncesinde daha çok kullanılan stratejilerin referans noktası (9. strateji), karşılaştırma (4. strateji) ve birim tekrarı (8. strateji) stratejileri, uygulama sonrasında referans noktası (9. strateji) ve birim tekrarı (8. strateji) stratejileri olduğu görülmüştür. Alan tahmini sorularına ilişkin uygulama öncesinde daha çok kullanılan stratejilerin bilgi eksikliği (12. kod) ve cevapsız (11. kod), uygulama sonrasında karşılaştırma stratejisi (4. strateji) ve referans noktası kullanımı (9. strateji) olduğu görülmüştür. Hacim tahmini sorularına ilişkin uygulama öncesinde daha çok kullanılan stratejilerin bilgi eksikliği (12. kod) ve cevapsız (11. kod), uygulama sonrasında temel ölçü karşılaştırması stratejisi (6. strateji) ve sayısal çokluk tahmini stratejisi (10. strateji) olduğu görülmüştür. Ağırlık tahmini sorularına ilişkin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında daha çok kullanılan stratejilerin rastgele tahmin (5. strateji) ve var olan bilgi ve tecrübeye dayalı tahmin (1. strateji) olduğu görülmüştür.

Yorumlar

Bu araştırmada ölçüsel tahmin becerisinin Fermi problemleri ile bağlantısı ele alınmıştır. Bu bağlamda, araştırmada, Fermi problemlerine dayalı öğretim uygulamaları benimsenmiştir. Yedinci sınıf öğrencilerine yönelik, ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerindeki etkisinin belirlenmesinin amaçlandığı bu araştırma 24 yedinci sınıf öğrencisinden elde edilen bulguların incelenmesi ile oluşturulmuştur.

Uygulama öncesinde öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerini soran birinci araştırma sorusu doğrultusunda uygulama süreci başlamadan önce, katılımcı öğrencilerin ölçüsel tahmin becerine ilişkin test puanları incelendiğinde, aritmetik

ortalamanın ($\bar{x}=13,20$) “ kabul edilebilir düşük düzeyde” olduğu görülmüştür. İncelenen alana yazında tahmin becerisinin gerek günlük hayatta gerekse bilimsel çalışmalarda gelişiminin önemli olduğu belirtilmesine rağmen, yapılan araştırmalarda bireylerin ölçüsel tahmin becerilerinin düşük olduğu görülmektedir. Bu araştırmada da uygulama öncesi elde edilen sonuçlar ölçüsel tahmin becerisinin düşük olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç alan yazında yapılan çalışmaların (Corle, 1960; Clayton, 1988; Er ve Artut, 2021; Kumandaş ve Gündüz, 2014) bulguları ile paraleldir.

Uygulama öncesinde öğrencilerin kullandıkları ölçüsel tahmin stratejilerini soran ikinci araştırma sorusunun bulgusu, uygulama öncesinde öğrencilerin görüşme formundan elde edilen cevaplar doğrultusunda, ölçüsel tahmin problemlerinde en çok öğrencilerin bilgi eksikliği (12. kod) göze çarparken, sırasıyla rastgele tahmin stratejisine (5. strateji), cevapsız (11. kod) ve karşılaştırma (4. strateji) stratejilerine başvurdıkları görülmüştür. Bunun yanı sıra en az kullanılan stratejilerin ise gözünde canlandırma (2. strateji) ve temel ölçü karşılaştırması (6. strateji) stratejileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca problemin uzunluk, alan, hacim, sıvı ve ağırlık tahmini olması durumuna göre öğrenciler tarafından kullanılan stratejiler farklılık göstermiştir. Uygulama öncesinde uzunluk tahmini sorularında öğrencilerin daha çok karşılaştırma (4. strateji) ve birim tekrarı (8. strateji) stratejilerini kullandıkları görülmüştür. Alan ve hacim tahmini sorularında öğrencilerin daha çok bilgi eksikliği (12. kod) ortaya çıkarken bunu soruyu cevapsız bırakma (11. kod) ve rastgele tahmin stratejisi (5. strateji) izlemiştir. Sıvı tahmini sorularında öğrencilerin daha çok referans noktası kullanma stratejisini (9. strateji), rastgele tahmin stratejisini (5. strateji) kullandıkları ve bilgi eksikliklerinin (12.kod) ortaya çıktığı görülmüştür. Ağırlık tahmini sorularında ise öğrenciler daha çok rastgele tahmin (5. strateji), var olan bilgi ve tecrübeye dayalı tahmin (1. strateji) stratejilerini kullanmışlardır. Uygulama öncesinde yapılan görüşmeler sonucunda alan ve hacim tahmin etmeyi içeren sorularda öğrencilerin çoğunluğunun sorulara ‘bilmiyorum’ veya ‘hatırlamıyorum’ cevaplarını verdikleri ve bilgi eksikliğinden kaynaklı yanlış tahminler yaptıkları görülmüştür. Buradan, uygulama öncesinde, alan ve hacim tahmininde öğrencilerin uzunluk, sıvı ve ağırlık tahminlerine göre daha fazla zorlandıkları söylenebilir.

Yedinci sınıf öğrencilerine yönelik Fermi problemlerine dayalı öğretim yönteminin uygulanması sürecine ilişkin araştırmacı notları, gözlemci notları, öğrenci öz değerlendirme düzeyleri ve öğrenci görüşlerini soran üçüncü araştırma sorusu doğrultusunda uygulama sürecine ilişkin araştırmacı notları, gözlemci notları, öğrenci

öz değerlendirme düzeyleri, öğrenci görüşleri ve Fermi probleminin çözümüne ilişkin öğrencilerin puanları incelenmiştir. Ayrıca uygulama sürecinde ortaya çıkan sorunlar tespit edilmiş, bu sorunlara yönelik çözümler önerilmiş, önerilen çözümler bir sonraki döngüye aktarılmıştır.

Birinci döngüde öğrencilerin uygulamalara yönelik yansıtıcı günlüklerinden elde edilen veriler incelendiğinde, olumlu görüşleri uygulamaların faydalı olması, uygulamaların eğlenceli ve öğretici olması, problemlerin ve tahmin sorularının ilginç olması, konunun daha iyi anlaşılması ve gelişimin olması fikirlerinde yoğunlaşmaktadır. Öğrencilerin uygulamalara yönelik olumsuz görüşleri çok nadir olmakla birlikte problemlerin zor olması ve dersin bazen sıkıcı olmasıdır. Öğrencilerin uygulamalar esnasında derste yaşadıkları zorlukların başında problemi çözememe ve tahminleri yapmada zorlanma gelmektedir. İkinci döngüde, öğrencilerin uygulamalara yönelik olumlu görüşleri uygulamaların faydalı olması, uygulamaların eğlenceli ve öğretici olması, problemlerin ve tahmin sorularının ilginç olması, konunun daha iyi anlaşılması ve gelişimin olmasıdır. Öğrencilerin uygulamalara yönelik olumsuz görüşleri ise çok nadir olmakla birlikte, problemlerin zor olması ve dersin bazen sıkıcı olmasıdır. Öğrencilerin uygulamalar esnasında derste yaşadıkları zorluklar ise problemi çözememeleri ve zorlanmalarıdır. Bunun yanı sıra ikinci döngüde öğrencilerin derse yönelik olumlu düşüncelerinin arttığı, olumsuz ve zorlanılan noktaların azaldığı görülmektedir. Benzer durum üçüncü döngüdeki yansıtıcı günlüklere verilen cevaplarda daha da fazla göze çarpmaktadır. Üçüncü döngüde, öğrencilerin uygulamalara yönelik olumlu görüşleri uygulamaların faydalı olması, uygulamaların eğlenceli ve öğretici olması, problemlerin ve tahmin sorularının ilginç olmasıdır. Öğrencilerin uygulamalara yönelik olumsuz görüşleriye, çok nadir olmakla birlikte, problemlerin zor olmasıdır. Öğrencilerin uygulamalar esnasında derste yaşadıkları zorluklar ise dersin çevrim içi olmasıdır.

Öğrencilerin uygulama sürecinde yaşadıkları sorun ve zorlukların başında Fermi problemlerini çözerken zorlanmaları gelmektedir. Bu durumun nedeni öğrencilerin daha önce Fermi problemleri ile karşılaşmamış olmalarından kaynaklı olabilir. Problem çözmeye esnasında öğrencilerden kendi düşüncelerini ifade etmeleri, başkalarının cevaplarındaki eksiklikleri veya boşlukları görebilmeleri, tahmin etme ve zihinden işlem yapma becerilerini etkin bir şekilde kullanabilmelerinin beklendiği belirtilmiştir. Öğrenciler Fermi problemini çözerken zor olduğunu fakat sonucu merak ettikleri için eğlenceli olduğunu, aynı zamanda zihin yorucu problemler olduğunu ifade etmişlerdir.

Bunun yanı sıra, öğrencilerin süreç boyunca yansıtıcı günlerde verdikleri cevaplardan, olumlu düşüncelerinin arttığı, olumsuz ve zorlanılan noktaların azaldığı görülmüştür. Bunun nedeni süreç boyunca öğrencilerin Fermi problemleri ile karşı karşıya gelmeleri, bir dizi tahmin yapmaları, döngüler boyunca tespit edilen sorunlara ilişkin çözümlerin bulunması olabilir. Bunun yanı sıra öğrencilerin bilgi eksiklerinin git gide giderilmesi ve tahmin stratejilerini zaman içinde daha etkin kullanıyor olabilmeleri de eklenebilir. Van De Walle, Karp ve Williams (2016) problem çözme becerisini geliştirmek için, sınıfta öğrencilere sunulan deneyimlerin, öğrenciler için en üst düzeyde öğrenme imkânı sağlayacak şekilde tasarlanması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu araştırmada da Fermi problemlerinin kullanımı ile hem problem çözme hem de tahmin becerilerinin gelişmesine destek olacak şekilde zenginleştirilmiş öğretim etkinliklerine yer verilmiştir.

Bu araştırmada yapılan incelemelerde birinci döngüde, birinci Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalamasının 1,58 puan, ikinci Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalamasının 2,08 puan, olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra üçüncü Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalaması 2,00 puan ve dördüncü Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalaması 2,08 puandır. Birinci ve ikinci Fermi problemi uzunluk tahmini, üçüncü Fermi problemi uzunluk ve alan tahminini, dördüncü Fermi problemi daha çok hacim tahmini içermekle birlikte uzunluk ve alan tahminlerini de içermektedir. Öğrenciler hacim tahmini yaparken farklı üç uzunluğu tahmin ederek elde ettikleri değerleri çarpmış ve sonuca ulaşmışlardır. Bu sonuç, daha karmaşık olan hacim problemlerin tahminin, birinci döngü boyunca yaptıkları uzunluk tahminlerinden dolayı kolay geldiğinden olabilir. Öğrencilerin birinci döngü boyunca gelişmiş oldukları söylenebilir.

İkinci döngüde, beşinci Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalamasının 1,87 puan, altıncı Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalamasının 2,25 puan, olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra yedinci Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalaması 2,67 puan ve sekizinci Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalaması 2,79puandır. Beşinci, yedinci ve sekizinci Fermi problemleri daha çok sıvı tahminini içermekle birlikte hacim tahminini de içermektedir. Altıncı Fermi problemi sıvı, hacim ve ağırlık tahmini içermektedir. Artan puan ortalamalarından, öğrencilerin ikinci döngü boyunca gerçek değere yakın tahmin etme konusunda gelişmiş oldukları söylenebilir.

Bunun yanı sıra sıvı ölçü birimleri ve hacim ölçü birimleri arasındaki ilişkiyi incelemeye yönelik yapılan çalışmaların, öğrencilerin sıvı tahmini başarısına olumlu katkısı olduğu söylenebilir.

Üçüncü döngüde, dokuzuncu Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalamasının 3,29 puan, onuncu Fermi probleminin çözümünden alınan puanların aritmetik ortalamasının 3,79 puan olduğu görülmüştür. Dokuzuncu ve onuncu Fermi problemleri ağırlık tahminini içermektedir. Bu puanlardan öğrencilerin üçüncü döngü boyunca gerçek değere yakın tahmin etme konusunda gelişmiş oldukları söylenebilir. Bunun yanı sıra öğrencilerin ağırlık tahmini cevaplarının, uzunluk, alan, hacim ve sıvı tahmin etme sonuçlarına göre gerçek değere daha yakın olduğu söylenebilir. Tahmin becerisi yaşanan tecrübeler ile gelişebilen bir beceridir. Öğrencilerin ağırlık tahmini konusunda daha isabetli tahminler yapmasının sebebi günlük hayatta ağırlık konusu ile daha fazla karşı karşıya gelmelerinden kaynaklanıyor olabilir. Uygulama öncesi ve uygulama sonrası yapılan görüşmelerde ağırlık tahmini sorusunda (ÖTGF soru 3) öğrencilerin çoğunluğunun var olan bilgi ve tecrübelerine dayalı tahmin stratejisini kullanmış olmaları bunun bir kanıtı olarak düşünülebilir. Öğrencilerin çoğunluğunun “Pazardan meyveleri ben taşıyorum”, “Manavdan alınca hissettiğim ağırlığa yakın” gibi cevaplar sunmuş olmaları da bir diğer kanıt addedilebilir.

Uygulama sürecinde, birinci döngüde öz değerlendirme formlarından elde edilen bulgulardan, öğrencilerin öz değerlendirmelerinin zamanla evet ve kısmen cevaplarında yoğunlaştığı görülmektedir. Öz değerlendirme formlarındaki maddelere verilen cevap yüzdeleri, döngü boyunca Fermi problemlerinin çözümlerinden elde edilen aritmetik ortalama grafiği ile benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde ikinci döngüde öz değerlendirme formlarından elde edilen bulgulardan öğrencilerin öz değerlendirmelerinin, zamanla evet cevabında yoğunlaştığı görülmektedir. Öz değerlendirme formlarındaki maddelere verilen cevap yüzdeleri, döngü boyunca Fermi problemlerinin çözümlerinden elde edilen aritmetik ortalama grafiği ile benzerlik göstermektedir.

Üçüncü döngüde öz değerlendirme formlarından elde edilen bulgulardan, onuncu hafta öğrencilerin öz değerlendirmelerindeki evet cevaplarındaki yoğunluğun, bir sonraki hafta kısmen cevabı üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Döngü boyunca öğrencilerin Fermi problemine ilişkin çözümlerinden elde edilen aritmetik ortalamaları artmış olmasına rağmen, böyle bir farklılık olması on birinci hafta çözülen problemin

yapısından kaynaklanabilir. Bu durumun bir başka nedeni öğrencilerin öz değerlendirme formunu doldurma konusunda zamanla bilinçlenmiş olmaları ve daha öz verili davranmış olmalarından olabilir.

Uygulama süreci boyunca gözlemci notları ve araştırmacı günlüklerinden elde edilen bulgulardan, uzunluk tahmini ile yapılan uygulamaların alan ve hacim tahmini becerisinin kazanmasını kolaylaştırdığı, benzer şekilde hacim tahmini ile ilgili yapılan çalışmaların sıvı ve ağırlık tahmini becerilerinin kazandırılmasında kolaylık sağladığı söylenebilir. Son uygulama haftasında öğrencilerden bazılarının başlangıçta Fermi problemlerinde zorlanırlarken, artık zorlanmadıklarını, alt problemleri ve tahminleri yapabildiklerini ifade etmeleri, yansıtıcı günlük ve öz değerlendirme bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerine etkisini soran dördüncü araştırma sorusu doğrultusunda uygulama süreci sonrasında, katılımcı öğrencilerin ölçüsel tahmin becerine ilişkin test puanları incelendiğinde, aritmetik ortalamanın ($\bar{x}=52,20$) “kabul edilebilir iyi tahmin düzeyinde” olduğu görülmüştür. Uygulama öncesinde öğrencilerin ölçüsel tahmin beceri düzeyi “kabul edilebilir düşük” tahmin düzeyindeydi. Uygulama sonrasında bu düzeyin “kabul edilebilir iyi tahmin düzeyine” çıkması yapılan öğretimin öğrencilerin ölçüsel tahmin beceri düzeylerine olumlu katkı yaptığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada uygulama sürecince öğrencilere zengin bir öğrenme ortamı sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrenciler Fermi problemlerini çözerken, problemin çözümüne ilişkin alt problemler oluşturmuşlar ve bir problemin yaklaşık sonucuna ulaşabilmek için bir dizi tahminler yapmışlardır. Öğrencilerin sürekli tahmin etme durumları ile karşı karşıya gelmeleri bu becerilerinin gelişimine katkı sağlamış olabilir.

Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin stratejileri kullanımına etkisini soran beşinci araştırma sorusu doğrultusunda uygulama süreci sonrasında öğrencilerin ölçüsel tahmin görüşme formunda kullandıkları stratejiler incelendiğinde, öğrencilerin ölçüsel tahmin problemlerinde en sık kullandıkları stratejilerin sırasıyla referans noktası kullanma (9. strateji), karşılaştırma (4. strateji) ve rastgele tahmin (5. stratejisi) stratejileri olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra en az kullanılan stratejilerin gözünde canlandırma (2. strateji), sıkıştırma/sınırlandırma (7. strateji) ve cevapsız bırakma (11. kod) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca gerek uygulama öncesinde gerekse uygulama sonrasında problemin uzunluk, alan, hacim, sıvı ve ağırlık tahmini olması durumuna göre öğrenciler

tarafından kullanılan stratejiler farklılık göstermiştir. Bu durum problemin yapısına göre kullanılan stratejilerin değişiklik gösterebileceğini ortaya koymuştur. Öğrencilerin tahmin performansını artırmak için bilinen miktarlara göre karşılaştırma stratejilerinin kullanılmasının teşvik edilmesi önemlidir (Lentzinger, Rathmell ve Urbatsch, 1986). Uygulama esnasında strateji kullanımının gelişimine yönelik herhangi bir öğretim yapılmamıştır. Ancak uygulama esnasında öğrenci tahmin etmekte zorlandığında “bir litrelik şişeyi düşün”, “benim boyumun uzunluğu 160 santimetre ise” , “bir A4 kâğıdının yüzeyini düşün” gibi ifadelerin kullanılmış olması referans noktası kullanma ve karşılaştırma stratejilerinin kullanımını arttırmış olabilir. Uygulama sonrasında, uygulama öncesine göre öğrencilerin soruyu cevapsız bırakmalarında ve bilgi eksikliklerinde yani cevapsız (11. kod) ve bilgi eksikliği (12. kod) kullanımında önemli azalma olduğu görülmektedir. Yapılan öğretimin strateji kullanımına önemli katkısı olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin tahmin performansını artırmak için bilinen miktarlara göre karşılaştırma stratejilerinin kullanılmasının teşvik edilmesi önemlidir (Lentzinger, Rathmell ve Urbatsch, 1986). Uygulama esnasında strateji kullanımının gelişimine yönelik herhangi bir öğretim yapılmamıştır. Ancak uygulama esnasında öğrenci tahmin etmekte zorlandığında “bir litrelik şişeyi düşün”, “benim boyumun uzunluğu 160 santimetre ise” , “bir A4 kâğıdının yüzeyini düşün” gibi ifadelerin kullanılmış olması referans noktası kullanma ve karşılaştırma stratejilerinin kullanımını arttırmış olabilir.

Bu araştırma bulguları doğrultusunda, matematik eğitiminde Fermi problemlerinin ölçüsel tahmin becerisi gelişiminde etkili olduğu, Fermi problemlerine dayalı öğretim uygulamasının, öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisinin gelişiminde olumlu katkı sağladığı söylenebilir.

Schoenfeld (1985) öğrencilerin Fermi problemleri çözerken uzun süreli bellekte depo ettikleri bilgileri kullandıklarını ifade etmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin sahip olduğu bilgi düzeylerini belirleyebilmek için problem çözme sürecinde Fermi problemlerinin kullanımının önemli olduğunu belirtmiştir. Sriraman ve Lesh (2006), Fermi problemlerinin matematik ve diğer okul dersleri arasında bir köprü görevi üstlenebileceği görüşünü ifade ederek bu problemlerinin matematik eğitiminde kullanılmasını önermiştir. Tahmin becerisi MEB (2018) matematik dersi öğretim programındaki temel becerilerden biridir. Bu nedenle, Fermi problemlerine dayalı öğrencilerin tahminde bulunabilecekleri öğretim ortamlarının yaratılmasının, müfredatta

Fermi problemlerine yer verilmesinin tahmin becerisinin gelişimini destekleyebileceği söylenebilir.



BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde bulgulardan yola çıkılarak ulaşılan sonuçlara ve önerilere yer verilmiştir.

Sonuçlar

Bu araştırmada yedinci sınıf öğrencilerine yönelik, ölçüsel tahmin becerisine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda yapılan araştırma ve analizlerden elde edilen sonuçlar, uygulama sürecine, süreç öncesi ve sonrasına ilişkin sonuçlar olarak ele alınmıştır.

Bu araştırmada birinci araştırma sorusu doğrultusunda uygulama süreci başlamadan önce, katılımcı öğrencilerin ölçüsel tahmin becerine ilişkin test puanları incelendiğinde, öğrencilerin puan ortalamasının “kabul edilebilir düşük düzeyde” olduğu görülmüştür. İlgili alan yazın incelendiğinde benzer sonuçlar olduğu görülmüştür. Bu bağlamda Corle (1960) beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin performanslarını incelediği araştırmasında her iki sınıf düzeyinde de ölçüsel tahmin performanslarının düşük olduğunu, ancak altıncı sınıf öğrencilerinin performanslarının beşinci sınıf öğrencilerin performanslarına göre daha iyi olduğunu ifade etmiştir.

Swan ve Jones (1971, 1980), Corle’ninkine (1960) benzer bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerin ve yetişkinlerin ölçüsel tahmin becerisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda Corle’nin (1960), çalışması ile benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Aynı zamanda ölçüsel tahmin becerisinin zamanla geliştiğini ifade etmişlerdir. Clayton (1988), öğrencilerin ölçüsel tahmin ve yığın tahmin becerilerini belirlediği çalışmasının sonucunda öğrencilerin cevaplarının %20 doğruluk oranına sahip olduğunu ifade etmiştir. Kumandaş ve Gündüz (2014) araştırmada farklı düzeylerde öğrenim gören öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerini nasıl kullandıklarını ve yaptıkları tahminlerin doğruluk düzeyini incelenmeyi amaçlamışlardır.

Araştırmacılar çalışmada eğitim kademeleri farklılaşsa da öğrencilerin tahmin becerilerinin çok iyi olmadığı sonucuna ulamışlardır. Buradan alan yazında yapılan araştırma bulgularının bu araştırma bulgusu ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Birinci araştırma sorusu doğrultusunda elde edilen öğrencilerin ölçüsel tahmin beceri düzeylerinin düşük olduğu bulgusunun alan yazın ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

İkinci araştırma sorusu doğrultusunda uygulama öncesinde öğrencilerin ölçüsel tahmin görüşme formunda kullandıkları stratejiler incelendiğinde öğrencilerin en fazla ölçüsel tahmin problemlerinde sırasıyla bilgi eksikliği (12. kod), rastgele tahmin (5. strateji), cevapsız (11. kod) ve karşılaştırma (4. strateji) stratejilerini kullandıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra en az kullanılan stratejilerin gözünde canlandırma (2. strateji) ve temel ölçü karşılaştırması (6. strateji) stratejileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gooya, Khosroshahi ve Teppo (2011) de İran'daki lise öğrencileri ile yürüttükleri çalışma sonucunda, öğrencilerin birim tekrarı, karşılaştırma, referans kullanımı gibi tahmin stratejilerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Gooya ve diğerlerinin bulguları bu araştırmanın bulguları ile örtüşmektedir.

Bunun yanı sıra bu çalışmada uygulama öncesinde problemin uzunluk, alan, hacim, sıvı ve ağırlık tahmini olması durumuna göre öğrenciler tarafından kullanılan stratejilerin farklılık gösterdiği görülmüştür. Uygulama öncesinde, uzunluk tahmini sorularında, öğrencilerin daha çok karşılaştırma (4. strateji) ve birim tekrarı (8. strateji) stratejilerini kullandıkları görülmüştür. Sıvı tahmini sorularında, öğrencilerin en çok referans noktası (9. strateji) stratejisini kullandıkları saptanmıştır. Alan ve hacim tahmin etmeyi içeren sorularda, öğrencilerin çoğunluğunun bilgi eksikliği (12. kod) olduğu veya soruyu cevapsız (11. kod) bıraktıkları ya da yanlış tahminler yaptıkları görülmüştür. Benzer şekilde Gooya, Khosroshahi ve Teppo 2011 yılında yaptıkları araştırmanın sonucunda, öğrencilerin alan veya uzunluk problemlerine göre kullandıkları stratejilerin değiştiğini bulmuşlardır.

Taylor, Simms, Kim ve Reys (2001) ise öğrencilerin sahip oldukları tahmin becerilerinin yaptıkları tahminleri etkilediğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada da belirlenen araştırma örnekleme eylem araştırmasının doğasına uygun olarak, tahmin beceri testinde düşük performans gösteren öğrencilerden oluşmuştur. Bu çalışmada uygulama öncesinde öğrencilerin sahip oldukları tahmin becerilerinin, kullandıkları tahmin stratejilerini ve tahmin performanslarını etkilediği görülmüştür.

Benzer şekilde Kılıç ve Olkun (2013) çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin tahmin etmede öncelikle rastgele tahmin etme yoluna gittiklerini, ikinci olarak da

karşılaştırma ve önceki bilgi ile karşılaştırma stratejilerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca strateji kullanımının başarı düzeyine göre farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar iyi ve orta başarı düzeyine sahip olan öğrencilerin önceki bilgi, karşılaştırma, parçalama, birim tekrarı stratejilerini kullanırken, düşük başarı düzeyine sahip olanların ise rastgele tahmine daha çok başvurduklarını belirtmişlerdir. Bu araştırmada da uygulama öncesinde öğrenciler tarafından kullanılan tahmin stratejilerinin çoğunlukla bilgi eksikliği (12. kod), cevapsız (11. kod) ve rastgele tahmin (5. strateji) olduğu görülmüştür. Böylelikle bu araştırma bulgusu alan yazındaki (Kılıç ve Olkun, 2013; Taylor ve diğerleri, 2001) bulgularla benzerlik göstermektedir.

Araştırmanın önemli bir diğer bulgusu da uygulama süreci sonrasında, katılımcı öğrencilerin ölçüsel tahmin becerine ilişkin test puanlarının ortalamasının “kabul edilebilir iyi tahmin düzeyinde” olduğudur. Hem Reys (1985) hem de Aslan (2011) tahmin becerisinin gelişebileceğini fakat bunun için uygun ortamın sağlanmasının önemini vurgular. Bu görüş de bu araştırmanın bulguları ile paralellik göstermektedir.

Alan yazında (Budak ve Şengül, 2019; Case ve Sowder, 1990; Tekinkır, 2008) tahmin becerisinin yaşa bağlı olarak geliştiğine, yaşanan deneyimlere bağlı olarak kazanılan ve geliştirilebilen bir beceri olduğuna, öğrencilerin sınıf düzeyleri arttıkça tahmin becerilerinin de arttığına dair bulgulara rastlanmıştır. Bunun yanı sıra alan yazında (Bulut ve Şener, 2017; Reys, 1985) tahmin etme becerisinin gelişiminin hemen mümkün olmadığına, belli bir zaman aldığına, öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerinin geliştirilmesi için farklı nitelikte etkinlikler yaptırılmaları gerektiğine dair bilgiler de bulunmaktadır. Bu araştırmaya katılan öğrencilerin on bir haftada yapılan uygulamalarla ölçüsel tahmin beceri düzeyleri düşük düzeyden iyi düzeye çıkmıştır. Bu araştırmada belli bir zaman sürecinde, yapılan farklı niteliklerdeki etkinliklerle öğrencilerin ölçüsel tahmin beceri düzeylerinde gelişme olmuştur. Böylelikle bu araştırmadan elde edilen bulguların alan yazındakilerle (Budak ve Şengül, 2019; Bulut ve Şener, 2017; Case ve Sowder, 1990; Reys, 1985; Tekinkır, 2008) benzer doğrultuda olduğu görülmüştür.

Abay ve Filiz (2020) çalışmalarında Fermi problemlerini kullanmışlardır. Araştırmaları sonucunda bu problem türünün öğretimde kullanılmasının öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonun arttığını görmüşlerdir. Bu araştırmada da, öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisinin gelişiminde, Fermi problemleri ile yapılan öğretimin etkili olduğu görülmüştür. Böylelikle araştırma bulgusu alan yazın ile örtüşmektedir.

Özetle gerek nicel, gerekse nitel verilerden elde edilen bulgular neticesinde, uygulama öncesinden uygulama sonrasına kadarki süreçte, öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerinde büyük bir gelişme olduğu görülmüştür. Ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin becerilerinin gelişimi üzerinde önemli ve olumlu bir etkisi olmuştur.

Öneriler

Bu araştırma sonuçları ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerine olumlu katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, bu araştırmanın sonucunda oluşan önerilerden ilki öğretim programında Fermi problemlerine yer verilmesi olabilir. Ayrıca programda ölçüsel tahminle ilgili kazanım yedinci ve sekizinci sınıflarda yoktur. Tahmin becerisi zaman ve yaşla gelişebilen, değişebilen bir beceri olduğu için, bu tür kazanımlar yedinci ve sekizinci sınıflara da koyulması ve bu konuya daha çok zaman ayrılması önerilir. Fermi problemlerine ve daha fazla ölçüsel tahmin kazanımlarına programda verilmesiyle birlikte matematik ders kitaplarında da öğrenciyi düşünmeye sevk edecek, öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisi düzeylerine katkı sağlayacak etkinlikler tasarlanabilir.

Matematik öğretim programlarında, ölçüsel tahminle ilgili kazanımlarda stratejilere yer verilmediği; bu konuya ayrılan sürenin öğrencilerin bu konuda başarılı olması için yetersiz olduğu görülmektedir. Bu yüzden ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi için ilkokul ve ortaokul öğretim programının ölçüsel tahmine gereken önemi verecek şekilde düzenlenmesi önerilmektedir. Ayrıca matematik uygulamaları dersi kazanımları, matematik dersinde öğrenilen bilgilerin hayata uygulanmasını içerirse hem öğrencilerin bilgisi pekişir hem de Fermi problemlerini içeren veya tahmin becerisini geliştiren etkinliklere yer verilebilir. Böylelikle öğrencilerin tahmin konusunda deneyim kazanacakları daha çok zaman yaratılmış olur.

Problem çözme ve tahmin becerisi matematik eğitimindeki önemli becerilerdendir. Bu çalışmada, yapılan öğretimin öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisi gelişimine olumlu etkisi olduğundan, bu becerinin gelişiminden sorumlu öğretmenler için benzer öğrenme ortamları oluşturulmaları önerilebilir. Bu becerinin gelişimi için

uygun öğrenme ortamları oluşturulmalıdır. Öğretmenler derslerinde öğrencilerin en üst düzeyde öğrenmelerini sağlayacak zengin etkinliklere yer vermelidirler. Öğretmenler öğrencilere esnek düşünme becerileri kazandırmak için gerekli tartışma ortamları oluşturmalı ve öğrencilerin her alanda kendilerini ifade etmelerine imkân tanınmalıdır. Ayrıca öğretmenler ölçüsel tahmin ile ilgili bilgileri programdaki diğer konularla ilişkilendirerek bu konuya daha fazla zaman ayırabilirler.

Ölçüsel tahmin becerisini geliştirmeyi hedefleyen etkili bir öğretimin gerçekleşmesi için öncelikle öğretmen adaylarının ve alandaki öğretmenlerin bu konudaki bilgilerinin ve bu konuyu öğretme becerilerinin geliştirilmesi gereklidir. Matematik öğretmenlerinin de Milli Eğitim Bakanlığı tarafından verilecek hizmet içi eğitimler, kurslar ve seminerlerle ölçüsel tahmin stratejileri ve bunların öğretimi konularında gelişmeleri desteklenmelidir.

Başka araştırmacılar için matematik öğretmenlerinin ve matematik öğretmen adaylarının Fermi problemlerini çözerken kullandıkları tahmin stratejilerinin incelendiği çalışmalar yapılması önerilebilir. Bu araştırmada ölçüsel tahmin becerisi düzeyi düşük olan sınıf tespit edilip araştırma grubu olarak belirlendi. Ölçüsel tahmin beceri düzeyi farklılık gösteren gruplarla eş zamanlı uygulamaların yürütüldüğü deneysel araştırmalar tasarlanabilir. Bunun yanı sıra ortaokulda öğrenim gören farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerle benzer araştırmalar yinelenabilir. Ayrıca bu araştırmada uygulamalar esnasında gözlemci değerlendirme formu kullanıldı. Başka araştırmalarda video kaydıyla gözlem yapılarak, uygulama sürecine ilişkin daha derinlemesine veriler elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- 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.
- Abay, S. & Gökbulut, Y. (2017). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerileri: Fermi Problemleri Uygulamaları. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2017 (9), 65–83. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/goputeb/issue/34356/379918>
- Abay, S. & Büyükalan Filiz, S. (2020). Using Fermi Problems to Motivate 4th Grade Primary School Students in Math Lessons. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 6 (3), 268–277. Retrieved from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ekuat/issue/59178/850984>
- Adams, T. L., & Harrell, G. (2003). Estimation at work. In D. H. Clements & G. Bright (Eds.), Learning and teaching measurement: 2003 yearbook (pp. 229–244). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics
- Albarracín, L., & Gorgorió, N. (2014). Devising a plan to solve Fermi problems involving large numbers. *Educational Studies in Mathematics*, 86(1), 79–96. <http://www.jstor.org/stable/43590062>
- Altrichter, H., Posch, P., & Somekh, B. (1993). Professors investigate their work: An introduction to methods of action research. *Research With Children: Perspectives and Practices*, 241–257.
- Altunkaya, B., Aytekin, C., Doruk, B. K., & Özçakir, B. (2014). The Analysis of the Relation between Eight-Grade Students' Estimation Performance in Triangles with Their Teaching Style Expectations and Sources of Motivation. *Participatory Educational Research*, 1(1), 44–64.
- Baber, D. (2016). *Temel işlem becerisi ve hesaplama güçlüğü test uyarlaması*, Yüksek lisans tezi, Ankara üniversitesi, Ankara.
- Bahar, M., Nartgün. Z., Durmuş. S. ve Bıçak, B. (2006). Geleneksel-Tamamlayıcı Ölçme ve Değerlendirme Öğretmen El Kitabı. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Baroody, A. J. ve Gatzke, M. R. (1991), The Estimation of Set Size by Potentially Gifted Kindergarten-age Children, *Journal for Research in Mathematics Education*, 22, 59–68
- Baroody, A. J., & Gatzke, M. R. (1991). The estimation of set size by potentially gifted kinder garten-age children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22, 59–68.

- Başol, G. (2018). Eğitimde ölçme ve değerlendirme. *Pegem Atıf İndeksi*, 001–307.
- Bergman Ärleback, J., Bergsten, C. (2010). On the Use of Realistic Fermi Problems in Introducing Mathematical Modelling in Upper Secondary Mathematics. In: Lesh, R., Galbraith, P., Haines, C., Hurford, A. (eds) *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1_52
- Beverly, J.(1993). Teacher as Researcher. ERIC Digest. (ERIC Clearinhouse on Teacher Education, Washington DC, No: ED 355205)
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bogdan, R.C. and Biklen, S.K. (2007) *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*. 5th Edition, Allyn & Bacon, Boston.
- Bolt, B. (1991). *Mathematics meets technology*. Cambridge University Press.
- Borgia, E. T., & Schuler, D. (1996). Action research in early childhood education. ERIC Digest. (ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education, Urbana IL, No:401047).
- Boz-yaman, B. & Bulut, S. (2017). Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Tahmin Hakkındaki Görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11 (1) , 48–80. DOI: 10.17522/balikesirnef.354985
- Bright, G.W. (1979) . Measuring experienced teachers' linear estimation skills at two levels of abstraction. *School Science and Mathematics* 79, 161–64.
- Bright, George W.(1985). Estimation as part of learning to measure” In *Measurementin School Mathematics, 1976 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics*, editedby Doyal Nelson, (pp.87–104). Reston. Va.: The Council, 1976
- Brooks, M. G., & Brooks, J. G. (1999). The courage to be constructivist. *Educational leadership*, 57(3), 18-24.
- Budak, E. B., & Şengül, S. (2017).7.Sınıf Öğrencilerinin Ölçüsel Tahmin Beceri ve Stratejilerinin Üstbilişsel Bilgi Bağlamında İncelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*. Mayıs 2017 Cilt: 6 Sayı: 2 Makale No No: 14 ISSN: 2146–9199.
- Bulut, A. S., & Şener, Z. T. (2017, October). İlkokul öğrencilerinin alan ölçme konusundaki tahmin performanslarının belirlenmesi. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 3).

- Bulut, S. , Yavuz, F. D. & Yaman, B. (2017). Tahmin Becerilerinin 1948'den 2015'e 1–5. Sınıflar Matematik Dersi Öğretim Programlarındaki Yeri. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 18 (1) , 19–39. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/59268/851411>
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). Bilimsel Araştırma Yöntemleri (Geliştirilmiş 2. baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Carlson, J. E. (1997). Fermi problems on gasoline consumption. *The Physics Teacher*, 35, 308–309. <https://doi.org/10.1119/1.2344696>.
- Case, R., & Sowder, J. T. (1990). The development of computational estimation: A neo-Piagetian analysis. *Cognition and Instruction*, 7(2), 79–104.
- Cho, J., & Trent, A. (2006). Validity in qualitative research revisited. *Qualitative Research*, 6(3), 319–340. <https://doi.org/10.1177/1468794106065006>
- Clayton, J. (1988). *Estimation in Schools*. Paper presented at the Conference of the British Society for Research into Learning Mathematics, Warwick University, May 1988.
- Corle, C. G. (1960). A study of the quantitative values of fifth and sixth grade pupils. *The Arithmetic Teacher*, 7(7), 333–340.
- Corle, C. G. (1963). Estimates of quantity by elementary teachers and college juniors. *The Arithmetic Teacher*, 10(6), 347–353.
- Creswell, J. W. (2013). Steps in conducting a scholarly mixed methods study.
- Crites, T.,(1992). Skilled and less-skilled estimators' strategies for estimating discrete quantities, *The Elementary School Journal*, 92, 601–615.
- Çelikkol, Ö. (2016). 7. sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme uygulaması: Bir eylem araştırması (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 431416)
- Çetin, Ö. F., & Köse, K. (2015). The relationship between eighth grade elementary students' operational and measurable prediction skills and mathematical literacy. *American Journal of Educational Research*, 3(2), 142–151.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2005). Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research. In. N. K. Denzin ve Y. S. Lincoln (Ed.). *The Sage Handbook of Qualitative Research* (3rd). (s. 1–32). Thousands Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Desoete, A. (2006). Experiences with the evaluation and predication assessment (EPA 2000) in the assessment of native and non native speaking elementary school children.

- Dinç Artut, P. & Aslan, E. (2014). İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programında Yer Alan Tahmin Becerisinin Öğretmen Görüşleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23 (1), 239–250. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/cusosbil/issue/32277/356351>
- Dinkelman, T. (1997). The promise of action research for critically reflective teacher education. *The Teacher Educator*, 32(4), 250–257.
- Ebbutt, D. (1985) Educational action research: some general concerns and specific quibbles. In R. Burgess (Ed.) *Issues in educational research: qualitative methods*. Lewes: The Falmer Press. Edge, J. (Ed.) (2001). *Action Research*. Alexandria, VA: TESOL.
- Efthimiou, C. J., & Llewellyn, R. A. (2007). Cinema, Fermi problems and general education. *Physics education*, 42(3), 253. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/42/3/003>
- Elliott, J. (1991) *Action Research for Educational Change*. Open University Press, Buckingham.
- Er, Z. & Dinç Artut, P.(2016).Matematik Programında Yer Alan Tahmin Becerisinin Matematik Öğretmenlerinin Görüşleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*Sayfa,487–505Yıl-Sayı: 2016- 52 Doi: [10.9761/JASSS3661](https://doi.org/10.9761/JASSS3661)
- Er, Z. (2014). Altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf matematik dersi öğretim programında yer alan tahmin becerisine ilişkin öğretmen görüşleri. *Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana*.
- Erdoğan, F. & Erben, T. (2020). An Investigation of the Measurement Estimation Strategies Used by Gifted Students . *Journal of Computer and Education Research* , 8 (15) , 201-223 . DOI: 10.18009/jcer.680284
- Ersozlu, Z. N. & Kazu, H. (2011). İlköğretim Beşinci Sınıf Sosyal Bilgiler Dersinde Uygulanan Yansıtıcı Düşünmeyi Geliştirme Etkinliklerinin Akademik Başarıya Etkisi . *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (1) , 141–159. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uefad/issue/16693/173511>
- Farr, R., & Tone, B. (1994). *Portfolio and performance assessment: helping students evaluate their progress as readers and writers*. Harcourt Brace and Company, 6277 Sea Harbor Dr., Orlando, FL 32887.
- Ferrance, E. (2000). *Themes in education: Action research*. Providence, RI: Northeast and Islands Regional Educational Laboratory.
- Ferrando, I., Albarracín, L., Gallart, C., Lluís, M., García-Raffi, Gorgorió, N. (2017). Analysis of Mathematical Models Produced when Solving Fermi Problems *Boletim de Educação Matemática*, 31 (57), <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a11>

- Forrester, M. A., & Pike, C. D. (1998). Learning to Estimate in the Mathematics Classroom: A Conversation-Analytic Approach. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(3), 334–356. <https://doi.org/10.2307/749793>
- Forrester, Michael A.(1990). Exploring estimation in young children. *Educational Psychology*, 4(10).
- Forrester, M., & Shire, B. (1994). The influence of object size, dimension and prior context on children’s estimation abilities. *Educational Psychology*, 14(4), 451–465. <https://doi.org/10.1080/0144-341940140407>
- Gay, L. R., & Airasian (2003). *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Glanz, J. (1999). A Primer on action research for the school administrators. *The Clearing House*, May/June, p:301 -304.
- Goldberger, M. Enrico Fermi (1901–1954): The Complete Physicist. *Phys. perspect.* **1**, 328–336 (1999). <https://doi.org/10.1007/s000160050024>
- Gooya, Z., Khosroshahi, L. G., & Teppo, A. R. (2011). Iranian students’ measurement estimation performance involving linear and area attributes of real-world objects. *ZDM,Mathematics education* 43(5), 709–722. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0338-1>
- H. L. Schoen & M. J. Zweng (Eds.), *Estimation and mental computation: 1986 yearbook* (pp. 16–30). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics
- Hanson, S. A., & Hogan, T. P. (2000). Computational Estimation Skill of College Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(4), 483–499. <https://doi.org/10.2307/749654>
- Hensen, K. T. (1996). Teachers as researcher. In J. Skula (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education*. (2nd edition, s: 53–66). New York: Macmillan
- Hıdıroğlu, Ç. N. & Özkan Hıdıroğlu, Y. (2017). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modellemede Oluşturdukları Gerçek Yaşam Problem Durumu Modelleri. *İlköğretim Online*, 16 (4) , 1702–1731. DOI: 10.17051/ilkonline.2017.342986
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Olivier, A., & Wearne, D. (1996). Problem Solving as a Basis for Reform in Curriculum and Instruction: The Case of Mathematics. *Educational Researcher*, 25(4), 12–21. <https://doi.org/10.3102/0013189X025004012>
- Hildreth, D. J. (1983). The use of strategies in estimating measurements. *Arithmetic Teacher*

- I Johnson, A. (2012). Action Research: Methods of Collecting Data. *A Short Guide to Action Research (4th ed)*. Minnesota State University, Mankato. SBN-13: 978-0132685863
- Joram, E. (2003). Benchmarks as tools for developing measurement sense. In D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement: 2003 yearbook* (pp. 57-67). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Joram, E., Gabriele, A. J., Bertheau, M., Gelman, R., & Subrahmanyam, K. (2005). Children's use of the reference point strategy for measurement estimation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(1), 4-23.
- Joram, E., Subrahmanyam, K., & Gelman, R. (1998). Measurement Estimation: Learning to Map the Route From Number to Quantity and Back. *Review of Educational Research*, 68(4), 413-449. <https://doi.org/10.3102/00346543068004413>
- Karasar, N. (2009) Bilimsel Arastirma Yontemleri. Nobel Yayinlari, Ankara.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (2000) Participatory action research, in N. K. Denzin & Y. S. Lincoln [Eds] *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage, pp. 559-604.
- Kemmis, S. & Wilkinson, M. (1998). Participatory action research and the study of practice. in B. Athew, S. Kemmis & P. Weeks (Eds.). *Action research in practice – partnerships for social justice education (1st ed.)* (pp. 21-37). London: Routledge.
- Kılıç, Ç., & Olkun, S. (2013). İlköğretim öğrencilerinin gerçek yaşam durumlarındaki ölçüsel tahmin performansları ve kullandıkları stratejiler. *İlköğretim Online*, 12(1), 295-307.
- Kock, N. F., Jr. (1997). Myths in Organizational Action Research: Reflections on a Study of Computer-Supported Process Redesign Groups. *Organizations & Society*, Vol. 4, No. 9, p. 65-91.
- Koçakoğlu, M. (2010). Probleme Dayalı Öğrenme: Yapılandırmacılığın Özü. *Milli Eğitim Dergisi*, 40 (188), 68-82. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/36196/406999>
- Köklü, N. (2001). Eğitim Eylem Araştırması-Öğretmen Araştırması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 34 (1), 35-43. DOI: 10.1501/Egifak_0000000040
- Krynock, K., & Robb, L. (1999). Problem Solved: How To Coach Cognition. *Educational leadership*, 57(3), 29-32.
- Kumandaş, H., & Gündüz, Y. (2014). İlkokul, ortaokul, lise ve üniversitede öğrenim gören öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerinin doğruluğunun incelenmesi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 4(1), 165-187.

- Kutlu Ö., & Kula-Kartal, S. (2018). The prominent student competences of the 21st century education and the transformation of classroom assessment. *International Journal of Progressive Education* 14(6). 70–82. <https://doi:10.29329/ijpe.2018.179.6>
- LeFevre A., Greenham S. L. and Waheed N. (1993), The Development of Procedural and Conceptual Knowledge in Computational estimation, *Cognition and Instruction*, 1993, 11(2), 95-132
- Levine, D. R. (1982). Strategy use and estimation ability of college students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(5), 350–359. doi:10.5951/jresmetheduc.13.5.0350
- Lewin, K. (1946) Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2, 34- 46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Logan, E. (2009). Self and peer assessment in action. *Practitioner Research in Higher Education*, 3(1): 29–35.
- Long, T. & Johnson, M. (2000). Rigour, reliability and validity in qualitative research. *Clinical Effectiveness in Nursing*, 4, 30–37. <https://doi.org/10.1054/cein.2000.0106>
- Luwel, K., Verschaffel, L. Estimation of „real“ numerosities in elementary school children. *Eur J Psychol Educ* 23, 319 (2008). <https://doi.org/10.1007/BF03173002>
- Markovits, Z. (1988). *Estimation-research and curriculum development*. Department of Science teaching, Weizmann Institute if Science.
- McKernan, J. (1996) *Curriculum action research: A handbook of methods and resources for the reflective practitioner* (2nd ed.). Oxon: Routledge.
- McNiff, J., Lomax, P., & Whitehead, J. (1996). *You and your Action Research Project*. New York: Routledge.
- McTaggart, R. (1997). Reading the collection. In. R. McTaggart (Ed.) *Participatory Action Research* (s: 1-12) Albany, NY: Suny Press.
- Merriam, S. B., & Simpson, E. L. (1995). *A guide to research for educators and trainers of adults*. Krieger Publishing Co., PO Box 9542, Melbourne, FL 32902-9542.
- Michael A. Forrester, Janette Latham & Beatrice Shire (1990) Exploring Estimation in Young Primary School Children, *Educational Psychology*, 10:4, 283–300, DOI: [10.1080/0144341900100401](https://doi.org/10.1080/0144341900100401)
- Micklo, S. J. (1999). Estimation it's more than a guess. *Childhood Education*, 75(3), 142–145. doi:10.1080/00094056.1999.10522001
- Milli Eğitim Bakanlığı (2005). İlköğretim matematik dersi 6–8. sınıflar öğretim programı. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara.

- Milli Eğitim Bakanlığı (2009). 6–8.Sınıflar Öğretim Programı. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: MEB, Ocak 2017 tarihinde Milli Eğitim Bakanlığı tarafından. Erişim adresi: [http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445 MATEMATİK%20ÖĞRETİM%20PROGRAMI%202018v.pdf](http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445%20MATEMATİK%20ÖĞRETİM%20PROGRAMI%202018v.pdf)
- Mills, G. E. (2011). Action Research: A Guide for the Teacher Researcher. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Muir, T.(2005).When Near Enough is Good Enough. APMC, 10 (2) ,05.04.2006
- Munakata, M. (2002). *Relationships among estimation ability, attitude toward estimation, category width and gender in student of grades 5–11*. Unpublished Doctoral Dissertation, Columbia University, New-York, USA.
- NCTM (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Va. NCTM.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. Teaching and Teacher Education, 21, 509–523
- O'Brien, R. (2001). An Overview of the Methodological Approach of Action Research. In R. Richardson (Ed.), Theory and Practice of Action Research. Joao Pessoa: Universidade Federal da Paraíba. (English Version). <http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- O'Daffer, P. (1979). A case and techniques for estimation: Estimation experiences in elementary school mathematics--essential, not extra! Arithmetic Teacher, 26(6), 46-51. doi:10.5951/AT.26.6.0046
- Özcan, M. (2015). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının işlemsel tahmin becerilerinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pajera, J.L. (2001). Estimation de candidades discretas por alumnos de Magisteria (Memoria de Tercer Ciclo). Estimation of discrete quantities by preservice teachers (Third Cycle Report). Mathematics Didactics Department, University of Granada.
- Panhuizen H. M. (2001). Children learn mathematics: a learning-teaching trajectory. Netherlands: Freudenthal Institute
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.
- Patton, M. Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. *Qualitative social work*, 1(3), 261–283.

- Peräkylä, A. (1997). Conversation analysis: a new model of research in doctor–patient communication. *Journal of the Royal society of Medicine*, 90(4), 205–208.
- Peter- Koop, A. (2005). Fermi problems in primary mathematics classrooms. *APMC*, 10(1), 1–8.
- Pike, C. D., & Forrester, M. A. (1997). The influence of number-sense on children's ability to estimate measures. *Educational Psychology*, 17(4), 483–500.
- Rearick, M. L., & Feldman, A. (1999). Orientations, purposes and reflection: A framework for understanding action research. *Teaching and Teacher Education*, 15, p. 333–349.
- Reys B.J., (1986), Teaching Computational Estimation: Concepts and Strategies. In H. L. Schoen & M. J. Zweng (Eds.), *Estimation and mental computation: 1986 yearbook* (pp.31–45). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Reys, B. J. (1985). Mental computation. *The Arithmetic Teacher*, 32(6), 43–46.
- Reys, R.E. ve Bestgen, B.J. (1981). Teaching and assessing computational estimation skills. *The Elementary School Journal*, 2(82), 116–127
- Reys, R.E. (1984), Mental Computation and Estimation: Past, present and future, *The Elementary School Journal*, 84(5), 547–557.
- Robert L. Johnson, James Penny & Belita Gordon (2000) The Relation Between Score Resolution Methods and Interrater Reliability: An Empirical Study of an Analytic Scoring Rubric, *Applied Measurement in Education*, 13:2, 121–138, DOI: [10.1207/S15324818AME1302_1](https://doi.org/10.1207/S15324818AME1302_1)
- Roberts, T. S. (2006). Self, Peer, and Group Assessment in E-Learning: An Introduction In *Self, peer and group assessment in E-learning* (pp. 1–16). IGI Global.
- Rose, S., Spinks, N., & Canhoto, A. (2014). *Management research: Applying the principles*. Routledge.
- Ross, J., & Ross, M. (1986). Fermi problems or how to make the most of what you already know. *Estimation and mental computation*, 175–181.
- Sagor, R. (2000). *Guiding School Improvement with Action Research*. Virginia: ASCD
- Schoenfeld, A. H. (1985). Making sense of “out loud” problem-solving protocols. *The Journal of Mathematical Behavior*, 4(2), 171–191.
- Schumuck, R. A. (1997). *Practical Action Research for Change*. Arlington Heights, IL: IRI/Skylight.
- Segovia, I. (1997). *Estimación de cantidades discretas. Estudio de variables y procesos*. Granada: Comares.

- Segovia, I. ve Castro, E. (2009), Computational and measurement estimation; curriculum foundations and research carried out at the University of Granada. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 17(7), 499–536.
- Segovia, I., Castro, E., Castro, E & Rico, L. (1989). *Estimacion en calculo y medida*. [Estimation in computation and measurement.] Madrid: Sintesis.
- Siegel, A. W., Goldsmith, L. T., & Madson, C. R. (1982). Skill in estimation problems of extent and numerosity. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13, 211–232.
- Sowder, J. (1992), Estimation and Number Sense, In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning* (pp.371–389). New York: Macmillan
- Sriraman, B., & Knott, L. (2009). The mathematics of estimation: Possibilities for interdisciplinary pedagogy and social consciousness. *Interchange*, 40(2), 205–223.
- Sriraman, B., & Lesh, R. (2006). Modeling conceptions revisited. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 38, 247–253.
- Stenmark, J. K. (1989) Assessment alternatives in mathematics, An overview of assessment techniques that promote learning. Berkeley: EQUALS and the California Mathematics Council.
- Sulak, B. (2008). Sınıf öğretmenliği adaylarının matematikte kullanılan tahmin stratejilerini kullanım düzeyleri üzerine bir inceleme. Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, Ankara
- Swan, M., & Jones, O. E. (1980). Comparison of Students' Percepts of Distance, Weight, Height, Area, and Temperature. *Science Education*, 64(3), 297–307.
- Taylor, P. M., Simms, K., Kim, O. K., & Reys, R. E. (2001). Do your students measure up metrically?. *Teaching Children Mathematics*, 7(5), 282–287.
- Tekinkır, D. (2008). İlköğretim 6-8.Sınıf Öğrencilerinin Matematik Alanındaki Tahmin Stratejilerini Belirleme ve Tahmin Becerisi İle Matematik Başarısı Arasındaki İlişki. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Thomas P. Hogan & Kristen L. Brezinski (2003) Quantitative Estimation: One, Two, or Three Abilities?, *Mathematical Thinking and Learning*, 5:4, 259-280, DOI: 10.1207/ S15327833MTL0504_0
- Tomal, D. R. (2010). *Action research for educators*. Rowman & Littlefield Publishers.
- Trafton, P. (1986), Teaching computational estimation: Establishing an estimation mindset. In “estimation and Mental Computation”(H.L.Schoen and M. J. Zweng, eds.) pp.16–30. National Council of Teachers Mathematics, Reston, Virginia.

- Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2012). Eğitimde ölçme ve değerlendirme [Measurement and evaluation in education]. Ankara, Turkey: Pegem Academy Publishing.
- Uygun, N. (2019). *Matematik öğrenme güçlüğü risk grubu olan bir dördüncü sınıf öğrencisi için destek eğitim programı geliştirilmesine yönelik bir eylem araştırması* (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University, Türkiye).
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2016). İlkokul ve ortaokul matematiği: Gelişimsel yaklaşımla öğretim. (7. Baskı). (Çev. S. Durmuş). Ankara: Nobel Yayıncılık
- Waters-Adams, S. (2006). Action research in education. *Plymouth: University of Plymouth*.
- Wilson, B. G. (1996). *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*. Educational Technology.
- Wilson, J. ve Jan, L.W. (1993). Thinking for themselves: Developing strategies for reflective learning. Australia: Eleanor Curtain Publishing.
- Winnie Cheng & Martin Warren (1999) Peer and Teacher Assessment of the Oral and Written Tasks of a Group Project, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 24:3, 301–314, DOI: [10.1080/0260293990240304](https://doi.org/10.1080/0260293990240304)
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zuber-Skerritt, O. (Ed.). (1996). New Directions in Action Research (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203392935>



EK 1. Etik Kurul Onayı

ANKARA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ALT ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ

Karar Tarihi : 31/05/2021
Toplantı Sayısı : 10
Karar Sayısı : 218

218- Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı doktora öğrencisi **Zübeyde Er**'in "7. Sınıf Öğrencilerinin Ölçüsel Tahmin Becerilerinin Belirlenmesinde Fermi Problemlerine Dayalı Öğretim Uygulanması: Eylem Araştırması" başlıklı tezi ile ilgili "İnsan Üzerinde Yapılan Klinik Dışı Araştırmalar Başvuru Formu" Etik Kurulumuzca incelendi.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı doktora öğrencisi **Zübeyde Er**'in "7. Sınıf Öğrencilerinin Ölçüsel Tahmin Becerilerinin Belirlenmesinde Fermi Problemlerine Dayalı Öğretim Uygulanması: Eylem Araştırması" başlıklı tezi ile ilgili araştırma protokolüne uyulması ve etik onay tarihinden itibaren geçerli olması koşuluyla uygulanmasının etik açıdan uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.

EK 2. Millî Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni



T.C.
ADANA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 98258552-604.01.01-E.16707832
Kona : Zübeyde ER 'in
Araştırma İzni,

13/11/2020

VALİLİK MAKAMINA

İlgil : Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün
21/10/2020 tarihli ve 2923 sayılı yazısı.

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Ana Bilim Dalı Matematik Eğitimi Doktora Öğrencisi Zübeyde ER 'in hazırlanmış olduğu
"7.Sınıf Öğrencilerinin Ölçüsel Tahmin Becerilerinin Belirlenmesinde Fermi Problemlerine
Dayalı Öğretim Uygulaması : Eylem Araştırması" başlıklı tez çalışmasını Müdürlüğümüze
bağlı Sarıçam İlçesi Uluğ Bey Ortaokulu'nda uygulamak istediği ile ilgili ilgi yazı ekte
sunulmuştur.

Söz konusu uygulama çalışmasının, ilimiz İl Araştırma Değerlendirme Komisyonu'nun
11/11/2020 tarihli "Uygunlu" raporu doğrultusunda, Müdürlüğümüze bağlı bulunan ilgi yazı
ekinde belirtilen okullarda, 2020-2021 eğitim-öğretim yılında, eğitim-öğretim faaliyetlerini
akıtmayacak şekilde, okul içerisinde öğrencilerin yer aldığı herhangi bir görüntü kaydı
yapılmadan, veli izin belgelerinin ve gönüllülük formunun toplanarak okul müdürlükleri
tarafından muhafazasından sonra, 2020/2 nolu Millî Eğitim Bakanlığı Araştırma Uygulama
İzinleri Genelgesine göre uygulanması Müdürlüğümüze uygun görülmektedir.

Makamlarınıza da uygun görülmesi halinde ohurlarınıza arz ederim.

Vayvel DURGUN
Millî Eğitim Müdürü

OLUR
13/11/2020

Zafer ÖZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

EK 3. Ölçüsel Tahmin Becerisi Hazır Bulunuşluk Testi

Sevgili öğrenciler,

Bu sorular sizlerin ölçüsel tahmin beceri düzeylerini belirlemek için hazırlanmıştır. Aşağıdaki soruları lütfen dikkatle okuyarak cevaplandırınız. Herhangi bir silme işlemi yapmayınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz noktalarda üzerine çarpı koyarak işlemlerinize devam ediniz. Soruları yanıtlamanız için 50 dakika süreniz vardır.

Başarılar Dilerim

Cinsiyet:

Sınıf:

Şube:

Matematik Not Ortalaması:

- 1) Sınıfımızdaki akıllı tahtanın çevre uzunluğunu
 - a) Tahmin ediniz.
 - b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.
- 2) Standart ve ucu açılmamış bir kurşun kalemın boyunu
 - a) Tahmin ediniz.
 - b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.
- 3) Okulumuzdaki koridorun uzunluğunu
 - a) Tahmin ediniz.
 - b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.
- 4) Matematik ders kitabımızın ön kapağının alanı
 - a) Tahmin ediniz.
 - b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.
- 5) Sınıfınızın tabanının tamamını halı ile kaplayacağız. Gerekli halı miktarını
 - a) Tahmin ediniz.
 - b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.
- 6) Sınıfımızın hacmini,
 - a) Tahmin ediniz.
 - b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.
- 7) Hacmi 1m^3 olan küp biçimindeki bir kutunun içine küre biçimindeki toplardan kaç tane sığabilir?
 - a) Tahmin ediniz.
 - b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.
- 8) Sınıfımız bir havuz olsaydı tamamını su ile doldurmak için ne kadar suya ihtiyacımız olurdu?
 - a) Tahmin ediniz.
 - b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

9)Okulumuzda kaç tane ortaokul öğrencisi öğrenim görüyor

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

10)



Dikdörtgen şeklindeki okulumuzun bahçesinin uzun kenarından birine şekildeki gibi bir pak alanı yapılacaktır. Yaklaşık kaç otomobil park edilebilir?

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

11)Kaliteli 2,5 lt'lik bir duvar boyası ile 10-15 m² lik alanın boyandığı bilinmektedir. Bu tür boya ile sınıfınızın duvarlarını yani yan yüzeylerini boyamak istiyorsunuz. Ne kadar boyaya ihtiyacınız olacağını

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

12) 2 lt'lik bir sürahidenden standart çay bardağı (ince belli çay bardağı) ile yaklaşık kaç tane su doldurabilirim.

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

13)Okulumuzun araba park alanı halı saha alanına dönüştürmek isteniyor. Bunun için zemini kaplayacak çim halının alanını

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

14)Adana iline bağlı sarıçam ilçesinin yüzey alanını

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

15) Bir otomobilin ağırlığını

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

16)Yetişkin bir kedinin yaklaşık ağırlığını

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

17) Aşağıdaki haritada Uluğ Bey ortaokulu ile Sarıçam kaymakamlığı arasındaki yollardan biri gösterilmiştir. Gösterilen bu mesafeyi



- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

18) Bir karpuzun ortalama ağırlığını

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

19)



-Yemek kaşığı

Şekildeki yemek kaşığının alabileceği sıvı miktarını

- a) Tahmin ediniz
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız

20)



-Varil

Yukarıdaki şekilde verilen kabın alabileceği sıvı miktarını

- a) Tahmin ederek resmin altına yazınız.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

21) Sınıfımızdaki dolabının hacmini

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

22) Okulumuzun hacmini

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

23) 1kg'lık kesme şeker kutusunun içinde kaç tane kesme şeker olduğunu

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

24) Bir öğrenci sırasının üst yüzeyi kare biçimindeki kalıp çikolatalar ile kaplanacaktır. Bir sıranın yüzeyinin bu çikolatalardan kaç ile örtüleceğini

- a) Tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

25) 10 tane kesme şeker üst üste konularak bir blok oluşturuluyor.

- a) Oluşturulan bloğun hacmini tahmin ediniz.
- b) Bu tahmini yaparken nasıl bir yol izlediğinizi açıklayınız.

EK 4. Ölçüsel Tahmin Beceri Testi Dereceli Puanlama Anahtarı

Öğrencilerin ölçüsel tahmin beceri testinde her bir maddeye vermiş oldukları yanıt aşağıdaki dereceli puanlama anahtarına göre yapılmıştır.

Değerlendirme Ölçütleri	Dereceler			
	0	1	2	3
Tahmin edebilme düzeyi	—Verilen cevap kabul edilebilir tahmin aralığında değil. -Herhangi bir cevap üretilmemiş. -Sonucu rastgele bulduğunu ifade etmiş.	— Verilen cevap $\pm 30\%$ ve $\pm 20\%$ tahmin aralığında.	— Verilen cevap $\pm 20\%$ ve $\pm 10\%$ tahmin aralığında.	Verilen cevap $\pm 10\%$ tahmin aralığında.

EK 5. Ölçüsel Tahmin Görüşme Formu

Sevgili öğrenci,

Araştırma kapsamında tahminlerinizi nasıl yaptığınızı daha iyi betimleyebilmek için görüşmeler kayıt altına alınacaktır. Görüşmemizin kayıtları sadece bu araştırmakapsamında kullanılacak ve kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. Görüşmemizin sonunda istemediğiniz bilgileri silinebilecek ve istediğiniz takdirde görüşme kayıtları sizinle paylaşılabilir. Lütfen size sorulan görüşme formundaki soruları diğer öğrencilerle paylaşmayınız. Veri toplama sürecinin amacına uygun gerçekleşmesi için diğer öğrencilerle paylaşmamanız önemlidir. Katkılarınız için teşekkür ederim.

Öğrenci Kodu:

Görüşme Tarihi:

- 1) i) Masanın üzerinde duran bardaktaki suyun miktarını tahmin ediniz.
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 2) i) Kovadaki suyun miktarını tahmin ediniz.
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 3) i) Torbadaki portakalların ağırlıklarını tahmin ediniz.
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 4) i) Masadaki bilyelerin ağırlığı nedir?
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 5) i) Masadaki ipin uzunluğunu tahmin ediniz.
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 6) i) Bu odaki masanın uzunluğunu tahmin ediniz
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 7) i) Tablonun yüzey alanını tahmin ediniz?
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 8) i) Masadaki çikolatanın yüzey alanını tahmin ediniz.
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 9) i) Masadaki ilaç kutusunun hacmini tahmin ediniz.
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 10) i) Odanın hacmini tahmin ediniz
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?
- 11) i) Kutunun içinde kaç tane bilye olduğunu tahmin ediniz.
ii) Cevabınızın gerekçesini açıklayınız?

EK 6. Örnek Ders Planları

Ders Planı-7

Sınıf	7
Süre	30+30
İlgili Tahmin Becerisi Kazanımları	- Verilen bir çoklukdaki nesne sayısını tahmin eder, tahminini sayarak kontrol eder. - Dikdörtgenler prizmasının hacmini tahmin eder (Küp veya kürenin hacmini tahmin eder). - Kürenin hacmini tahmin eder - Sıvının yoğunluğu ve hacmi arasındaki ilişkiyi anlar
Temel Beceriler	- Problem çözme - İlişkilendirme - Akıl yürütme - Tahmin etme
Strateji, Yöntem ve teknikler	Düz anlatım, Tartışma, Soru cevap
Problem çözme sürecinde kullanılan stratejiler	- Daha basit probleme indirgeme - Varsayımda bulunma - Tahmin etme ve kontrol etme - Düzenli bir liste hazırlama
Araç, gereçler	- Çalışma yaprakları (1 adet), cetvel, 1kg üzüm, 1kutu, Bilyeler
Öğretim süreci	
Giriş	Bu aşamada derse ilgi uyandırmak için küp biçimindeki kutu ve bilyeler ile sınıfa gelinir. Daha basit görevler ile başlanır. Öğrencilere küp biçimindeki bir kutunun içine kaç tane bilyenin sığabileceği, 1L su mu yoksa 1L zeytinyağı mı daha ağırdır sorular sorulur ve sonuçlar tartışılır. Bu problemleri çözebilmeleri için gerekli olabilecek bilgilerin olduğu çalışma yaprağındaki bilgiler hatırlatılır. Bu çalışma yaprağında kürenin, prizmaların hacim bağlantılarını içeren bilgiler ve sorular yer almaktaydı. Bu bilgiler hatırlatıldıktan sonra aşağıdaki görev öğrencilere sunulur.
Gelişme	Çalışma Yaprağı-10 Problem: Bir kilo üzümde kaç üzüm tanesi vardır?  Yukarıdaki problemin olduğu bulunduğu 10. çalışma yaprağı öğrencilere dağıtılır, düşünceleri ve çözmeleri için zaman verilir. Öğrenciler problem üzerine düşündükten sonra, öğrencilere problemi çözmek için hangi değerleri bulmamız gerektiği sorularak, öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda tahtaya yazılır. Gelebilecek cevaplar aşağıdaki gibi kaydedilip, soru olarak tahtaya yazılır. - Bir üzüm tanesinin yarıçapının ne kadar olabileceğini tahmin ediniz - Bir üzüm tanesinin hacmini tahmin ediniz - Fen bilgileri dersinden $d=m/V$ ise bir üzüm tanesinin ağırlığının ne kadar olabileceğini tahmin ediniz. (d: yoğunluk, m: ağırlık, V: hacim) - Bir kilogramda kaç tane üzüm tanesi olabileceğini yazınız.

	Öğecilerin hacim kavramını anladıklarından emin olunur. Bunun için sorular sorulur. Her bir alt soruyu doğru çözüp çözemediği takip edilir. Anlaşılmayan durumlarda uygun sorular sorarak öğrencinin cevaba ulaşması sağlanır.
Sonuç ve Değerlendirme	Çözümler tek tek kontrol edildikten sonra öğrencilerin kazanımlara ulaştıkları kanısına varılır. Öğrenciler cevaplarını paylaşır ve sınıfta tartışma fırsatı verilir. Problemin aşağıdaki biçimde çözümü akıllı tahtaya yansıtılır. Çözüm: Organik maddelerin çoğu sudur. Diğer organik malzemenin de yoğunluğu suya yakın değerdedir. O zaman üzümün yoğunluğunun 1 g/cm^3 olduğunu varsayabiliriz. Bir üzüm tanesinin 4cm çapında bir küre olduğunu varsayalım. Hacim formülünde ($4 \pi r^3 / 3$) π'yi 3 alıp, yarıçap $r = 2 \text{ cm}$ aldığımızda, - Bir üzüm tanesinin hacmini $4/3 \cdot 3 \cdot 2^3 = 32 \text{ cm}^3$ olarak buluruz. - Hacim formülünü hatırlamıyorsanız, kürenin hacminin, içine tam oturduğu küpün hacminin yaklaşık yarısı olduğu bilgisini kullanabilirsiniz. Yani küpün hacmi $4.4.4 / 2 = 32 \text{ cm}^3$ olur. - $d=m/V$ $1 = m/32$ den Yoğunluk 1 g/cm^3 olduğundan, üzüm tanesinin kütlesi 32 gram olur. - Böylece bir kg üzümde yaklaşık $1000\text{g}/32\text{g} = 31$ üzüm tanesi olduğu sonucuna varırız. Bu sonuç makul mü? Cevap 31 den biraz fazla olmalı çünkü biz üzüm tanesinin yarıçapını olması gerekenden büyük aldık. Aynı işlemleri $r = 1,5$ yani $3/2$ alarak tekrar deneyelim. $4/3 \cdot 3 \cdot (3/2)^3 = 27/2 = 13,5$ yaklaşık 15 aldığımızda, bir üzüm tanesinin hacmi 15cm^3 ise $d=m/V$ den $1 = m / 15$ $m=15$ gram olur. $1000\text{gr}/15\text{gr} = 66.6$ Gerçek cevap 67 !!!!!!! Problemin cevabı üzüm cinsine göre değişmektedir. Bizim derste kullandığımız üzüm mevsimde bulunan büyük siyah üzümlerdi. Ayrıca öğrencilere öz-değerlendirme formu ve yansıtıcı günlükler dağıtılır, yanıtlamaları istenir. Tüm öğrenciler formları doldurduktan sonra toplanır.

Ders Planı-9

Sınıf	7
Süre	30
İlgili Tahmin Becerisi Kazanımları	- Bir kaptaki sıvının miktarını, litre ve mililitre birimleriyle tahmin eder ve ölçme yaparak tahminini kontrol eder.
Beceriler	- Problem çözme - İlişkilendirme - Akıl yürütme - Tahmin etme
Strateji, Yöntem ve teknikler	Düz anlatım, Tartışma, Soru cevap
Problem çözme sürecinde kullanılan stratejiler	- Daha basit probleme indirgeme - Varsayımda bulunma - Tahmin etme ve kontrol etme - Düzenli bir liste hazırlama
Araç, gereçler	- Çalışma yaprakları (1 adet), Suyun önemini içeren bir poster
Öğretim süreci	
Giriş	Bu aşamada derse ilgi uyandırmak için su içmenin insan vücudu açısından önemini içeren aşağıdaki bilgi öğrencilerle paylaşılır.  İnsan vücudunun 4'te 3'ü suyla doludur. Uzmanlarda bireyleri bol bol su içmeleri konusunda uyarıyor. Tabi ki bunu yaparken her şey de olduğu gibi bu konuda da aşırıya kaçmamak gerekir. Vücudun en temel besin ihtiyaçlarından olan su düzgün bir şekilde tüketilmelidir. Uzmanların konuyla ilgili tavsiyesi ise günde 8-9 bardak su tüketimidir. Düzenli su içmenin bilinen en büyük faydaları organların düzgün çalışmasını sağlamaktır. Düzenli su tüketimi vücudun yağ yakışını hızlandırmasından dolayı kilo vermeye yardımcı olur. Özellikle baş ve mide ağrısı yaşayan kişilerin düzenli su tüketimi ile bu sorunlarından azaldığı görülmüştür. Metabolizmayı çalıştırmasından dolayı günlük harcanan enerjiye katkı verir. Bilgiler paylaşıldıktan sonra öğrencilere günde ortalama ne kadar su tükettikleri sorulup, tartışılır. Sonra sıvı ve hacim ölçülerini içeren daha önceki çalışma yapraklarındaki bilgiler hatırlatılır. Daha sonra aşağıdaki görev öğrencilere sunulur.
Gelişme	Çalışma Yaprağı-12 Problem: Bir insanın hayatı boyunca içtiği sıvıyı (su ve diğerleri) toplanırsa kaç litre sıvı olur? Yukarıdaki problemin olduğu bulunduğu 12. çalışma yaprağı öğrencilere dağıtılır, düşünceleri ve çözmeleri için zaman verilir. Öğrenciler problem üzerine düşündükten sonra, öğrencilere problemi çözmek için hangi değerleri bulmamız gerektiği sorularak, öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda tahtaya yazılır. Gelebilecek cevaplar aşağıdaki gibi kaydedilip, soru olarak tahtaya yazılır. - Günde ortalama kaç litre sıvı alırsız, tahmin ediniz.

	- Ortalama bir insan ömrü kaç yıldır, tahmin ediniz. Öğrencilerin her bir alt soruyu doğru çözüp çözemediği takip edilir. Anlaşılmayan durumlarda uygun sorular sorarak öğrencinin cevaba ulaşması sağlanır.
Sonuç ve değerlendirme	Çözümler tek tek kontrol edildikten sonra öğrencilerin kazanımlara ulaştıkları kanısına varılır. Öğrenciler cevaplarını paylaşıp ve sınıfça tartışma fırsatı verilir. Problemin aşağıdaki biçimde çözümü akıllı tahtaya yansıtılır. Çözüm: Bugün, 4 fincan (kupa) kahve içtim, sabah bir bardak portakal suyu içtim, altı bardak su içtim, sabah yarım bardak kadar süt içmişim. Ayrıca okulda 8 küçük bardak çay içtim. Yukarıdaki bu üç veriye göre hesaplamalarımızı yapacak olursak günde yaklaşık 2,5 L sıvı tüketmişim. Ortala bir insanın günde içmesi gereken su miktarı 2-3L aralığında alınarak sonuca ulaşılabilir. Ortalama insan ömrü 70 yıl olarak alınabilir. Bir yıl 365 gün. Yukarıdaki bu üç veriye göre hesaplamalarımızı yapacak olursak 70 yılda insanın tükettiği = $70 \times 365 \times 2,5 = 63875$ L = yaklaşık 65 000L Ayrıca öğrencilere öz-değerlendirme formu ve yansıtıcı günlükler dağıtılır, yanıtlamaları istenir. Tüm öğrenciler formları doldurduktan sonra toplanır.

Ders planı-10

Sınıf	7
Süre	30 + 30
İlgili Tahmin Becerisi Kazanımı	—Bir nesnenin kütlesini tahmin eder ve ölçme yaparak tahmininin doğruluğunu kontrol eder. —Verilen birçoklukdaki nesne sayısını tahmin eder, tahminini sayarak kontrol eder.
Beceriler	- Tahmin etme - Problem çözme - İlişkilendirme - Akıl yürütme
Strateji, Yöntem ve teknikler	Düz anlatım, Tartışma, Soru cevap
Problem çözme sürecinde kullanılan stratejiler	- Daha basit probleme indirgeme - Varsayımda bulunma - Tahmin etme ve kontrol etme - Düzenli bir liste hazırlama
Araç, gereçler	- Çalışma yaprakları (2 adet), uçak, kamyon, motosiklet posterleri
Öğretim süreci	
Giriş	Bu aşamada derse ilgi uyandırmak için uçak, kamyon, motosiklet, bisiklet resimleri ekrana yansıtılır. Öğrencilere bu nesnelerin ağırlıklarının ne olabileceği sorulup cevaplar tartışılır. Bir uçağın ağırlığı 125 ton, bir kamyonun ağırlığı 19 ton ve bir motosikletin ağırlığı 200kg olduğu belirtilir. Daha sonra ağırlık ölçüsü birimlerini içeren bilgiler ve soruların yer aldığı çalışma yaprağı (Çalışma yaprağı-13) ekrana yansıtılır. Çalışma yaprağı-13 aşağıda yer almaktadır. Çalışma Yaprağı-13 Ağırlık Ölçü Birimleri Bilgi: Ağırlık ölçüsünün temel birimi gramdır. Ölçüm sonuçları arasında çevirme işleminde: Sıralamada büyük olan birimden küçük olan birime dönüşüm yapılırken ölçüm değeri her kademedede 10 ile çarpılır. Sıralamada küçük olan birimden büyük olan birime dönüşüm yapılırken ölçüm değeri her defasında 10'a bölünür. Başka bir ifade ile her bir merdiven basamağında aşağıya inerken 10 ile çarpma, yukarıya çıkarken 10 ile bölme işlemi yapılır. Aşağıdaki şekilde en çok kullanılan ağırlık ölçü birimleri basamağa yerleştirilmiştir. Bu ölçü birimleri birbirlerine çevrilirken 1000 ile bölme veya 1000 ile çarpma durumu vardır.

	Alıştırılmalar 1) Aşağıdaki dönüşümleri yapınız. a) 74 kg = g b) 48 t = g c) 50000 g = kg e) 230 t = kg 2) 3 ton yük alabilen kamyonu ağırlığı 5kg olan karpuzlardan kaç tane konulabilir? 3) Yetişkin bir insanın ağırlığı için aşağıdakilerden hangisi doğru olabilir? a) 80 g ile 150 g arasında değişir b) 1500 miligramdan fazladır c) 70 kg ile 110kg arasında değişir d) 0,02 ton'dan azdır Öğrenciler ağırlık ölçüsü birimleri ve ağırlık tahmini ile ilgili hesaplama üzerine pratikler yaptıktan sonra aşağıdaki görev öğrencilere sunulur.
Gelişme	Çalışma Yaprağı-14 Problem: Okulumuzdaki ortaokul öğretmenlerinin arabalarının ağırlıkları toplamını tahmin ediniz. Yukarıdaki problemin olduğu bulunduğu 14. çalışma yaprağı öğrencilere dağıtılır, düşünceleri ve çözmeleri için zaman verilir. Öğrenciler problem üzerine düşündükten sonra, öğrencilere problemi çözmek için hangi değerleri bulmamız gerektiği sorularak, öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda tahtaya yazılır. Gelebilecek cevaplar aşağıdaki gibi kaydedilip, soru olarak tahtaya yazılır. - Bir otomobilin ağırlığını tahmin ediniz - Okulda kaç ortaokul öğretmeni var tahmin ediniz. - Kaç öğretmenin arabası olabilir tahmin ediniz. - Problemin sonucu için karara varınız. Öğrencilerin hacim kavramını anladıklarından emin olunur. Bunun için sorular sorulur. Her bir alt soruyu doğru çözüp çözemediği takip edilir. Anlaşılmayan durumlarda uygun sorular sorarak öğrencinin cevaba ulaşması sağlanır.
Sonuç ve değerlendirme	Çözümler tek tek kontrol edildikten sonra öğrencilerin kazanımlara ulaştıkları kanısına varılır. Öğrenciler cevaplarını paylaşır ve sınıfça tartışma fırsatı verilir. Problemin aşağıdaki biçimde çözümü akıllı tahtaya yansıtılır. Çözüm: - Bir otomobilin ağırlığını tahmin ediniz 1000kg -2000kg - Okulda kaç ortaokul öğretmeni var tahmin ediniz. $8+7+1+1+2+4+7+5= 35$ - Kaç öğretmenin arabası olabilir tahmin ediniz. 5 tanesinin olmamış olsa, $30 \times 1000 = 30\ 000\text{kg}$ en az $30 \times 2000 = 60\ 000\text{kg}$ en fazla Ayrıca öğrencilere öz-değerlendirme formu ve yansıtıcı günlükler dağıtılır, yanıtlamaları istenir. Tüm öğrenciler formları doldurduktan sonra toplanır.

EK 7. Fermi Problemi Çözümü İçin Dereceli Puanlama Anahtarı

Öğrencinin öğrenme sürecindeki performansını, başarısını ve gelişimini takip edebilmek için kullanılmıştır. Uygulama esnasında Fermi problemini içeren çalışma kâğıdındaki Fermi problemlerine verdikleri cevapları değerlendirebilmek için dereceli puanlama anahtarı hazırlanmıştır.

ÖĞRENCİNİN KODU:			
ETKİNLİK NO:			
TARİH:			
PROBLEMİN ÇÖZEBİLME ÖLÇÜTLERİ			
	0 puan (Zayıf)	1 puan (Orta)	2 puan (iyi)
Alt Problemleri Oluşturma- Varsayımda Bulunma	Herhangi bir alt problem oluşturulmamış-. Varsayımda bulunulmamış	Alt problemlerin bir kısmı oluşturulmuş ve kısmen varsayımda bulunulmuş	Gerekli tüm alt problemler oluşturulmuş. Gerekli tüm varsayımda bulunulmuş.
Çözümü Yapabilme	Herhangi bir cevap üretilmemiş.	Problemi çözme girişi var. Fakat sonuçlandırılmamış veya gerçek değerden uzak tahmin değerleri var.	Problem kabul edilebilir düzeyde çözülmüş
Alınan Toplam Puan			

EK 8. Öğrenci Öz Değerlendirme Formu

Sevgili Öğrenciler,

Uygulama esnasında tahmin etme becerisine ve problem çözme becerisine yönelik öğrenci öz-değerlendirme formu verilmiştir. Formdaki maddelere yönelik “Hayır”, “Kısmen” ve “Evet” seçeneklerinden sizin için uygun olana çarpı (X) işareti koyunuz. Teşekkür ederim.

Etkinlik No:

Öğrenci Kodu:

Tarih:

Bu ders sürecinde;	Evet	Hayır	Kısmen
1. Problemi anladım.			
2.İstenen ölçü birimlerini sayabildim.			
3.İstenen ölçü birimlerini birbirine dönüştürebildim.			
4.İstenen ölçüm tahminlerini yapabildim.			
5.Fermi Problemini çözme için gerekli alt problemleri belirleyebildim.			
6.Alt problemler oluşturulurken, sınıf tartışmasına katıldım.			
7.Alt problemleri çözebildim.			
8.Alt problemleri çözerken, işlemleri zihnimden yaptım.			
9.Fermi probleminin çözümünü yapabildim.			
10.Çözümümü arkadaşlarıma açıklayabildim.			

EK 9. Yansıtıcı Günlük

Sevgili öğrenciler, sizlerden aşağıdaki soruları içtenlikle cevaplamanız beklenmektedir. İçtenliğiniz için teşekkür ederim.

Etkinlik No:

Öğrenci Kodu:

Tarih:

1) Bugünkü uygulama ile ilgili düşüncelerin nelerdir?

.....

.....

2) Uygulamada özellikle ilgini çeken yerler nelerdi? Neden?

.....

.....

3) Bu derse yönelik olumlu düşüncelerin nelerdi? Neden?

.....

.....

4) Bu derse yönelik olumsuz düşüncelerin nelerdi? Neden?

.....

.....

5) Bu derste yaşadığın zorluklar nelerdi? Neden?

.....

.....

6) Uygulamada;

a) Sıkıcı bulduğun,

b) Eğlenceli bulduğun,

c) Faydalı bulduğun,

d) Şunlar olsa daha güzel olurdu diye düşündüğün, durumları açıklar mısın?

.....

.....

.....

EK 10. Gözlemci Değerlendirme Formu

Değerli Gözlemci,

Fermi problemlerine dayalı öğretim uygulamasını içeren dersi değerlendirmek amacıyla yanıtlayacağınız bir gözlemci değerlendirme formu verilmiştir. Dersin öğrenme-öğretme sürecine yönelik görüşlerinizi yazınız. Katılımınız için teşekkür ederim.

Gözlemcinin Adı – Soyadı:

Değerlendirme Tarihi:

1. Dersin girişi bölümüne yönelik görüşleriniz:

.....

.....

2. Dersin gelişme bölümüne yönelik görüşleriniz:

.....

.....

3. Dersin sonuç ve değerlendirme bölümüne yönelik görüşleriniz:

.....

.....

4. Derse yönelik olumlu görüşleriniz ve nedenleri:

.....

.....

5. Derse yönelik olumsuz görüşleriniz ve nedenleri:

.....

.....

6. Derste öğrencilerin yaşadığını gözlemlediğiniz zorluklar:

.....

.....

7. Derse yönelik diğer görüşleriniz:

.....

.....

EK 11. Araştırmacı Günlüğü

Etkinlik No:

Ders Tarihi:

Ders başlama ve bitiş saati:

1. Geri dönüt verildi mi?
2. Uygulama esnasında neler yapıldı?
3. Uygulama esnasında herhangi bir sorunla karşılaşıldı mı?
4. Öğrencilerin uygulama esnasında zorlandıkları yerler nelerdi? Bu yerlerde uygun sorular olarak neler soruldu?
5. Öğrencilerin uygulamalara katılımı nasıldı? Aktif olmayanlar için ne gibi önlemler alındı?
6. Etkinlikleri yürütürken öğrencilerin sosyal ilişkileri nasıldı?
 - a. Öğretmen-öğrenci arasındaki
 - b. Öğrenci-öğrenci arasındaki

EK 12. Veli Onam Formu

Sayın veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, doktora tez çalışmam kapsamında “ 7. sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin becerilerinin geliştirilmesinde Fermi problemlerine dayalı öğretim uygulaması: Eylem Araştırması” adıyla 2021- 2022 eğitim-öğretim yılının 1. dönemin ilk yarısında yapılacak bir çalışmadır.

Araştırmanın amacı: 7. sınıf öğrencilerine yönelik, ölçüsel tahmine ilişkin Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemektir.

Araştırma uygulaması: Ölçüsel tahmin beceri testi, Ölçüsel tahmin görüşme formu, Yansıtıcı Günlük, Öğretmen gözlem ve notları şeklindedir.

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı’nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleşecektir. Çocuklarınızın katılımı **tamamen sizin ve çocuğunuzun isteğinize** bağlıdır. Herhangi bir katılım ücreti yoktur. Araştırma sonucunda öğrencilere katılım belgesi verilecektir. Araştırmaya katılmama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleri ile olan ilişkileri etkilenmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangidir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Telefon veya e-mail ile ulaşarak soru sorabilir, araştırma sonuçları ile ilgili bilgi isteyebilirsiniz.

Araştırmacı: Zübeyde ER (Adana Bilsen ilköğretim Matematik Öğretmeni)

İletişim bilgileri:

Velisi bulunduğum.....sınıfı.....numaralı öğrencisi.....’ın yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum.(Lütfen Formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz)

...../...../.....

İsim-Soy isim İmza:

Veli Adı-Soyadı:

Telefon Numarası:

EK 13. Öğrenci Onam Formu

Sayın Katılımcımız

Katılacağınız bu çalışma, 7. Sınıf Öğrencilerinin Ölçüsel Tahmin Becerilerinin Geliştirilmesinde Fermi Problemlerine Dayalı Öğretim Uygulanması: Eylem Araştırması” adıyla, Zübeyde ER tarafından 2020–2021 eğitim öğretim yılında arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi:

7. Sınıf Öğrencilerinin Ölçüsel Tahmin Becerilerinin Geliştirilmesinde Fermi Problemlerine Dayalı Öğretim Uygulanması gerçekleştirmek ve oluşturmaktır.

Araştırmanın Nedeni: Doktora Tez çalışması

Araştırmanın Yapılacağı Yer: Devlet Okulu

Araştırma Uygulaması: Beceri testi, görüşme formu, yansıtıcı günlük, araştırmacı günlüğü

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı’nın ve okul/kurum yönetiminin izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çalışmada sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Veriler sadece araştırmada kullanılacak ve üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır.

Uygulamalar, kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden rahatsız hissederseniz cevaplama işini yarıda bırakabilirsiniz.

Katılımı onaylamadan önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla.

Araştırmacı : Zübeyde Er

İletişim Bilgileri :

Yukarıda bilgileri bulunan araştırmaya katılmayı kabul ediyorum.

....../...../.....

İsim-Soy isim İmza:

Katılımcı Adı-Soyadı :

Telefon Numarası:

BENZERLİK BİLDİRİMİ

“7. Sınıf Öğrencilerinin Ölçüsel Tahmin Becerilerinin Geliştirilmesinde Fermi Problemlerine Dayalı Öğretim Uygulanması: Eylem Araştırması” başlıklı tezimin ana bölümü (ön bölüm, kaynaklar ve ekler hariç) Turnitin İntihal Tespit Programı aracılığıyla incelenmiş ve ilgili rapor danışmanım tarafından da kontrol edilmiştir. Kontrol sırasında (1) “Yedi sözcükten daha az olan benzeşmeler” (2) “Kaynaklar” (3) “Doğrudan alıntılar” ve (4) “Lisansüstü tezim ile ilgili yapmış olduğum kendi yayınlarım ve yararlandığım mevzuat metinleri gibi kaynaklar” dışarıda tutulmuştur. Benzerlik kontrolüne ilişkin rapordan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Rapor Tarihi	: 01-May-2022 06:06PM (UTC+0400)
Gönderim Numarası	: 1825232399
Sayfa Sayısı	: 159
Sözcük Sayısı	: 34485
Karakter Sayısı	: 245279
Benzerlik Oranı	: %10
Savunma Tarihi	:20.04.2022

Yukarıda belirtilen sonuçları gösteren Turnitin İntihal Tespit Programı’na ilişkin orijinal raporu, sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmaksızın bu beyanım ekinde Enstitüye teslim ettiğimi, tezimin %10’dan fazla benzerlik oranı içerdiğinin, tek bir kaynakla eşleşme oranının ise %2’den fazla olduğunun belirlenmesi durumunda, bundan doğabilecek tüm yasal sorumluluğu kabul ettiğimi bildirir, saygılarımı sunarım.

Öğrencinin Adı Soyadı: Zübeyde ER

Tarih: 01.05.2022

İmza:

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Zübeyde ER

E-Posta Adresi :

İş Deneyimi :

Unvan	Görev Yeri	Yıl
Öğretmen	Adana Bilim Sanat Merkezi	2020-
Öğretmen	Uluğ Bey ortaokulu, Sarıçam, Adana.	2014–2020
Öğretmen	Süleyman Şah Ortaokulu, Yüreğir, Adana.	2011–2014
Öğretmen	Çatal Ağaç İlköğretim Okulu, Gölbaşı, Adıyaman	2010–2011
Öğretmen	Ağaçlı İlköğretim Okulu	2008-2010

Akademik Bilgiler

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Doktora	Matematik Eğimi	Ankara Üniversitesi	2016–2022
Yüksek Lisans	İlköğretim Bölümü	Çukurova Üniversitesi	2010–2014
Lisans	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	Mersin Üniversitesi	2003–2007

Yayınlar:

Hakemli Dergilerde Yayınlanmış Makaleler

1.Er, Z. & Dinç Artut, P. (2017). Sekizinci sınıf öğrencilerinin doğal sayı, ondalıklı sayı, kesirler ve yüzde konularında kullandıkları sayı duyusu stratejilerin incelenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research* , 3 (1) , 218-229 . DOI: 10.24289/ijsser.270497

2. Er, Z., & Artut, P. D. (2018). Investigation of Number Sense Strategies Used by the 8th Grade Students in Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 6(7), 108–113.
3. Er, Z. & Dinç Artut, P. (2016). An investigation of elementary school teachers' sense of number. *US-China Education Review*, 6(4), 205–217.
4. Er, Z., & Artut, P. D. (2021). Investigation of Knowledge of Mathematics Teachers About Probability Problems. *European Journal of Education Studies*, 8(3).
5. Er, Z. & Dinç Artut, P. (2021). Investigation of Number Sense Strategies used by Primary School Teachers and Mathematics Teachers. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 48–61.
6. Er, Z. & Dinç Artut, P. (2016). Matematik Programında Yer Alan Tahmin Becerisinin Matematik Öğretmenlerinin Görüşleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, DOI:10.9761/JASSS3661
7. Er, Z., & Artut, P. D. (2021). Determination of measurement estimation abilities of secondary school students. *International Journal of Research in Education and Science*, 7(4), 1090–1103. <https://doi.org/10.46328/ijres.2337>
8. Er, Z., & Artut, P. D. (2022). Gifted students' number sense skills in terms of number sense components. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 16(1), 92-102.

Tam Metin Yayınlanan Makaleler

1. Ükelge, M., Er, Z., Bilgin, T., Öner, D. (2021). *Denklemlerin Grafiğinin Öğretimine İlişkin Öğretim Uygulaması*. International Congress on Gifted and Talented Education. E-ISBN: 978-605-7853-80-6. Ankara, Türkiye.
2. Er, Z., Akyol, D., Aldemir, N., Eker, E., Türken, A., Aktaş, N., Özcan, M., Göçmen, E., Kocabaş, E., Ergen, D. (2021). *Let's Learn, Talk And Overcome Obstacles Together*. International Education Symposium & From Project To Practice. 1. Baskı Temmuz 2021 - Konya Yayın Proje: Konya İl Milli Eğitim Müdürlüğü,

Kitap Bölümleri

1. Er, Z. & Dinç Artut, P., (2017). Küme Destekli Bireyselleştirme Tekniğinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Sayı Duyusu Performanslarına Etkisi. *Sosyal Bilimlerde Güncel Yaklaşımlar* (pp.153–162), Beau Bassin: Lambert Academic Publishing.

Bildiriler

1. Er, Z., & Artut, P. D., (2021). *Determination of measurement estimation abilities of secondary school students* [Sözlü sunum].International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology, Antalya, Turkey

2. Er, Z., & Artut, P. D., (2021). *An Investigation of Gifted Students' Number Sense Skills*[Sözlü sunum].International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology, Antalya,Turkey

3. Er, Z., Artut, P. D., Bal, A. P. (2021). *Developing the Self-Efficacy Scale for Estimation Skills: Validity and Reliability*, International Online Conference on Mathematics Education, Istanbul, TURKEY

4. Er, Z., Artut, P. D., Bal, A. P., (2021). *Investigation of the Relationship between Estimation Skill and Estimation Skill Self-efficacy and Academic Achievement: An Investigation on Secondary School Students Antalya , Turkey*

5. Er, Z., & Artut, P. D., (2018). *Matematik Öğretmenlerinin Olasılık Problemlerine İlişkin Bilgilerinin ve Olasılık Konusuna Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi*,2. Multidisiplinler Kongresi, [Sözlü sunum]. Adana, Turkey

6. Er, Z., & Artut, P. D., (2017). *Küme Destekli Bireyselleştirme Tekniğinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Sayı Duyusu Performanslarına Etkisi*,[Sözlü sunum]. International of strategic Research in Social Science and Education, Prague, Czech Republic.

7. Er, Z., & Artut, P. D., (2014). *Matematik Programında Yer Alan Tahmin Becerisinin Matematik Öğretmenlerinin Görüşleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi*. [Sözlü sunum]. 13. Matematik Sempozyumu, Karabük, Türkiye
8. Er, Z., & Artut, P. D., (2016). *Investigation of Number Sense Strategies used by Primary School Teachers and Mathematics Teachers*[Sözlü sunum]. III nd International Eurasian Educational Research Congress, Muğla, TURKEY
9. Er, Z., & Artut, P. D. (2017). *Investigation Of Knowledge Of Mathematics Teachers About Probability Problems* [Sözlü sunum]. 2nd International Scientific Researches Congress on Humanities and Social Sciences, İstanbul, TURKEY
10. Er, Z., & Artut, P. D., (2015). *An investigation of elementary school teachers' sense of number* [Sözlü sunum]. 3. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi, Adana, TURKEY
11. Er, Z., & Artut, P. D. (2017). *Investigation of Number Sense Strategies Used by the 8th Grade Students in Turkey* [Sözlü sunum]. 6th International Eurasian Conference on Mathematical Sciences and Applications. Budapest, HUNGARY
12. Er, Z., & Artut, P. D. (2015). *İlköğretim İkinci Kademe 8. Sınıf Öğrencilerdeki Sayı Duyularının Belirlenmesi*. 14. Matematik Sempozyumu, Niğde, Türkiye
13. Er, Z., & Artut, P. D., (2016). *Investigation of number sense strategies used by eight grade on the subject of natural numbers, decimal numbers, fractions, percentages of eight grade students*[Sözlü sunum]. 2nd International Conference on Social Sciences & Education Research, İstanbul, TURKEY
14. Er, Z., Artut, P. D., Bal, A. P. (2022). *Development Of The Estimation Skills Self-Efficiency Scale For Pre-Service Teachers*, [Sözlü sunum]. International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology, Antalya, Turkey

15. Er, Z., & Artut, P. D. (2014). *Matematik Öğretmenlerinin Tahmin Becerisine İlişkin Görüşlerinin Değerlendirilmesi*, [Sözlü sunum]. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 11-14 Eylül, Adana, Türkiye.
16. Er, Z., Gökçe, E., Erdem, A., (2017). *Altıncı Sınıf Matematik Öğretim Programının Öğrenme-Öğretme Sürecinin Öğrenci görüşleri doğrultusunda Değerlendirilmesi*. [Sözlü sunum]. IV. International Eurasian Educational Research Congress, Denizli, Turkey.
17. Er, Z., & Artut, P. D., (2022). *Investigation of Number Sense Strategies Used By 5th Grade Gifted Students in Turkey*, [Sözlü sunum]. 12th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Bolzano, Italy.
18. Ükelge, M., Er, Z., Bilgin, T., Öner, D. (2021). *Denklemlerin Grafiğinin Öğretimine İlişkin Öğretim Uygulaması*. [Sözlü sunum]. International Congress on Gifted and Talented Education.
19. Bilgin, T., Er, Z., Ükelge, M., Öner, D. (2020). *Özel Yetenekli Öğrencilerin Çarpma İşlemlerinde Kullandıkları Yöntemlerin Belirlenmesi*, [Sözlü sunum]. International Congress on Gifted and Talented Education
20. Er, Z., Akyol, D., Aldemir, N., Eker, E., Türken, A., Aktaş, N., Özcan, M., Göçmen, E., Kocabaş, E., Ergen, D. (2021). *Let's Learn, Talk And Overcome Obstacles Together*. [Sözlü sunum]. International Education Symposium & From Project To Practice.