



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**Fermi Problemleri ile Tasarlanmış Strateji Öğretiminin
Ortaokul Öğrencilerinin Üstbilişsel Deneyimleri,
Problem Çözme Başarıları ve Tutumları Üzerine Etkisi**

Yüksek Lisans Tezi

Tuğba Gençer

Haziran 2024



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**Fermi Problemleri ile Tasarlanmış Strateji Öğretiminin
Ortaokul Öğrencilerinin Üstbilişsel Deneyimleri,
Problem Çözme Başarıları ve Tutumları Üzerine Etkisi**

Yüksek Lisans Tezi

Tuğba Gençer

Danışman

Dr. Öğr. Üy. Ayşe Tuğba Öner

Haziran 2024

TEZ JÜRİSİ ONAYI

Tuğba Gençer tarafından hazırlanan 'Fermi Problemleri ile Tasarlanmış Strateji Öğretiminin Ortaokul Öğrencilerinin Üstbilişsel Deneyimleri, Problem Çözme Başarıları ve Tutumları Üzerine Etkisi' başlıklı bu Yüksek Lisans Tezi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda hazırlanmış ve jürimiz tarafından kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Tuğba Öner

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Üyeler:

Prof. Dr. Çiğdem Kılıç

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Gürsu Aşık

Bahçeşehir Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 13/Haziran/2024

BEYANLAR

Yazım ve Kaynak Gösterme Kılavuzu Beyanı

Danışmanlığımda yazılan bu tezin APA 7 yazım ve kaynak gösterme kılavuzunda belirtilen kurallara uygun olarak yapılandırıldığı ve bu kılavuzun metin içi kaynak gösterme standartlarının bu tezde tutarlı olarak uygulandığı tarafımdan incelenerek teyit edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Tuğba Öner

Etik İlkelerine Sadakat Beyanı

Hazırladığım bu tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığımı ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Tuğba Gençer

ÖZET

Fermi Problemleri ile Tasarlanmış Strateji Öğretiminin Ortaokul Öğrencilerinin Üstbilişsel Deneyimleri, Problem Çözme Başarıları ve Tutumları Üzerine Etkisi

Gençer, Tuğba

Yüksek Lisans Tezi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Tuğba Öner

Haziran 2024

Bu araştırmada, Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeyine, problem çözme başarısına ve matematik problemi çözme tutumuna etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmada ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen uygulanmıştır. Araştırmanın katılımcılarını 2022-2023 eğitim-öğretim yılında İstanbul ili Eyüpsultan ilçesinde yer alan bir devlet okulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Uygun örnekleme yöntemiyle seçilen öğrencilerden deney grubu 24, kontrol grubu 26 olmak üzere toplam 50 öğrenci ile çalışılmıştır. Deney grubu öğrencilerine problem çözme stratejileri öğretimi verilirken kontrol grubu öğrencilerine problem çözme stratejileri öğretimi ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Araştırmanın verilerini toplamak için üstbilişsel deneyim ölçeği, problem çözme başarı testi ve matematik problemi çözme tutum ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizinde Bağımlı Örneklemeler t testi, Bağımsız Örneklemeler t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Araştırmanın sonucunda, Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimini alan deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme başarısı ve matematik problemi çözme tutumları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Üstbilişsel deneyim ölçeği bakımından ise; bilme hissi, aşinalık

hissi, zorluk hissi ile tahmin edilen çözümün doğruluğu bileşenleri arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı fark varken; tahmini çaba bileşeninde ise deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin problem çözme başarısı, matematik problemi çözme tutumu ve üstbilişsel deneyim düzeyini arttırdığı ve olumlu yönde etkilediği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Problem Çözme, Üstbiliş, Fermi Problemleri, Problem Çözme Strateji Öğretimi, Tutum.

ABSTRACT

The Effect of Strategy Teaching Designed with Fermi Problems on Middle School Students' Metacognitive Experiences, Problem Solving Achievements and Attitudes

Gençer, Tuğba

Master's Thesis, Department of Mathematics and Science Education

Supervisor: Asst. Prof. Ayşe Tuğba Öner

June 2024

In this study, it was aimed to examine the effects of teaching problem solving strategies designed using Fermi problems on students' metacognitive experience level, problem solving achievement and mathematics problem solving attitude. In this study, pre-test post-test control group quasi-experimental design, was applied. The participants of the research are 7th grade students studying in a public school in Eyüpsultan district of Istanbul in the 2022-2023 academic year. The study was conducted with a total of 50 students, of whom 24 were in the experiment group and 26 in the control group, who were selected by convenient sampling method. While problem solving strategies were taught to the experiment group students, no study about problem solving strategies was conducted with the control group students.

Metacognitive experience scale, problem solving achievement test and mathematics problem solving attitude scale were used to collect the data of the research. For the analysis of the data, Dependent Samples t-Test, Independent Samples t-Test and Mann-Whitney U-Test were used.

As a result of the research, in terms of problem solving achievement and mathematics problem solving attitude, the experiment group students who received problem solving strategies instruction designed using Fermi problems was statistically significant different than control group students. In addition to than experiment group students' metacognitive experience was a statistically

significant different than their peers in terms of sub-dimensions of the feeling of knowing, the feeling of familiarity, the feeling of difficulty and the accuracy of the predicted solution. Only in the metacognitive experience scale estimation effort sub-dimension, there was no statistically significant difference between the experiment and control groups. As a result, it was seen that the intervention positively affected students' problem solving success, mathematics problem solving attitude and metacognitive experience level. As a result, it was found that teaching problem solving strategies designed using Fermi problems positively affected students' problem solving achievement, mathematics problem solving attitude and metacognitive experience level.

Key words: Problem Solving, Metacognition, Fermi Problems, Teaching Problem Solving Strategy, Attitude.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda değerli fikir ve önerilerini benimle paylaşan, sabır ile vaktini ayıran, araştırma sürecime yol göstericiliğiyle rehberlik eden, her zaman destek olan, kendisinden akademik olarak çok şey öğrendiğim ve en önemlisi de öğrencisi olmaktan büyük onur ve gurur duyduğum danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Tuğba ÖNER hocama sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde yer alarak beni onurlandıran, değerli görüşlerini ve önerilerini tüm samimiyetleriyle paylaşan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Çiğdem KILIÇ' a ve Dr. Öğr. Üyesi Gürsu AŞIK' a tezime sağladıkları kıymetli katkıları için çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışma sürecimde her zaman bana destek olan, motivasyon kaynağım canım aileme ve sevgili arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler...

Canım Aileme...

İÇİNDEKİLER

TEZ JÜRİSİ ONAYI	I
BEYANLAR.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR.....	VII
TABLOLAR LİSTESİ.....	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XIII
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi	3
1.3. Araştırma Problemi ve Alt Problemler	5
1.4. Varsayımlar (Sayıltılar).....	6
1.5. Sınırlılıklar	6
1.6. Tanımlar	6
1.7. Simgeler ve Kısaltmalar	7
İKİNCİ BÖLÜM.....	8
Kuramsal Çerçeve.....	8
2.1. Problem Çözme	8
2.1.1. Problem Türleri ve Fermi Problemleri	10
2.1.1.1. Rutin Problemler	10
2.1.1.2. Rutin Olmayan Problemler	11
2.1.1.3. Fermi Problemleri.....	11
2.1.2. Problem Çözme Stratejileri	12
2.2. Üstbiliş	16
2.3. Matematik Problemi Çözme Tutumu.....	19
2.4. İlgili Araştırmalar.....	19
2.4.1. Fermi Problemleri ile İlgili Araştırmalar.....	19
2.4.2. Problem Çözme Stratejisi ile İlgili Araştırmalar	23
2.4.3. Problem Çözme ve Üstbiliş ile İlgili Araştırmalar	27
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	33
YÖNTEM	33
3.1. Araştırmanın Deseni.....	33
3.2. Araştırma Grubu.....	34

3.3. Veri Toplama Araçları	35
3.3.1. Problem Çözme Başarı Testi	35
3.3.2. Üstbilişsel Deneyim Ölçeği	36
3.3.3. Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği	37
3.4. Verilerin Toplanması	37
3.4.1. Pilot Uygulama	37
3.4.2. Deneysel Süreç	39
3.4.2.1. Deney Grubu Süreci	39
3.4.2.2. Kontrol Grubu Süreci	46
3.5 Verilerin Analizi.....	48
3.5.1. Veri Toplama Araçlarının Puanlanması	48
3.5.1.1. Problem Çözme Bütüncül Skorlama Rubriği.....	48
3.5.1.2. Fermi Problemlerinin Puanlanması.....	49
3.5.2. Verilerin Analizi	51
3.6. Geçerlik ve Güvenirlik	52
3.6.1. Kapsam geçerliliği.....	52
3.6.2. Güvenirlik.....	53
3.6.2.1. Madde Güvenirliği	53
3.6.2.2. Kodlayıcılar Arası Güvenirlik	53
3.7. Araştırmanın Etik İlkeleri	53
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	54
BULGULAR.....	54
4.1. Birinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	54
4.2. İkinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	56
4.3. Üçüncü Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	58
4.4. Dördüncü Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	67
4.5. Beşinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	80
4.6. Altıncı Araştırma Problemine İlişkin Bulgular	82
BEŞİNCİ BÖLÜM	85
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	85
5.1. Fermi Problemleri Kullanılarak Tasarlanmış Problem Çözme Stratejileri Öğretiminin Problem Çözme Başarısı Üzerine Etkisi	85
5.2. Fermi Problemleri Kullanılarak Tasarlanmış Problem Çözme Stratejileri Öğretiminin Üstbilişsel Deneyim Üzerine Etkisi.....	87

5.3. Fermi Problemleri Kullanılarak Tasarlanmış Problem Çözme Stratejileri	
Öğretiminin Matematik Problemi Çözme Tutumu Üzerine Etkisi	91
ÖNERİLER.....	94
Uygulamaya Yönelik Öneriler	94
Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler	94
KAYNAKÇA.....	95
EKLER.....	104
Ek 1. Araştırma İzin Onayı	104
Ek 2. Aydınlatılmış Veli Onam Formu	105
Ek 3. Öğrenci Katılım Kabul Formu	106
Ek 4. Etik Kurul Onayı.....	107
Ek 5. Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği.....	108
Ek 6. Üstbilişsel Deneyim Ölçeği	110
Ek 7. Problem Çözme Başarı Testi	115
Ek 8. Problem Çözme Bütüncül Skorlama Rubriği	117
Ek 9. Ders Planı Örneği	119
ÖZ GEÇMİŞ	125

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Araştırma Modeli</i>	34
Tablo 2. <i>Deney Grubu Uygulama Süreci Verileri</i>	40
Tablo 3. <i>Kontrol Grubu Süreci Verileri</i>	48
Tablo 4. <i>Fermi Problemlerinin Çözüm Adımları</i>	50
Tablo 5. <i>Deney Grubunun Problem Çözme Başarı Testi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları</i>	54
Tablo 6. <i>Deney Grubunun Problem Çözme Başarı Testine İlişkin Bağımlı Örneklem t-Testi Analiz Sonuçları</i>	55
Tablo 7. <i>Deney ve Kontrol Grubunun Problem Çözme Başarı Testi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları</i>	56
Tablo 8. <i>Deney ve Kontrol Grubunun Problem Çözme Başarı Testine İlişkin Mann-Whitney U Testi Analiz Sonuçları</i>	57
Tablo 9. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Bilme Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları</i>	58
Tablo 10. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Bilme Hissine (ÜDÖ-B) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları</i>	59
Tablo 11. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Aşinalık Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları</i>	60
Tablo 12. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Aşinalık Hissine (ÜDÖ-A) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları</i>	61
Tablo 13. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Zorluk Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçlar.</i>	62
Tablo 14. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Zorluk Hissine (ÜDÖ-Z) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları</i>	63
Tablo 15. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmini Çaba Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları</i>	64
Tablo 16. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmini Çabaya (ÜDÖ-Ç) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları</i>	65
Tablo 17. <i>Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmin Edilen Çözümün Doğruluğu Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları</i>	66

Tablo 18. Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmin Edilen Çözümün Doğruluğuna (ÜDÖ-D) İlişkin Bağımlı Örneklemeler t- Testi Analiz Sonuçları.....	67
Tablo 19. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Bilme Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları.....	68
Tablo 20. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Bilme Hissine (ÜDÖ-B) İlişkin Bağımsız Örneklemeler t- Testi Analiz Sonuçları	69
Tablo 21. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Aşinalık Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları.....	70
Tablo 22. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Aşinalık Hissine (ÜDÖ-A) İlişkin Bağımsız Örneklemeler t- Testi Analiz Sonuçları	71
Tablo 23. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Zorluk Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları.....	73
Tablo 24. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Zorluk Hissine (ÜDÖ-Z) İlişkin Bağımsız Örneklemeler t- Testi Analiz Sonuçları	74
Tablo 25. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmini Çaba Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları.....	75
Tablo 26. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmini Çaba (ÜDÖ-Ç) İlişkin Bağımsız Örneklemeler t- Testi Analiz Sonuçları.....	76
Tablo 27. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmin Edilen Çözümün Doğruluğu Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları	78
Tablo 28. Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmin Edilen Çözümün Doğruluğuna (ÜDÖ-D) İlişkin Bağımsız Örneklemeler t- Testi Analiz Sonuçları	79
Tablo 29. Deney Grubunun Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları	80
Tablo 30. Deney Grubunun Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeğine İlişkin Bağımlı Örneklemeler t- Testi Analiz Sonuçları	81
Tablo 31. Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları.....	82
Tablo 32. Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeğine İlişkin Bağımsız Örneklemeler t- Testi Analiz Sonuçları	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. <i>Pilot Çalışmada Yer Alan Problem</i>	38
Şekil 2. <i>Pilot Çalışmada Yer Alan Problemin Düzenlenmiş Hali</i>	38

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Araştırmanın bu bölümünde, çalışmanın problem durumunun ne olduğu, araştırmanın hangi amaçla yapıldığı ve önemi, çalışmanın araştırma problemi ve alt problemleri, çalışmada var olan sayıtlar (varsayımlar), çalışmanın sınırlılıkları ve çalışmada yer alan tanımlar açıklanmıştır.

1.1. Problem Durumu

Yaşadığımız yüzyılda bireylerin toplumda güçlü kalabilmesinde bilgi ve tecrübeleri rol oynamaktadır. Bu iki unsurun gelişmesiyle ilişkili bir başka beceri ise problem çözmedir. Bu sebeple yenilikçi eğitim ortamlarında karşılaştığı problemlere dair çözüm üretebilme becerisi gelişmiş bireyler yetiştirmek amaç olarak görülmektedir (Özsoy, 2006).

Problem çözme matematik eğitiminin temel taşlarından biri olarak görülmektedir (Altun, 2014; MEB, 2013; NCTM, 2000; Özsoy, 2007; Şahin, 2007). Bireylerin karşılaştıkları zorluklarla başa çıkma becerisi de problem çözme süreciyle doğrudan ilişkilidir (Özsoy, 2007; Temel, 2018). Bu bağlamda problem çözme becerisinin öğretilip geliştirilmesi gereken bir süreç olduğu söylenebilir. Problem çözme sürecinde öğretmenin rolü, öğrencilere birtakım sorular yönelterek problemin çözümü için uygun stratejileri seçmelerine yardımcı olmaktır (Altun, 2000; Kayapınar, 2015; Posamentier ve Krulik, 2009). Deringöl'e (2006) göre stratejiler, problemlerin çözülmesine yardımcı olan metotlar olarak tanımlanabilir. Öğrencinin herhangi bir probleme benzeyen başka bir problem veya daha önce deneyimlediği bir problemle karşılaşması bu durumda hangi stratejiyi seçeceğine karar vermesini belirleyen en önemli unsurdur (Deringöl, 2006). Ayrıca bir problem ne kadar çok karmaşıkça çözümü için bir o kadar fazla sayıda strateji kullanmak da gerekebilir. Öğrencilerin problem çözmede başarılı olmaları aynı zamanda çok sayıda problem çözme stratejisi bilmeleriyle ilişkilidir (Temel, 2018). Bu bağlamda problem çözme strateji öğretimi uygulamaları öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişmesi açısından önem arz etmektedir.

Problem çözme, ülkemizde uygulanan matematik dersi öğretim programlarında öne çıkan oldukça önemli bir beceri olarak vurgulanmaktadır (Arsuk, 2019; Özsoy, 2006). Öğretmenler bu beceriyi kazandırırken öğrencilere bilgileri yapılandırmaları gereken problemler yönelterek onları düşünmeye, araştırmaya, sorgulamaya ve analiz

etmeye sevk etmektedir (Er, 2022). Öğrencilerin düşünmeye ve bilgiyi yapılandırmaya yönelten gerçek yaşam problemlerine çözüm üretebilmeleri önemli bir beceridir ki bu tür problemler rutin olmayan problemlerdir. Rutin olmayan problem türlerinden biri de Fermi problemleridir (Abay ve Gökbulut, 2017; Er, 2022). Problem çözme sürecinde Fermi problemleri kullanmanın öğrencilerin eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerine katkı sağladığı söylenebilir. Çünkü Fermi problemleri tek bir doğru cevabı bulunmayan ve varsayımlarda bulunarak sistematik bir düşünme biçimiyle tahminler yürüterek yaratıcı düşünmeyle çözülebilir. Bu nedenle Matematik Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2013; 2017; 2018) karşımıza çıkan ve sıkça önemi vurgulanan problem çözme becerilerin gelişimine katkı sağlayabilecek olan Fermi problemlerine araştırmalarda yer vermek önemlidir; çünkü öğrencilerin Fermi problemlerine benzeyen problemlerle karşılaşmaları onların problem çözme becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabilir.

Bireyin başarılı olması, doğru kararlar verebilme yeteneğini geliştirmesi ve karşılaştığı zorluklarla başa çıkabilmesi problem çözme becerilerini geliştirmesine bağlıdır. Bu nedenle problem çözme öğrencilere kazandırılması gereken en önemli becerilerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü problem çözme sürecinin her aşamasında öğrenci aktif bir rol oynamakta ve üst düzey düşünme becerilerini kullanmaktadır (Soylu ve Soylu, 2006). Öğrencilerin nasıl öğrendiğini bilmesi, öğrenmelerini kontrol etmesi, düzenlemesi ve bu süreçte etkin rol oynaması üstbilişsel bir beceridir. Üstbiliş problem çözme sürecinde ve adımlarında önemli bir yol gösterici olarak görülebilir. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde, literatürde problem çözme sürecinde sergilenen üstbilişsel beceriler ya da üstbilişsel beceri düzeylerinin problem çözme başarısı üzerine etkisi olduğu görülmektedir (Arsuk, 2019; Bozan, 2008; Güldağ ve Kanat, 2018; Özsoy, 2007; Sevgi ve Çağlıköse, 2020). Bu çalışmalarda genel olarak üstbilişin problem çözme sürecindeki rolü üzerinde durulmuştur. Bundan dolayı problem çözme stratejisi geliştirilmiş bireylerin üstbilişsel deneyimlerindeki değişimlerde önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Özcan (2007) eğitim öğretim sürecinin en önemli amacını, öğrendiği bilgileri kontrol edebilme yeteneğine sahip öğrenciler yetiştirmek olduğunu ifade etmiştir. Öğretimde 'öz denetimsel öğrenme' olarak ifade edilen kavramın duyuşsal etkenler, bilişsel açıdan öğrenme stratejileri ve üstbilişsel beceriler olarak üç alt boyutu olduğunu vurgulamıştır. Üstbiliş beceri boyutunu da çalışmasının esas konusu olarak ele almıştır. Üstbilişsel becerilerin doğru eğitsel

yöntemlerle öğretilabilir olduğunu ve derslerde üstbiliş becerileri geliştiren stratejilerin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilerin üstbiliş gibi bilişsel faktörlerinin yanı sıra duyuşsal özelliklerin de problem çözme üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda problem çözme çok boyutlu ele alınması gereken bir konudur.

Öğrencinin problemi çözmesi için anlaması yeterli değildir, problemi çözmek için istekli de olması gerekir. Çünkü problem çözme var olan bir problemi ortadan kaldırma isteği olarak düşünülmelidir. Bu durumun kişi üzerinde bilişsel olarak bir etki oluşturduğu gibi duyuşsal olarak da kişiyi etkilediği söylenebilir. Ayrıca öğrenmede bilişsel faktörler kadar duyuşsal faktörlerin de önem arz ettiği bilindiğine göre problem çözmeye karşı tutumun problem çözme sürecinin gerçekleşmesi için önemli bir faktör olduğu söylenebilir. Öğrencinin matematik dersine ya da problem çözmeye yönelik tutumları bu süreçteki başarısı üzerinde etkili olduğundan dikkate alınmalıdır (Çanakçı, 2008). Dolayısıyla problem çözme sürecindeki öğrenci tutumları da araştırmalara dahil edilen önemli bir değişkendir (Bozan, 2008; Özgen vd., 2017; Zorbozan, 2021).

Problem çözme, bireyin karşılaştığı bir durum karşısında çözüm için gerekli stratejileri belirlemesi ve uygulamaya geçerek sonuca ulaşma durumudur. Problem çözme sürecinde gerekli olan bu stratejileri belirleme ve ulaşılan sonucu değerlendirme kapasitesi üstbilişsel bir beceri olarak görülmektedir (Arsuk, 2019; Bozan, 2008; Özsoy, 2007; Sevgi ve Çağlıköse, 2020). Bu bağlamda özelde matematik, genelde ise tüm gündelik hayat problemleri karşısında problem çözme yeteneği ile üstbilişsel beceri arasında kuvvetli bir ilişkinin bulunduğu bilinmektedir (Sevgi ve Çağlıköse, 2020). Problem çözmeye yönelik tutum da problem çözme sürecinin bir diğer önemli ve ilişkili unsurudur. Tüm bu bileşenler dikkate alındığında problem çözme sürecinde öğrencilere üstbilişsel beceriler kazandırılabilir veya var olan bu beceriler geliştirilebilir, başarıları ve tutumları olumlu şekilde geliştirilebilir. Bu nedenle bu çalışmada gerçekleştirilen problem çözme strateji öğretiminin öğrencinin üstbilişsel deneyimine, problem çözme başarısına ve matematik problemi çözme tutumuna etkisi üzerinde durulmuştur.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Araştırmanın amacı, Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel deneyim düzeyine, problem çözme başarısına ve matematik problemi çözme tutumuna etkisini incelemektir.

Problem çözme stratejileri öğretimi ve farklı stratejilerin kullanımıyla ilgili birçok çalışma olmasına rağmen (Altun ve Arslan, 2006; Durmaz ve Altun, 2014; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006), problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel deneyimlerine etkisi üzerine yeterli sayıda çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca problem çözme stratejileri öğretimi üzerine çeşitli çalışmalar (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Temel, 2018) olmasına rağmen, özelde Fermi problemleri kullanılarak tasarlanan problem çözme strateji öğretimini inceleyen herhangi bir araştırmanın bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca rutin olmayan problemler öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişmesini sağladığı gibi matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerine de katkıda bulunur (Altun, 2000). Yine rutin olmayan problem türü Bingölbalı vd.'ne (2009) göre öğrencilerin eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine de büyük katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda Fermi problemlerinin de rutin olmayan bir problem türü olması sebebiyle öğrencilerin matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmelerini olumlu yönde etkileyeceği ve bununla birlikte eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimine de katkı sağlayacağı düşünülebilir. Ayrıca Fermi problemlerinin rutin olmayan problem türü olması öğrencilerin gerçek hayat problemleriyle karşılaşmaları ve bu tür problemlere çözüm üretebilmeleri anlamına da gelmektedir. Albarracin ve Gorgorio (2014) göre Fermi problemleri üzerine çalışmak öğrencilerin sahip oldukları matematiksel önbilgilerini gerçek yaşam problemlerine uyarlayarak eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine de yardımcı olabilir. Yine matematik öğretiminde Fermi problemlerine yer vermek oldukça önemlidir. Öğrencilerin tahmin becerilerinin geliştirilmesinin yanı sıra sınıf ortamında derslerde bu problemleri kullanmak diğer okul dersleriyle de ilişkili olarak disiplinler arası bir köprü niteliği de taşımaktadır. Fermi problemleri tüketilen içme suyu miktarı, petrol ve diğer yakıtların tüketimi, israf edilen yiyecek miktarı ya da üretilen çöp miktarı gibi gerçek yaşam problemlerine odaklandığı için fiziksel ve sosyal kazanımların da sürece dahil edilmesinin sağlar (Albarracin ve Gorgorio, 2014). Bu disiplinler arası ilişki sayesinde de öğrencilerin çevresi ile ilgili konularda olumlu davranışlar kazanmaları sağlanabilir (Albarracin ve Gorgorio, 2014). Bununla birlikte Fermi problemleri öğrencilere tümdengelimsel bir yaklaşım kazandırarak problem çözme becerilerinin gelişmesine de katkı sağlar (Albarracin, 2013). Ayrıca Fermi problemlerini çözmek öğrencilerin problem çözme konusunda akademik başarılarını destekler, kural ve algoritma öğretiminden uzak yaratıcı bir düşünme süreci sağlar (Tok vd., 2015). Yine Fermi problemlerine çalışmalarda yer vermek öğrencileri problem çözme sürecinde

çeşitli stratejiler üretmeye teşvik edebilir (Albarracin, 2013). Öğrencilerin problemi daha kolay ve basit problemlere indirgeyerek yapılandırmalarına olanak tanıyan Fermi problemleri, Polya'nın problem çözme basamaklarıyla ilişkilidir (Albarracin ve Georgorio, 2014). Bu tarz problemleri daha basit problemlere ayırarak çözmek öğrencilerin analiz becerilerinin gelişmesini sağlayabilir. Bu sebeple bu çalışmada Fermi problemleri öğretim sürecine dahil edilmiştir. Rutin olmayan problemlerin çözümü için gerçekleştirilen problem çözme strateji öğretiminde yine rutin olmayan bir problem türü olan Fermi problemlerinden yararlanılması bu çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılan yönüdür. Çünkü Fermi problemlerinin genellikle matematiksel modelleme çalışmalarında kullanıldığı bilinmektedir (Abay ve Gökbulut, 2017; Abay ve Büyükalın Filiz, 2020; Albarracin ve Gorgorio, 2014; Albarracin ve Gorgorio, 2019; Arıcan, 2022; Kırılı, 2023; Pekgöz, 2023; Peter ve Koop, 2004; Yanbıyık, 2016). Bu bağlamda bu çalışmada Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış olan problem çözme strateji öğretiminin öğrencilerin problem çözme başarısı ve matematik problemi çözme tutumunun yanında üstbilişsel deneyimlerine etkisini incelenmek de önemli görülmüştür. Araştırmanın matematik öğretimine ve özellikle öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi ve üstbiliş beceri etkisi üzerine yapılan çalışmalara katkı sağlaması hedeflenmektedir.

1.3. Araştırma Problemi ve Alt Problemler

Bu çalışmada “Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeyine, problem çözme başarısına ve matematik problemi çözme tutumuna bir etkisi var mıdır?” araştırma problemine cevap aranmaktadır. Bu bağlamda Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimi alan öğrenciler deney, herhangi problem çözme stratejileri öğretimi almamış olan öğrenciler ise kontrol grubu olarak tasarlanan bu çalışmada şu alt problemlere cevap aranmaktadır:

1. Deney grubu öğrencilerinin problem çözme başarı testi ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme başarı puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

3. Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeğine göre ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim düzeyi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

5. Deney grubu öğrencilerinin matematik problemi çözme tutum ölçeğine göre ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik problemi çözme tutum puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.4. Varsayımlar (Sayıtlar)

Çalışmanın bulguları öğrencilerin kullanılan ölçme araçlarına verdikleri yanıtlar esas alınarak analiz edilip yorumlanmıştır. Bu sebeple öğrencilerin ölçme araçlarına içten ve gerçek cevaplar verdikleri varsayılmıştır. Ayrıca müdahale yapılan deney grubu ve müdahale yapılmayan kontrol grubu öğrencilerinin öğrenme ilgilerinin de aynı düzeyde olduğu varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

Çalışmada veri toplama aşamasında ölçme araçları ve çalışma grubu ile ilgili sınırlılıklardan bazıları şu şekildedir:

1. Çalışmada incelenen değişkenler ölçekte yer alan maddelerle sınırlıdır. Bu da çalışmaya bağımlı değişkenlerinin sadece kullanılan ölçme araçlarıyla ölçülmesi noktasında sınırlılık katmaktadır.

2. Bu araştırmada uygun örnekleme yöntemiyle öğrenci seçilmesi bir başka sınırlılıktır, zira farklı örnekleme yöntemi kullanılarak ya da örneklem sayısı artırılarak yapılacak yeni araştırmalar farklı sonuçlar verebilir.

3. Araştırma ortaokul yedinci sınıf öğrencileriyle ve araştırma süresi 2022-2023 eğitim-öğretim yılıyla sınırlandırılmıştır.

1.6. Tanımlar

Problem: Cevap verilmesi zor olan veya belirsizliğe sahip, bireyin araştırma yapmasını ve yaratıcı düşünme becerilerini kullanmasını gerektiren sorulardır (Arsuk, 2019; Schoenfeld, 1985).

Fermi Problemi: Çok az bilginin varlığı ile hesaplanması mümkün olmayan büyüklüklerin birtakım varsayımlarda bulunularak sistematik düşünme yoluyla

tahminlerin yapıldığı rutin olmayan problemler olarak tanımlanmaktadır (Arleback, 2009).

Problem Çözme: Kolay yoldan ulaşılamayan ancak açık olarak biçimlendirilmiş hedefe ulaşmak amacıyla gösterilen çaba olarak ifade edilmektedir (Altun, 2014; Polya, 1957).

Problem Çözme Stratejileri: Bir problemin çözüm sürecinde kullanılan yöntemlerdir (Kayapınar, 2015). Bu araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen; tahmin etme, diyagram-şekil çizme, tahmin ve kontrol, problemi basitleştirme stratejileridir.

Üstbiliş: Bireyin bilişsel süreçlerindeki faaliyetlerinin farkındalığı ve bu bilişsel süreçleri kontrol ederek düzenleyebilmesidir (Brown, 1978; Flavell, 1979; Karakelle, 2012; Özsoy, 2008).

Üstbilişsel Deneyim: Belirli bir görevin yerine getirilmesine ait duygular, tahminler veya yargılardır (Efklides, 2001).

Tutum: Bireyin belirli bir fikri kabul etmesi ya da reddetmesi olarak ifade edilen duygusal yönden hazır bulunma veya eğilim gösterme durumudur (Çanakçı, 2008; Tavşancıl, 2006).

Matematik Problemi Çözme Tutumu: Bireylerin matematik problemi ve bu problemi çözme sürecine ait sahip oldukları olumlu veya olumsuz duygudur (Çanakçı, 2008).

1.7. Simgeler ve Kısaltmalar

MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
n	: Örneklem Büyüklüğü
p	: Anlamlılık Düzeyi
$\bar{X}$	: Ortalama
MPÇTÖ	: Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği
ÜDÖ	: Üstbilişsel Deneyim Ölçeği
PÇBT	: Problem Çözme Başarı Testi
PÇSR	: Problem Çözme Skoru Rubriği

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve

2.1. Problem Çözme

Polya (1945) problem çözme modelini ortaya atmış ve bu sürecin öncüsü niteliğinde olmuştur. Literatürde de en yaygın olarak kabul gören yaklaşım Polya'nın problem çözme aşamalarıdır (Altun ve Arslan, 2006). Polya'nın problem çözme modeli dört ayrı aşamadan oluşmaktadır: problemin ne olduğunu anlama, problemin çözümü için bir plan oluşturma, hazırlanan planı uygulama ve çözümü değerlendirmedir (Arsuk, 2019; Bozan, 2008; Kayapınar, 2015). Polya'nın problem çözme modeli bir döngü halinde olup her basamak birbiriyle ilişkili bir yapıdadır. İlk olarak problemi anlama basamağı ile başlayıp planı tasarlama, planı uygulama ve kontrol etme ile sonlanan ve problem kurmanın da sürece dahil edildiği bir döngüdür (Kayapınar, 2015). Problemi anlama problem çözmenin ilk basamağı olup bu basamakta öncelikle problemin çözümü için verilenlerin neler olduğu ve bilinmeyenin yani bulunması istenenin ne olduğu sorusuna yanıt aranmaktadır. Eğer öğrenci bu sorulara cevap verebiliyorsa problemi anladığı varsayılır. Bu basamağın tam bir şekilde anlaşılması için tekrar tekrar problem okunabilir. Neyin istendiği ve neyin bulunması gerektiğine karar verilerek gereksiz bilgiler göz ardı edilmelidir (Bozan, 2008; Kayapınar, 2015; Temel, 2018). Problemin çözümü için bir plan oluşturma problem çözme modelinin ikinci basamağını oluşturmaktadır. Bu basamakta verilenler ile istenenler arasındaki ilişkiyi kurmak esas olmalıdır. Daha önceki problem çözme deneyimlerinden yola çıkarak çözüm için şekil (diyagram), grafik çizilebilir, tablo oluşturulabilir, sistematik liste yapılabilir ve denklem kurulabilir. Problem çözmenin yolu olan problem çözme stratejileri bu basamakta yer almaktadır (Bozan, 2008; Kayapınar, 2015; Temel, 2018). Planı uygulama problem çözmenin üçüncü basamağı olarak kabul edilmektedir. Problem anlaşılıp problemin çözümü için uygun strateji belirlendikten sonra uygulama aşamasına geçilir. Öğrencinin problemi çözmek için yaptığı tüm hesaplamalar bu basamakta yer alır. Burada öğrenci denediği ilk strateji ile bir çözüme ulaşamaz ise farklı bir stratejiyi seçmelidir (Bozan, 2008; Kayapınar, 2015; Temel, 2018). Problem çözümünün değerlendirilmesi ise Polya'nın problem çözme modelinin son basamağıdır. Problemin çözümünün gerçekleştirilmesi tam olarak problem çözme sürecinin sonlandığını ifade etmemektedir. Problemde bulunan sonucun kontrol edilmesi de gerekir. Burada kontrol ters işlem yöntemiyle yapılabilir. Eğer bulunan sonuç yanlış ise ilk basamaktan başlanarak tüm basamaklar

tekrarlanır. Bu basamakta öğrenci mantıksal düşünme süreçlerini etkili bir şekilde kullanmaktadır (Bozan, 2008; Kayapınar, 2015; Temel, 2018). Bununla birlikte bir başka problem çözme modeli de O'Neil (1999) tarafından ifade edilmektedir. O'Neil (1999) problem çözme modelini tanımlamaktan çok problem çözmek için gerekli bileşenlerden oluşan CRESST (Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing) problem çözme modelini ortaya koymuştur. CRESST modeli üç esas bölümden meydana gelmektedir. Bu bölümler; içerik kavrama, problem çözme stratejileri ve kendini düzenlemedir. Problem çözme stratejileri de alana özgü ve alandan bağımsız olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Kendini düzenleme ise üstbilgi ve motivasyon olarak iki alt bölüme ayrılırken üstbilgi, planlama ve kendini gözlem; motivasyon ise çaba ve kendine yarar olarak iki kategoriden oluşmaktadır (Bozan, 2008). CRESST modeli problem çözme, problem çözme stratejisi ve üstbilgi kavramlarının birbiriyle bağlantısını göstermesi açısından oldukça önemlidir. Problem çözme öğretilen bir beceri olduğu için okullarda uygulanan eğitimin bir parçası olmalıdır (Arsuk, 2019). Bu bağlamda günlük hayatta karşılaştığı problemlere çözüm üretebilen bireyleri yetiştirmek eğitim ve öğretimin öncelikli görevlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda da problem çözme Matematik Dersi Öğretim Program'larının odak noktası niteliğindedir (Özsoy, 2007).

Matematik Dersi Öğretim Program'ları (MEB, 2013; 2017; 2018) incelendiğinde ülkemizde problem çözme becerisine her geçen yıl gerekli önemin verildiği görülmektedir. Özsoy'a (2007) göre de eğitimin temel hedeflerinden biri gelecekte karşılarına çıkan sorunları kolaylıkla çözebilen bireyleri yetiştirmek olmalıdır. Bu öncelikli hedefin gerçekleştirebilmesi bireylere eğitim öğretim hayatında problem çözme süreci benimsenilerek problem çözme becerisi kazandırmakla mümkün olabilir. Çünkü problem çözme ezberlenen bir bilgi değil, stratejisi ve sistematigi olan öğrenilebilen bir beceridir. Burada kritik olan öğrencinin problem çözme sürecinde mantıksal ve sistemli bir yaklaşım kullanabilmesidir. Bu amaçla bireylerin karşılaştığı bir durum karşısında çözüm için doğru stratejiyi seçme ve karar verme davranışlarının geliştirilmesi ihtiyacı oluşmaktadır. Bu noktada problem çözme strateji öğretiminin yapılmasında problem türleri de etkili olmaktadır. Problemler rutin problemler ve rutin olmayan problemler olarak iki alt kategoriye ayrılmaktadır.

2.1.1. Problem Türleri ve Fermi Problemleri

Matematik problemleri iki farklı tür olarak ele alınabilir. Bunlardan ilki rutin problemlerdir, bu tür problemlerin genellikle birden çok çözüm yolu bulunur ve bir tek doğru cevabı vardır (Altun, 2014; Arsuk, 2019; Gök & Sılay, 2008; Kayapınar, 2015; Temel, 2018). Diğer bir tür ise rutin olmayan problemlerdir. Bu tür problemler ise her bir bireyin kendine özgü farklı çözüm yolları ile bilişsel stratejilerini kullanarak çözebileceği problemlerdir (Arsuk, 2019). Rutin olmayan problemler genellikle açık uçlu olarak nitelendirilir (Abay ve Büyükalın Filiz, 2020). Altun'a (2000) göre rutin olmayan problem türleri öğrencilerin olaylar karşısında aralarındaki ilişki, var olan düzen ve bununla birlikte örüntü arama davranışlarını arttırdığı gibi tahmin etme ve yaklaşık değer bulma becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar. Ayrıca rutin olmayan problemler öğrencileri eleştirel düşünmeye sevk ettiği gibi yaratıcılık ve problem çözme becerilerini kullanma fırsatı vererek bilişsel gelişimlerini olumlu yönde etkiler. Bununla birlikte bu tür problemler öğrencilerin problem çözmenin mantıksal çerçevesini görmesine ve aynı problem türüyle tekrar karşılaştığında çözüm için gerekli stratejileri seçmesi, kullanması ve sonuçları yorumlama becerilerini de geliştirir (Altun, 2000).

2.1.1.1. Rutin Problemler

Önceden çözülen bir problemin benzeri veya dört işlemin bir kısmı ya da tamamı ile doğrudan çözülebilen problemler rutin problemlere örnek olarak verilebilir (Altun, 2014). Ders kitaplarında bulunan ve dört işlem becerisi sayesinde çözülebilen problem türü olarak da ifade edilir (Özsoy, 2007). Literatürde dört işlem problemi veya sıradan problem olarak da ifade edilmektedir.

Rutin problemler bireylerin işlem yeteneklerinin geliştirilmesini sağlar. Probleme ait sözel verilerin işlemsel olarak ifade edilmesine katkıda bulunur. Ayrıca problem çözme becerilerinde gerekli olan temel becerileri kazanması açısından işlevseldir (Kayapınar, 2015). Ancak rutin problemlerde doğrudan işlem yapılarak çözüldüğü için yeni bilgilerin oluşturulması imkânı tanımaz (Şahin, 2007). Rutin problemler rutin olmayan problemlere oranla daha çok çaba sarf etmeden çözülebilen ve çözüm yolları açık bir şekilde görülebilen problemler olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle öğrencilere rutin problemlerin yanında rutin olmayan problemlerin de matematik eğitiminde yer verilmesi öğrencilerin bilişsel gelişimleri açısından etkili olabileceği düşünülmektedir (Temel, 2018).

2.1.1.2. Rutin Olmayan Problemler

Rutin olmayan problemler önceden bilinen bir metotla veya formül ile doğrudan çözümünü gerçekleştirilemeyen, sahip olunan bilgi ve deneyimler sayesinde akıl yürütme metotları kullanılarak çözülen problemlerdir. Bir ya da birkaç işlemin seçilmesiyle doğrudan çözülemeyen bir problem türüdür. Rutin olmayan problemler gerçek yaşam durumları ile doğrudan ilişkilidir. Bu sebeple bu tarz problemlere gerçek yaşam problemi ya da gerçek problem de denilmektedir (Kayapınar, 2015). Birden fazla strateji de kullanılarak çözülebilen, öğrencilerin zihinsel düşünme becerilerini zorlayan problem türüdür (Temel, 2018). Buradan hareketle rutin olmayan problemlerin bireylerin üstbilişsel becerilerini geliştirmeye katkı sağladığı da söylenebilir.

Problemleri çözmek işlem becerisi, veriler arasındaki ilişkiyi ortaya koyma, çözüm kurallarını tespit etme ve genelleme yapma gibi birçok beceriyi gerektirir (Özsoy, 2007). Bireylerin işlem yapma becerilerinden daha çok yaratıcı düşüncelerini, analiz ve sentez gibi üst düzey düşünme becerilerini kazanmalarını sağlar (Arsuk, 2019). Ayrıca rutin olmayan problemler öğrencilerin problem çözmenin mantığını anlama, problem çözmek için uygun bir stratejiyi seçerek kullanma ve elde edilen sonuçları yorumlama becerilerini geliştirmek amacıyla da kullanılır (Şahin, 2007).

Bunun yanında rutin olmayan problemlerin çözümünde amaç, gerçek yaşam durumlarında karşı karşıya gelinen problemleri çözme becerisine sahip bireyler yetiştirmek olarak da düşünülmektedir. Bu problemlerin çözümünde öğrenilen yöntemler gerçek yaşamda karşılaşılan problemlere ipucu sağlayarak bireyleri hayata karşı hazırlıklı hale getirdiği de söylenebilir (Temel, 2018). Bu sebeple matematik derslerinde rutin olmayan problemlere yer vermek öğrencilerin problem çözme becerilerine geliştirmesi amacıyla oldukça önem arz etmektedir. Bu önemle rutin olmayan bir problem türü olan Fermi problemleri ile problem çözme becerisi arasındaki ilişkiler aşağıda detaylı olarak açıklanmış ve araştırma Fermi problemleri perspektifinden ele alınmıştır.

2.1.1.3. Fermi Problemleri

Rutin olmayan açık uçlu problem türüne bir örnek de Fermi problemleri olarak bilinen problemler verilebilir (Abay ve Gökbulut, 2017). Fermi problemlerinin temelleri Nobel Fizik ödülü sahibi ünlü fizikçi Enrico Fermi tarafından 1938 yılında atılmıştır. En klasik Fermi problemi örneği Chicago’da kaç tane piyano akortçusu vardır problemidir. Burada problemi çözme süreci bir strateji tasarlamaya dayanır ve çözmek için formüle

edilmiş bir problemi basitleştirilmesi sürecini kapsar (Albarracin ve Gorgorio, 2014). Ayrıca Fermi problemleri matematiksel olarak herhangi bir ön bilgi gerektirmez ve öğrencilere verilen bilgiler ile matematiksel bir çözüme zorlar (Albarracin ve Gorgorio, 2019). Çok az bilginin varlığı ile hesaplanması mümkün olmayan büyüklüklerin birtakım varsayımlarda bulunularak sistematik düşünme yoluyla tahminlerin yapıldığı rutin olmayan problemler olarak tanımlanmaktadır (Arleback, 2009). Öğrencileri araştırmaya sevk etmesi amacıyla da kullanılabilir. Taplin (2007) Fermi problemlerini yeteri kadar bilginin var olmadığı durumlarda ve bireyleri daha fazla yaratıcı düşünmeye iten bir problem türü olarak ifade etmektedir. Ortak fikir ve deneyimler sayesinde kabul edilebilir çözümlerinin yapılabildiği Fermi problemleri öğrencilerin bir arada çözümler yapmasını sağlayarak aralarındaki ilişkinin gelişimine de faydalı olabilir (Hıdıroğlu, 2012). Fermi problemleri aynı zamanda öğrencilerin problem çözme sürecindeki akıl yürütme metotlarını incelemek için de kullanılır (Arleback ve Albarracin, 2017). Fermi problemlerine verilebilecek birkaç örnek şunlar olabilir: “Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?, Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?, Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?” (Abay ve Büyükalın Filiz, 2020). Örneklerden de anlaşılacağı üzere Fermi problemleri varsayımlarda bulunarak çözülen ve tek bir doğru sonucu olmayan, ancak mantıksal bir neden sunarak çözümlemeyi gerektiren, öğrencileri sorgulama, eleştirel düşünme ve yaratıcılığa sevk eden üst düzey düşünme becerilerini kullanmasını sağlayan problem türleridir. Çalışmalarda Fermi problemlerine yer vermek öğrencilerin problem çözme üzerine çeşitli stratejiler üretmelerine katkı sağlayabilir (Albarracin, 2013). Bu nedenle bir sonraki bölümde problem çözme ile problem çözme stratejileri arasındaki ilişkiye yer verilmiştir.

2.1.2. Problem Çözme Stratejileri

Problem çözme stratejileri, problemlerin analizi ve yorumlanması amacıyla kullanılan, problem çözme basamaklarından ikincisi olan çözümü planlama sürecinde yer alır (Polya, 1945). Bu basamakta kullanılan stratejiler şu şekildedir: problemin bir benzerini bulma, diyagram (şekil) çizerek problemi daha görsel hale getirme, problemde bilinenlerin neler olduğunu belirleyerek problemi alt basamaklara ayırma, sondan başa doğru olacak şekilde çalışma ve problemi analiz ederek açıklamadır (Şahin, 2007). Problemin çözüm sürecinde önemli olan problemi anlama, probleme uygun stratejiyi seçme ve uygulanacak olan problem çözme stratejisini bilmektir. Problemlerin

çözümünde sadece bir strateji kullanıldığı gibi, birden fazla stratejinin kullanıldığı problemlerde mevcuttur (Deringöl, 2006). Altun'a (2004) göre problem çözümünde kullanılan bazı stratejiler; sistematik liste oluşturma, denklem kurma, problemi basitleştirme, tahmin ve kontrol, örüntü bulma, tahmin, geriye doğru çalışma, eleme, muhakeme etme, şekil çizme ve tablo oluşturmaktır. Posamentier ve Krulik (1998) ise problem çözme stratejilerini şu şekilde sıralamaktadır: sondan başa doğru tersine çalışma, örnek bularak çözme, farklı açılardan bakmayı benimseme, kolay paralel bir problem çözme, farklılıkları göz önünde bulundurma, çizim yapma, zeki tahmin ve ölçme, her ihtimali tanımlama, bilgiyi düzenleme ve zihinsel çıkarımdır. Kayapınar (2015) problem çözme stratejilerinden en fazla kullanılanların şunlar olduğunu ifade eder: sistematik liste yapma, şekil (diagram) çizme, tablo ve grafik oluşturma, muhakeme etme, tahmin ve kontrol, örüntü-ilişki arama, geriye doğru çalışma, denklem kurma ve basitleştirme. Bu doğrultuda problem çözme ile ilgili alanyazında en fazla yer alan problem çözme stratejileri şu şekildedir:

1. Sistematik Liste Yapma

Birtakım problemlerin çözüm süreçleri olası bütün durumlar sıralanarak olabilecek tüm kombinasyonların yazılmasını gerektirir. Sistemli bir sıralamanın yapılması esnasında düzenli ve dikkatli olunarak mümkün olan cevapların tamamı göz önünde bulundurulur. Yapılan bu listeleme işlemi problemin çözümü hakkında düşünülenleri düzenlemeyi sağlar. Çözümü kolay görebilmek için olası tüm çözümlerin belirli bir sistematığa uygun olarak sıralanmasına sistematik liste yapma yöntemi denir (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

2. Tahmin ve Kontrol Etme

Problemlerin çözüm süreci veya sonucu için mantıklı bir tahmin yapılarak cevabın doğruluğunun test edilmesini içerir. Öngörüle bulunan tahmin işleminin sonucu doğru ise problemin tam olarak istenen çözümü gerçekleşmiş olur. Ancak yapılan tahmin etme işlemi doğru değil ise yeni tahminlerde bulunularak doğru cevaba ulaşana kadar tahmin işlemine tekrar edilir. Yapılan her kontrolün bir sonraki tahmin etme işlemi için yol gösterici olması gerekir. Çok az verinin ve çok fazla bilinmeyen bulduğu problem türlerinde tahmin ve kontrol etme stratejisi kullanılabilir. Ayrıca öğrencilerin temel becerilerini kullanarak pratik yapmalarını ve tahmin etme becerilerinin gelişmesini sağlar (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

3. Diyagram (Şekil) Çizme

Problemlerin çözümünde veriler arasındaki ilişkilerin fark edilmesini sağlamak amacıyla birtakım görsel çizimler kullanılabilir. Bu tarz problemlerin görselleştirilmesi işleminde diyagram, şekil ve şema çizmek problemin anlaşılmasına da katkı sağlar. Problemin çözümünü görmeyi kolaylaştıran bu çizimler anlaşılması zor olan bilgileri daha görülebilir hale getirmektedir. Bazı problemler için tek seçenek bu stratejiyi kullanmak olabildiği gibi diğer stratejilerle birlikte kullanıldığı problemler de vardır. Diyagram (şekil) çizmek karmaşık problemlerde verilenler ve istenenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak amacıyla da kullanılır. Bununla birlikte bu stratejinin kullanımı problemin anlaşılmasını sağlaması açısından da oldukça önemlidir (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

4. Bağıntı (Örüntü) Bulma

Bazı problemler içerdiği veriler arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması ile çözülebilir. Bu tarz problemlerin aritmetik, geometrik veya türeyiş kuralı farklı olan birtakım dizilere sahip olduğu görülür. Dolayısıyla bu tür problemlerin çözümü içinde problemin barındırdığı örüntü kuralının keşfedilmesi gerekir. Problemin içerdiği örüntünün ya da dizinin terimlerinin hangi kurala göre devam ettiğinin fark edilerek genel bir çözüme ulaşılması amacıyla bu yöntem kullanılır (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

5. Değişken Kullanma

Bilinmeyen bir sayının bulunmasını gerektiren aritmetik ve cebir problemlerinde bilinmeyenin x gibi herhangi bir harfle ifade edilerek bir eşitlik yazılmasıyla problemlerin çözümü gerçekleştirilebilir. Eşitliğin çözülmesi sonucunda bilinmeyen sayıya ulaşılabilir. Bazen de problemin çözümü için bilinmeyen yerine değerler yazılarak sonuca ulaşılabilir. Fakat burada denenmesi gereken çok sayıda değer olabilir ve genellemeye ulaşmak gerekebilir. Bu tarz problemlerde değişken kullanılması bilinmeyen bulunmasını ve genellemeye ulaşılmasını kolaylaştırabilir (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

6. Tahmin Etme

Bazı problemlerde problemin tam olarak çözümü yapılamayabilir. Bu durumda problemin tahmini olarak yapılan çözümü de yeterli olmaktadır. Bu tarz problemlerde veriler yuvarlanarak gereken işlemler yapılır. Yuvarlama sonucunda elde edilen sayılarla işlemler zihinden gerçekleştirilir. Bulunan tahmini sonuç problemin çözümü için yeterlidir (Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Yavuz, 2006).

7. Problemi Basitleştirme

Büyük sayılar içeren bazı problemlerin çözümü zor ve karmaşık olabilir. Bu nedenle problemin çözümü için gerekli olan ilişkilerin açık bir şekilde görülmesi zorlaşır. Bu durum problemin basitleştirilmesini gerektirir. Problemin orijinaline benzeyen ve sayısal verileri daha küçük benzer bir problem ile problemin çözüm yolu belirlenerek esas problemin çözümü gerçekleştirilebilir. Benzer basit problem sayesinde esas problem ile arasındaki bağıntı keşfedilerek problem çözülür (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

8. Geriye Doğru Çalışma

Problemlerde sonuç verilerine yer verilip girişe ait bilgilerin yer verilmediği bazı problemler bulunmaktadır. Bu tarz problemlerde giriş bölümüne ait bilgilerin bulunması istenir. Bu stratejide problemin çözümüne sonuç olarak verilen değerden başlanarak işlemler tersine çevrilir ve geriye doğru yol alınır. Sonuçtan başlanarak her işlem tersine çevrilerek geriye doğru yol alınır ve adım adım ilk girişe ait bilgilere ulaşılması için bu strateji kullanılır (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

9. Eleme

Bazı problemler birçok seçenek denenerek çözüme katkısı olmayanları elemekle çözülebilir. Burada deneme işlemi rastgele yapılmadan çözüme yaklaşma amacıyla gerçekleştirilir. Bütün seçeneklerden geride kalanlar elenerek çözüme ulaşana kadar bu işlem devam eder. Çözüme katkı sağlamayan seçenekler elenirken bir kenarda listelenerek çözüm sürecine tekrar dahil edilmemektedir (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

10. Tablo Yapma

Problemler çözülürken var olan veriler ya da elde edilen çözüme ait veriler tablo yapılarak düzenlenir. Burada veriler arasındaki ilişkilerin görülmesi daha kolay hale gelmesi sağlanır. Bu sayede problemin çözümüne ait kural bulunarak çözüm gerçekleştirilir. Matematikte kural ya da genelleme içeren problemlerin çözümü için uygun stratejidir (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

11. Muhakeme Etme

Problem çözme esnasında mantıksal çıkarım yaparak muhakeme etme tüm problemlerde kullanılsa da bazı problemler için esas bir strateji olarak kullanılması gerekir. Bu tarz problemler öncelikle varsayımda bulunma, ardından deneme sonucu elde edilen sonuca göre tekrar yeni varsayımlarda bulunarak mantıksal bir zincir çerçevesinde

çözülür. Muhakeme etme stratejisi problemlerdeki verilenlerden yola çıkarak bağıntıları ve ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılan önemli bir stratejidir (Arsuk, 2019; Kayapınar, 2015; Şahin, 2007; Temel, 2018; Yavuz, 2006).

Literatür incelendiğinde problem çözmeyle ilgili birçok stratejinin var olduğu görülmektedir. Ayrıca bu stratejiler yukarıda bahsi geçen araştırmalarda da belirtildiği gibi farklı isimlerle de ifade edilmektedir. Yapılan tarama sonucunda bu stratejilerden en çok kullanılanlar; tahmin ve kontrol etme, tablo yapma, şekil (diyagram) çizme, sistematik liste yapma, bağıntı (örüntü) bulma, problemi basitleştirme, değişken kullanma, geriye doğru çalışma ve muhakeme etmedir .

Problem çözme çok boyutlu ele alınması gereken bir süreçtir. Bu süreçte birey üzerinde bilişsel ve duyuşsal birçok faktör rol oynamaktadır. Birey problem çözme sürecinde sadece problemin sonucunda değil problem çözme sürecinin tüm basamaklarında yaptıklarının farkında olmalıdır. Çünkü bu farkındalık ile düzeltme işlemi yapılarak bilgiler yeniden yapılandırılabilir. Bu noktada da üstbiliş kavramı devreye girecektir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin problem çözme başarısı üzerinde üstbilişin önemli bir etkisinin olduğu dikkat çekmektedir (Özsoy, 2007). Bu nedenle bir sonraki bölümde üstbilişin problem çözme süreci üzerindeki etkisi açıklanmaktadır.

2.2. Üstbiliş

Problem çözmede gerekli stratejileri belirlemeye karar verme ve sonuca ulaşip değerlendirme yapabilme becerisi üstbilişsel bir yetenektir. Bu bağlamda problem çözme becerisi için problemi anlama ve üst basamaklarında üstbilişsel becerilerin ve muhakeme etme becerilerinin gerekliliği görülmektedir (Balcı, 2007). Üstbiliş (metacognition) terimi ilk olarak 1970’li yıllarda John Flavell tarafından ifade edilmiş olup birçok kavramı içermesi sebebiyle de tanımlanması zor bir kavramdır. En kısa tanımıyla üstbiliş, bireyin bilişsel süreçlerindeki faaliyetlerinin farkındalığı ve bu bilişsel aşamaları denetleyerek düzenleyebilmesidir (Brown, 1978; Flavell, 1979; Karakelle, 2012; Özsoy, 2008). Üstbiliş kavramının tam olarak anlaşılması için bilişin ne olduğu ve üstbiliş ile ilişkisi açıklanmalıdır. Biliş, bireyin zihinsel süreçleri ile ilgili (problem çözme, kavram öğrenme, akıl yürütme) tüm faaliyetleridir. Üstbiliş ise bu bilişsel faaliyetler süresince yapılan bilinçli düzenleme işlemidir (Hıdıroğlu, 2018). Bu bağlamda Polya’nın (1945) dört adımda açıkladığı problem çözme modeli süresince yapılanlar sırasıyla problemin tam olarak ne olduğunu anlama, problemin çözümü amacıyla bir plan oluşturma, oluşturulan planı uygulamaya geçirme ve yapılan çözüm sonucunda elde edilenleri

değerlendirme işlemlerinde üstbiliş sürekli aktif olarak kullanılmaktadır. Problem çözmenin dört basamağı problem çözme sürecinde doğru cevabın bulunmasını sağlayan problem çözme stratejisini seçmeyi de kapsar. Bu stratejiler öğrencilerin şekil (diyagram) çizme, sistematik liste yapma, problemi analiz ederek problemi oluşturan alt bileşenlere ayırma gibi birçok sistematik düşünme becerilerinin de aktif kullanılmasını sağlar (Özsoy, 2007). Problem çözme konusunda başarılı olmak için gerekli olan bir başka beceri ise üstbiliştir. Üstbiliş üzerine yapılan araştırmalar bu beceriye sahip olan ve geliştiren öğrencilerin matematik derslerinde ve özellikle de problem çözmede başarılı olduklarını göstermektedir (Arsuk, 2019; Bozan, 2008; Gldağ ve Kanat, 2018; zsoy, 2007; Sevgi ve ağlıkse, 2019; Yıldız ve Güven, 2016). Bu bağlamda problem çözme ile üstbiliş arasında anlamlı bir ilişkinin var olduğu söylenebilir. Üstbilişsel becerilerin geliştirilmesi öğrencilerin problem çözme başarılarını arttırmaktadır (zsoy, 2007). Çünkü stbiliş öğrenme sürecindeki farkındalık, kullanılan stratejinin kontrolü ve gerektiğinde öğrenme teknik ve strateji seçimini değiştirme gibi birçok beceriyi kazanmayı gerektirir. Bunlarda problem çözme başarısını beraberinde getirir. Ayrıca stbiliş öğrenmenin temel becerilerinden biri olarak kabul görür (Arsuk, 2019). Çünkü stbiliş öğrenmeyi kolaylaştıran bir yetenektir. Bir başka ifadeyle üstbiliş öğrenmeyi öğrenmek olarak da ifade edilebilir (Arsuk, 2019). Bununla birlikte öğrenciler stbilişsel becerileri ile zihinsel süreçlerini daha aktif bir şekilde organize olarak kullanabilmektedir (zsoy, 2006). Flavell de yaptığı çalışmalar sonucunda, bireyin stbilişsel becerilerinin problem çözme başarısı açısından çok önemli olduğunu vurgulamaktadır (Flavell, 1976; 1979). zcan'a (2007) göre bireylerin sahip oldukları bilişsel becerilerin bilincinde olması, kendi öğrenme sürecinde sahip olduğu strateji bilgisinin farkında olması ve bunları zamanı ve yeri geldiğinde amacına uygun kullanması gerekir.

Üstbiliş üzerine ilgili literatür araştırıldığında üstbiliş kavramının stbilişsel bilgi ve kontrol olmak üzere iki temel bileşenin olduğu dikkat çekmektedir. İlki olan stbilişsel bilginin; yordam, bildirimsel, duruma bağlı bilgi olmak üzere kendi içinde üç alt kategoriye ayrıldığı görülmüştür. Bir diğeri olan stbilişsel kontrol ise sırasıyla; tahmin, planlama, izleme ve değerlendirme olarak dört kategoriye ayrılmaktadır (zsoy, 2007).

Üstbilişsel bilgi, kişinin öğrendikleri ve yaşantıları etkileşimiyle oluşan kendi bilgisini bilmesi yani karşılaştığı bir olayda ne yapacağının bilincinde olmasıdır (Arsuk, 2019). Flavell (1979) stbilişsel bilginin alt kategorilerini e ayırmıştır. Bunlar yordam,

bildirimsel ve durum bilgisidir (Arsuk, 2019; Özsoy, 2007). Bir eylemin veya vazifenin sadece nasıl yapılması gerektiğini bilmek yordam bilgisi olarak ifade edilmektedir. Bildirimsel bilgi ise bireylerin bir eylemi ya da vazifeyi yapma durumuyla ilgili sahip oldukları bilgi durumu olarak açıklanmaktadır. Bireyin sahip olduğu yeterliklere dair bildikleri bildirimsel bilgiyi kapsar. Duruma bağlı bilgi, bireyin bir işi ya da görevi hem nasıl yapacağını bilmesi hem de yapıp yapamayacağı yetisine sahip olma bilgisidir. Yani yordam bilgisi ile bildirimsel bilgi içinde bulunulan durumlarda ne yapılacağı bilgisine sahip olunmasıdır (Bozan, 2008; Çağlıköse, 2019; Özsoy, 2007). Ayrıca Flavell (1979) üstbilişsel bilgiyi etkileyen üç değişkene de dikkat çekmektedir. Bu üç değişken birey, görev ve strateji olarak ifade edilmiştir.

Üstbilişsel kontrol/stratejiler, bireyin kendi öğrenme sürecinin farkında olarak ya da olmayarak süreci denetlemesi ve izlemesi ile öğrenme sonuçlarını değerlendirip düzenleme işlemlerinin tümüdür (Arsuk, 2019). Üstbilişsel kontrol stratejileri; problem çözme sürecini tahmin etme, çözümü planlama, çözüm sürecini izleme ve sonucu değerlendirme olarak dört üstbiliş beceri olarak tanımlanmaktadır. Üstbiliş üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu bu stratejiler üzerinde yoğunlaşmaktadır (Özsoy, 2007). Tahmin, bireyin öğrenme sürecinin hedefleri ve süreçte olacakları öngörmesiyle sonuçları hakkında düşünme becerisidir. Planlama, bireyin göreve yönelik stratejiye karar vermesini ve plana uygun seçimlerin yapılmasını sağlar. İzleme, bireyin öğrenme sürecinde kendini anlamasını ve görev performansını takip ederek düzenleme ve kontrol etme süreçleridir. Değerlendirme ise, bireyin öğrenme sürecine ve öğrenme çıktılarına yönelik karar verme yeteneğidir (Arsuk, 2019).

Üstbilişin izleme ve kontrol bileşenleri birlikte incelendiğinde izleme alt bileşeninde üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel deneyim bulunurken kontrol alt bileşeninde ise üstbilişsel beceriler ve strateji kullanımı bulunmaktadır (Efklides, 2008). Problem çözme aşamalarında üstbiliş oldukça önemli olmakla birlikte problem çözme üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Özcan ve Eren Gümüş, 2019). Bu süreçte üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel strateji dışında üçüncü bir bileşen olan üstbilişsel deneyim (metacognitive experience) yer almaktadır (Özkubat ve Özmen, 2020). Üstbilişsel deneyim, belirli bir görevin yerine getirilmesine ait duygular, tahminler veya yargılardır (Efklides, 2001). Bireylerin sahip olduğu olumlu ve olumsuz duygular üstbilişsel deneyim ile etkileşim halinde olup devam etmekte olan aktivitenin öz düzenlemesini anlık olarak etkiler. Bu sayede birey anlık geri bildirimde bulunarak bu davranışın düzenlenmesini sağlar (Efklides, 2006).

Problem çözenin çok boyutlu bir kavram olmasından yola çıkarak problem çözme süreni etkileyen faktörlerin birinin de duyuşsal faktörler olduğu söylenebilir. Çünkü problem çözme üzerinde bilişsel faktörlerin yanı sıra tutum gibi duyuşsal faktörlerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bir başka ifadeyle problem çözme sürecinin tam olarak açıklanabilmesi için tutum hakkında da bilgi sahibi olunmalıdır.

2.3. Matematik Problemi Çözme Tutumu

Eğitim-öğretim ortamlarında önem arz eden konulardan birisi de sadece bireylerin bilişsel gelişimlerini sağlamak değil, aynı zamanda duyuşsal özelliklerinin de geliştirilmesini sağlamaktır. Öğrenmede bilişsel ve duyuşsal süreçler arasında karşılıklı bir etkileşimin var olduğundan söz edilebilir. Bu bağlamda öğrencilerin problem çözme deneyimleri ve bilgileri, motivasyonlarını ve eğilimlerini etkilemesi olasıdır. Daha iyi bir problem çözücü olmaları için gerekli olan unsur öğrenmelerini geliştirmek ve bunun farkında olarak derse karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamaktır. Bu nedenle bireylerin problem çözme başarısı ile sahip oldukları tutum arasında doğrudan bir bağlantının var olduğu düşünülmektedir. Çanakçı (2008) tutumu, bireyin belirli bir fikri kabul etmesi ya da reddetmesi olarak ifade edilen duygusal yönden hazır bulunma veya eğilim gösterme durumu olarak tanımlamaktadır. Problem çözme deneyimi yaşayan öğrencinin bu beceriye karşı takındığı tutum da problem çözme başarısı için oldukça önemlidir.

2.4. İlgili Araştırmalar

Araştırma ile ilgili literatür incelendiğinde var olan çalışmalar Fermi problemleri, problem çözme stratejisi ile problem çözme ve üstbiliş konuları hakkında olacak şekilde üç farklı başlık altında incelenmiştir.

2.4.1. Fermi Problemleri ile İlgili Araştırmalar

Peter ve Koop (2004) ilkökul öğrencilerinin problem çözme ve modelleme stratejilerini araştırmak amacıyla dört yıl süren bir çalışma yapmışlardır. İlkokul üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim gören öğrencilere iş birlikli öğrenme modeliyle matematiksel modelleme süreçlerini desteklemek amacıyla Fermi problemleri kullanılarak bir eğitim tasarlamışlardır. Araştırmanın sonunda Fermi problemlerinin öğrenciler tarafından mantıklı ve uygun yollarla çözülebileceğini görmüşlerdir. Çalışma çok döngülü modelleme süreçlerini ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda matematik öğretmenliği

eğitiminde ve matematik eğitimi araştırmalarında matematiksel modelleme süreçlerine daha fazla önem verilmesi gerektiği sonuçlarına ulaşmışlardır.

Albarracin ve Gorgio (2013) çalışmasında büyük miktarların tahminine yönelik Fermi problemlerine yer vermişlerdir. Ortaöğretim öğrencisi olan 16 yaş grubu ile çalışmayı yürütmüşlerdir. Çalışmalarında öğrencilerin modelleme stratejilerini problemlere nasıl uyarladıklarını açıklamaya çalışmışlardır. Daha önceden Fermi problemi çözmek için herhangi bir eğitim almamış olan öğrencilerden kendilerine ait çözüm stratejilerini oluşturmalarını beklemişlerdir. Fermi problemlerinin çözüm sürecinin onları daha küçük problemlere ayırarak gerçekleştirilebileceğini ve öğrencilerin bu sayede orijinal probleme yaklaşmasının daha kolay olduğunu düşünmüşlerdir. 22 öğrenciden oluşan ikişerli ve üçerli altı grup oluşturarak problemleri çözmüşlerdir. Çalışmada beş Fermi problemi kullanmışlardır. Bunlardan bir tanesi okul ile ilgili diğer dört problem öğrencilerin doğrudan erişemeyeceği ve bir kaynaktan elde etmeleri gereken bilgilerin olduğu problemlerdir. Üç oturumun yapıldığı araştırmada birinci oturumda probleme bir çözüm önerisi yazmaları istenmiş ikinci oturumda planladıkları çalışmayı yürüterek raporlandırımları üçüncü oturumda ise raporları tamamlayarak sonuçları ve kullanılan yöntemleri paylaşmaları istenmiştir. Diğer dört problem için gerektiğinde öğrencilerin internete girmelerine izin vermişlerdir (Beşinci ve altıncı oturumlar yapılmıştır). Bu çalışmada öğrenciler Fermi problemlerini hesaplama veya tahmin yoluyla ayrı ayrı ve küçük alt problemler kurarak çözmüşlerdir. Sonuç olarak öğrenciler sınıfta üzerinde çalışılan kavramları anlamlandırdıkları ve gerçek hayat bilgileriyle karşılaştırdıklarını tespit etmişlerdir.

Albarracin ve Gorgio (2014) çalışmalarında büyük sayılar içeren Fermi problemlerini çözmek için 12-16 yaş arası öğrenciler tarafından geliştirilen planlara ve planlarda yer alan stratejilere yer vermişlerdir. Çalışmada belirlenen stratejilerden bazıları büyüklük tahmini (bir referans kullanımı), diğerleri modelleme süreçlerine (şebeke dağılım, bir konsantrasyon ölçümünün kullanılması, bir problemin azaltılması ve oran kullanılması) karşılık geldiğini bulmuşlardır. Fermi problemlerinin ortaöğretim yaş grubu öğrencilerinin buluşsal yöntemleri ve problem çözme stratejileri için kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varmışlardır. Biri devlet okulu diğeri ise özel okul olmak üzere iki okuldan veri toplamışlardır. Matematik derslerini bir saatlik oturumlarda gerçekleştirmişlerdir. Araştırmanın sonucuna göre Fermi problemleri ile ilgili herhangi bir deneyimi olmayan öğrencilerin problemlere uygun matematiksel stratejileri içeren

şemalar oluşturdıklarını görmüşlerdir. Elde edilen verilere dayanarak Fermi problemlerinin problem çözme stratejilerinin tanıtılmasını sağladığı ve derslerde kullanmak için uygun olduğu fikrine varmışlardır.

Albarracin ve Gorgio (2019) çalışmalarında ilköğretim ikinci kademe öğrencileri (10-11 yaş) ile büyük sayıların tahmin problemlerine ilişkin matematiksel model geliştirmeyi incelemişlerdir. Beşinci ve altıncı sınıf öğrencileri ile çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada belirli bir Fermi problemi türü olan büyük sayı tahmin problemleri (LNEP) kullanmışlardır. Dört LNEP üzerine iki saatlik oturumlarla üç veya dört kişilik gruplar halinde çalışmışlardır. Birinci oturumda öğrencilerden problemi çözmek için plan tasarımları ve çözüm sürecini ele almaları, ikinci oturumda ise izlenen süreç ve sonuç hakkında takım raporu yazmaları istenmiştir. Öğretmenin görevi ise problemler hakkındaki sorulara rehberlik etmek ve cevaplamaktır. Bununla birlikte problemlerin çözümü için yardım sağlamamış sınıftaki süreci teşvik ederek yönetmişlerdir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin problemleri çözerken ızgara dağılım, referans noktası ve nüfus yoğunluğu gibi matematiksel modelleri kullandıklarını gözlemlemişlerdir. Fermi problemlerinin sınıflarda modellemeyi tanıtmak için faydalı olabileceğini düşünmektedirler. Herhangi bir ön matematik bilgisi gerektirmeden ilköğretim öğrencilerinin problemlerin sonucuna ulaşabileceğini tespit etmişlerdir. Fermi problemlerinin matematiksel modellemede araç olarak kullanılmasının uygun olduğu görüşünü savunmaktadırlar.

Rutin olmayan problemlere örnek olarak gösterilen Fermi problemlerinin yer aldığı bir çalışma da Abay ve Büyükalın Filiz (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir. Matematik öğretim programının en önemli ögesinin, tek bir doğru cevabı bulunmayan sonucun kişiye göre değiştiği rutin olmayan problemler olduğunu ifade etmişlerdir. Fermi problemlerinin de öğrencilerin varsayımlarda bulunmaları ve sistemli tahminler yapmalarını içeren açık uçlu ve rutin olmayan problem türü olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda ilkokul son sınıf öğrencilerinin matematiksel motivasyonunu etkilemeyi hedefleyerek Fermi problemleri aracılığıyla bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Dördüncü sınıf eğitimine devam eden 40 öğrenci ile dört haftalık deneysel bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerin varsayımlar ile çözümü gerçekleştirdiğini ve çözüm yolunun değişkenlik gösterdiğine değinmişlerdir. Araştırma sonucunda geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen matematik dersi grubu öğrencilerinin matematiksel motivasyonunun değişmediğini, Fermi problemlerini çözme ile uygulama yapılan grubun matematiksel

motivasyonunun ise yükseldiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar buradan hareketle derslerde Fermi problemleri kullanmanın matematik dersine karşı ilgi ve motivasyonu arttırabileceği yönünde öneride bulunmuşlardır.

Arıcan (2022) çalışmasında altıncı sınıfta öğrenim görmekte olan öğrencilerin Fermi problemleri üzerine geliştirdikleri modelleri ve problem bağlamının gerçek yaşamlarına yakınlığına göre incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla birçok farklı ilde yer alan devlet okullarında öğrenim gören 20 öğrenci için bir seçme sınavı uygulamıştır. Bu 20 öğrenci arasından Fermi problemleri üzerine geliştirilen modelleme ve problemlere ait yapılan açıklamalar incelenerek 12 öğrenci seçmişlerdir. Seçilen öğrenciler düşük, orta ve yüksek olmak üzere ve her seviyede ikişer tane öğrenci olacak şekilde altı gruba ayrılmıştır. Çalışmada iki vaka bulunmaktadır. Birinci vakada Fermi problemleri yakından uzağa olacak şekilde problem bağlamında sıralanmıştır. İkinci vakada ise tam tersi olarak uzaktan yakına doğru olacak şekilde problem bağlamında sıralanarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında öğrenci gruplarından yarı yapılandırılmış klinik mülakatlarla veri toplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre öğrencilerin yaşamlarına yakın olan Fermi problemlerini daha ayrıntılı çözdükleri ve gündelik yaşama ait bilgiler arasından bağlantı kurabildikleri görülmüştür. Birinci ve ikinci vaka arasında herhangi bir fark tespit etmedikleri dikkat çekmektedir.

Er (2022) çalışmasını yedinci sınıf öğrencilerinin Fermi problemleri kullanılarak gerçekleştirilen öğretim uygulamalarının öğrencilerin ölçüsel tahmin becerisinin gelişimi üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin tahmin ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesini sağlamak amacıyla yürütülen çalışmanın araştırma yöntemi eylem araştırması olarak belirlemiştir. Çalışma grubu olan yedinci sınıf öğrencileri belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemini kullanmıştır. Tüm yedinci sınıf öğrencilerinden ölçüsel tahmin becerisi düşük olan sınıfta yer alan öğrencilerle araştırmayı gerçekleştirmiştir. Araştırmada nicel veri toplama araçları olarak ölçüsel tahmin hazır bulunuşluk testi, öz değerlendirme formu, Fermi problemlerinin çözümünü içeren öğrenci ürün ve performanslarını kullanmıştır. Ayrıca açık uçlu problemlerin bulunduğu yarı yapılandırılmış ölçüsel tahmin görüşme formu, uygulama sonunda öğrencilerin yazdığı yansıtıcı günlükler, dersi gözlemleyen eğitici tarafından doldurulan gözlemci değerlendirme formu ve araştırmacı tarafından hazırlanan araştırma notları ile de nitel verileri elde etmiştir. Araştırma sonucunda yapılan uygulama doğrultusunda öğrencilerin ölçüsel tahmin becerilerinde büyük bir ilerleme olduğunu

tespit etmiştir. Ölçüsel tahmine ilişkin araştırmada yer alan Fermi problemlerini içeren zenginleştirilmiş öğretim uygulamalarının da bu gelişim üzerinde önemli ve olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Pekgöz (2023) çalışmasında yakından uzağa doğru tasarlanmış olan Fermi problemlerini kullanarak ortaokul altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerini incelemeyi amaç edinmiştir. Araştırmacı çalışmasında nitel araştırma metotlarından biri olan durum çalışmasını kullanmıştır. Çalışmada yedinci sınıflardan 26 ve altıncı sınıflardan 11 öğrenci yer almaktadır. Üç ya da beş kişilik olmak üzere dokuz grup oluşturmuştur. Çalışmayı 12 haftalık 24 ders saatini kapsayan bir sürede grup çalışmaları ve yapılan çözümlerin sunumu olarak yürütmüştür. Çalışmanın verileri çalışma kağıtları, çözümlere ait sunumlar ve ses kayıtları olarak toplanmıştır. Veriler analiz edilirken içerik analizinden yararlanılmıştır. Sonuç olarak da altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin Fermi problemlerine ilişkin farklı değişkenler belirlediklerini ortaya koymuştur. Buna ek olarak yakından uzağa doğru olacak şekilde tasarlanan Fermi problemlerinde kullanılan bağlamın öğrencilerin model oluşturma stratejileri üzerinde etkisi olduğunu da tespit etmiştir.

2.4.2. Problem Çözme Stratejisi ile İlgili Araştırmalar

Altun ve Arslan (2006) çalışmasını öğrencilere rutin olmayan problemlerde kullanılması gereken bilişsel stratejileri kazandırmak amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada yer alan stratejilerin; tahmin ve kontrol etme, sistematik liste oluşturma, problemi basitleştirme, bağlantı arama ve geriye doğru çalışma olmasına karar vermişlerdir. Bu stratejiler seçilirken öğrencilerin yaş gruplarını dikkate almışlardır. Çalışmayı deneysel olarak tasarlamış yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileriyle çalışmışlardır. Uygulama süresince yaklaşık olarak 50 tane rutin olmayan problem kullanmışlardır. Uygulamayı yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri arasından iki sınıf düzeyinde de on beşer öğrenci olacak şekilde ve başarı seviyelerine göre beşer tane öğrenci seçilerek gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilere 10 haftalık bir eğitim vermişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre bazı stratejilerin öğretiminin etkili olduğu ancak bazı stratejilerin herhangi bir farklılık ortaya çıkarmadığını görmüşlerdir. Ayrıca verilen strateji eğitiminin problem çözmeye yönelik tutuma anlamlı bir etkisinin olmadığını da tespit etmişlerdir.

Yavuz (2006) araştırmasını problem çözme strateji öğretimi gerçekleştirmenin öğrencilerin matematiğe karşı tutum, kaygı gibi duyuşsal özelliklere ve problem çözmeye yönelik olan akademik benlik algısına etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirmiştir. Duyuşsal özelliklerde ortaya çıkan değişimin öğrencilerin erişti düzeylerini hangi düzeyde etkilediğini de araştırmaya dahil etmiştir. Araştırmayı iki farklı lise türünden olmak üzere 32 dokuzuncu sınıf öğrencisi ile sekiz haftalık bir deneysel çalışma olarak gerçekleştirmiştir. Uygulamanın yapıldığı grup öğrencilerine tahmin ve kontrol etme, ilişki bulma ve değişken kullanma olmak üzere üç stratejinin öğretimini gerçekleştirirken kontrol grubuna sesli düşünme tekniği ile strateji öğretimi yapmıştır. Öğrencilere her strateji için onar problem sunmuş ve her bir strateji öğretimi için bir buçuk saatlik bir süre vermiştir. Araştırmanın verilerini toplamak için ölçme aracı olarak altı adet ölçek kullanmıştır. Kullanılan ölçme araçları; matematik başarı testi ve strateji belirlemeye yönelik sorular, matematiğe yönelik tutum ve bununla birlikte problem çözme üzerine akademik benlik ölçeği ve kişisel bilgi formu olarak sıralanmıştır. Araştırmanın verilerini t-testinden yararlanarak analiz etmiştir. Elde edilen verilere göre öğretim yapılan grupta yer alan öğrencilerin matematik tutumları ile problem çözmeye yönelik akademik benlik puanlarının arttığını görmüştür. Ancak bununla birlikte yapılan öğretimin öğrencilere ait matematik kaygı düzeylerinde anlamlı bir değişiklik meydana getirmediğini tespit etmiştir. Başarı düzeyinde meydana gelen artış problem çözme üzerine gerçekleştirilen strateji öğretiminin öğrencinin erişti düzeyine etkisi olduğu sonucunu vermiştir.

Şahin (2007) öğrencilerin problem çözme konusunda sorunlar yaşadığı ve bu sorunların başında da problem çözmek için uygun stratejiye karar verememek olduğunu ifade etmektedir. Bu amaçla çalışmada iş birlikli öğrenme modeli ve geleneksel öğretim teknikleri ile öğrenciler için ideal olan problem çözme stratejisinin ne derece yol gösterici ve öğretici olduğunu belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada sekizinci sınıf düzeyinde iki farklı grupta yer alan toplam 60 öğrenci ile çalışmıştır. Olasılık konusu ve problem çözme stratejileri uygulamanın yapıldığı grupta iş birlikli öğrenme yöntemi ile öğretirken, diğer grupta geleneksel öğretim yöntemleriyle öğretilmiştir. Uygulama sonunda her iki gruba da 15 farklı problem çözme stratejisini kapsayan açık uçlu ve günlük hayat problemlerini içeren 30 sorunun yer aldığı bir ölçme aracı uygulamıştır. Ek olarak uygulamanın yapıldığı grupta yer alan altı öğrenci ile yapılan etkinlikler üzerine görüşme yapmıştır. Araştırmanın sonucunda verilerin analiz edilmesiyle, problem çözme stratejileri

öğretiminde iş birlikli öğrenme yönteminin kullanılmasının geleneksel öğrenme yöntemlerine oranla öğrenmede daha fazla bir etki sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Gök ve Sılay (2009) çalışmalarında iş birlikli öğrenme yönteminde öğrenci grupları arasında cinsiyet açısından problem çözmede strateji kullanımlarında ve fizik başarılarında anlamlı bir farklılaşma meydana gelip gelmediğini incelemeyi amaçlamışlardır. Ortaöğretim 10. sınıf seviyesinde öğrenim gören 46 öğrenciyle çalışmışlardır. Ön test son test kontrol gruplu deneysel araştırma desenini kullanmışlardır. Bu çalışmanın verilerini problem çözme üzerine stratejilerin yer aldığı bir ölçek, fizik başarı testi ve bununla birlikte problem çözme yaprakları ile elde etmişlerdir. Uygulamada deney grubu öğrencilerine iş birlikli öğrenme yöntemi ile problem çözme stratejileri öğretimi gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen verilerden ulaşılan sonuçlara göre cinsiyet değişkenin öğrencilerin fizik başarısını etkilemediği gibi problem çözme stratejileri üzerinde de herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Şenol Özyiğit (2011) araştırmada yaratıcı drama tekniğinin kullanıldığı matematik dersi ile halihazırda uygulanan matematik dersi öğretim programının ilköğretim çağındaki öğrencilerin sahip oldukları benlik algıları, matematik başarıları ve problem çözme stratejileri üzerine bir etkisinin olup olmadığını incelemeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada ön ve son testin yapıldığı yarı deneysel araştırma modeli ile deney grubu öğrencilerine yaratıcı drama öğretim yöntemi üzerine bir uygulama gerçekleştirmiştir. Altıncı sınıflar arasından rastgele seçilen 24 öğrenci ile çalışmıştır. Nitel verileri görüşmeden elde edilen video ve ses kayıtlarını kullanılarak toplamış, nicel verileri ise benlik kavramı ölçeği ve matematik dersine ait bir başarı testi kullanılarak elde etmiştir. Verilerin analiz sonuçlarına göre yaratıcı drama tekniği ile gerçekleştirilen matematik öğretiminin, öğrencilerin matematik derslerindeki başarısına katkı sağladığı ve benlik kavramı düzeylerini olumlu olarak arttırdığını tespit etmiştir. Yaratıcı drama uygulamalarının öğrencilerin problem çözmede strateji kullanımlarını olumlu yönde etkilediği ve bu stratejileri kullanım frekanslarında da bir artış gözlemlendiğini ifade etmiştir.

Durmaz ve Altun (2014) ortaokul seviyesinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin problem çözme stratejilerini kullanma düzeylerini incelemeyi ve bu düzeylerin sınıf seviyesine göre bir farklılık oluşturup oluşturmadığını belirlemeyi, ayrıca strateji kullanma seviyeleri arasında anlamlı ilişkinin varlığını belirlemeyi amaçlamışlardır.

Öğrenciler daha önce problem çözme stratejisi konusunda herhangi bir eğitim almamıştır. Toplam 118 ortaokul öğrencisine problem çözme stratejilerinin her biri için bir tane problemin yer aldığı problem çözme testi uygulamışlardır. Bu testte rutin olmayan problemler yer almaktadır. Verileri toplarken tarama modelini kullanmışlardır. Çalışmada 18 problem çözme stratejisine yer vermişlerdir. Stratejilerden her birinin puanları tek tek kullanılarak yüzdeleri, aritmetik ortalamaları ve puanların korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre en yüksek oranda yüzdesel olarak kullanılan problem çözme stratejisinin bağıntı (örüntü) arama stratejisi, en az oranda yüzdesel olarak kullanılan stratejinin ise ilk olarak tablo yapma daha sonra eleme ve en son olarak diyagram (şekil) çizme stratejileri olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte stratejilerin çoğunda olduğu gibi muhakeme etme ve tahmin - kontrol etme stratejileri arasında anlamlı düzeyde pozitif yönde bir ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kayapınar (2015) öğretim programında önemi üzerinde durulan iki kavramın öz düzenleme ve matematiksel problem çözme becerisi olduğuna değinmiştir. Bu iki becerinin birbiri ile olan etkileşimi ve problem çözme stratejileri yoluyla kazanılan bu becerilerin öğrencilerin akademik başarısı üzerine herhangi bir etkisinin bulunup bulunmadığını incelemeyi amaçlamıştır. Ön test son test kontrol gruplu deneysel desen olarak tasarlanan çalışmada ilkokul dördüncü sınıfta eğitimine devam eden 56 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Çalışmada öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek ve bu sayede öz düzenleme becerilerini arttırmak amacıyla 10 hafta boyunca strateji öğretimi gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonunda uygulama yapılan deney grubu öğrencilerinin problem çözme stratejilerinin yanı sıra matematik başarı testindeki başarılarında da arttığını görmüştür. Ayrıca gerçekleştirilen problem çözme stratejileri öğretiminin uygulama yapılan gruba ait öğrencilerde bulunan öz yeterlik inanç ve üstbilişsel öz düzenleme yetenekleri üzerinde de olumlu bir etki oluşturduğunu ifade etmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın sonuçlarına göre, yapılan uygulamanın öğrencilerin problem çözme ile üstbilişsel öz düzenleme becerilerini ve matematiğe karşı başarıları ile öz yeterliğe karşı olan inançlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Bunun yanında öğrencilerin strateji kullanmaları üzerine yürütülen öğretimin herhangi bir etki oluşturmadığını tespit etmiştir.

Özgen vd. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışma, ortaokulda öğrenim görmekte olan öğrencilerin öğrenme stillerini ve matematik problemi çözme tutumlarını cinsiyet, matematik notu, sınıf seviyesi ile matematiğin gerçek hayatta kullanmaya

yönelik algıları açısından incelemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Alan taraması modelinin kullanıldığı araştırmada ortaokulda eğitimine devam eden 725 öğrenci ile çalışmışlardır. Veri toplamak amacıyla kullanılan ölçekler; öğrenciye ait kişisel bilgi formu, tutumlarının ne olduğunu ortaya koymak amacıyla matematik problemi çözmeye yönelik tutum ölçeği ve Kolb öğrenme stili ölçeğidir. Ölçeklerden elde edilen verilerin analizi doğrultusunda öğrencilerin değişikliği benimseyen ve yerleştiren öğrenme tarzını benimsedikleri sonucuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte öğrencilerin cinsiyet değişkeni açısından öğrenme stillerinde ve sınıf seviyesi açısından problem çözme üzerine tutumlarında herhangi bir farklılığın bulunmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca matematik ders başarıları ve matematiği gerçek hayatta kullanmaya yönelik algıları açısından da öğrenme tarzlarının ve problem çözme tutumlarının anlamlı bir farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Öğrencilerin matematik problemi çözmeye yönelik tutumlarında olumlu bir farklılaşma gerçekleştikçe akademik ders başarılarının da arttığı görmüşlerdir. Son olarak da öğrencilerin matematiği gerçek hayatta kullanma algıları değiştikçe öğrenme stillerinin bu doğrultuda farklılaştığını tespit etmişlerdir.

Temel (2018) son yıllarda literatürde ön plana çıkan iki önemli kavramın problem çözme stratejileri ve matematik okuryazarlığı olduğu düşüncesine yer vermiştir. Çalışmada problem çözme stratejilerinin matematiksel düşünme sürecinde kullanılan beceriler açısından gruplandırılması amacıyla alanyazında en fazla bulunan problem çözme stratejilerini sınıflandırmıştır. Bununla beraber uygulanan problem çözme stratejileri öğretiminin öğrenciler üzerinde nasıl bir etki oluşturduğu ve bu stratejiler ile matematik okuryazarlığı arasında bir ilişkinin var olup olmadığı belirlemiştir. Çalışmayı 42 tane ortaokul sekizinci sınıf öğrencisi ile yarı deneysel araştırma desenini kullanarak gerçekleştirmiştir. Problem çözme strateji eğitimi beş hafta (10 ders saati) boyunca sürmüştür. Araştırmanın nicel verilerini matematik okuryazarlık testi ve problem çözme testi ile toplamıştır. Bununla birlikte araştırmanın nitel verileri içinde problem çözme başarı son testinde yer alan öğrenci çözümlerini kullanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre uygulanan problem çözme strateji öğretiminin öğrencilerin problem çözme strateji kullanım becerileri ile matematik okuryazarlıklarını olumlu yönde etkilediği ve bu becerilerini arttırdığını tespit etmiştir.

2.4.3. Problem Çözme ve Üstbiliş ile İlgili Araştırmalar

Özsoy (2007) çalışmada beşinci sınıf seviyesindeki öğrencilere üstbiliş stratejileri üzerine bir öğretim gerçekleştirerek öğrencilerin problem çözme performansı üzerine

etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Buna ek olarak üstbiliş strateji öğretiminin Polya'nın belirttiği problem çözmenin dört basamağından problemin ne olduğunu anlama, problemin çözümü için bir plan yapma, yapılan planı uygulanma ve kontrolün başarı üzerindeki etkisini de araştırmıştır. Çalışmada ön test son test kontrol gruplu deneysel deseni kullanmıştır. 47 öğrenciyle yürütülen çalışmada öğrencilere dokuz hafta süresince üstbiliş stratejilerini kazandırmayı hedeflemiştir. Çalışmada verileri toplamak amacıyla üstbilişsel beceri ve bilgi ölçeği ile problem çözme başarı testini kullanmıştır. Verilerin analizinde varyans analizi (ANOVA) ile t-testinden yararlanmıştır. Verilerin analizi sonucunda uygulama yapılan grubun öğrencilerinin üstbilişsel becerilerinde ve problem çözme başarılarında artış olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca bu artışın uygulamanın yapılmadığı diğer gruba oranla daha yüksek seviyede olduğunu da tespit etmiştir. Buna ek olarak problem çözme başarı testine göre plan yapma aşamasındaki puan artışının diğer aşamalara oranla daha yüksek olduğunu vurgulamıştır. Kontrol grubunda herhangi bir anlamlı değişiklik bulmamıştır. Sonuç olarak üstbilişsel problem çözme etkinlikleri kullanılarak yapılan üstbiliş stratejileri üzerine gerçekleştirilen öğretimin beşinci sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin problem çözme başarıları üzerinde olumlu yönde etkilediği ve problem çözme başarılarını arttırdığını ifade etmiştir.

Benzer bir çalışma da Bozan (2008) ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi basınç konusu üzerine problem çözme etkinlikleri uygulaması yapılmasının öğrencilerin ders başarısına, fen ve teknoloji dersine, üstbilişsel becerilere ve problem çözmeye yönelik tutumlarına etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirmiştir. Çalışmanın deney grubu olarak 116 öğrenci ve kontrol grubu olarak ise 153 tane öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Yarı deneysel desen olarak tasarlanmış bir çalışmadır. Uygulama grubu öğrencilerine problem çözme destekli bir öğretim yapılmış ve araştırma sonunda öğrencilerle görüşmeler yaparak çalışmadan nicel ve nitel olmak üzere iki tür veriler elde etmiştir. Araştırmanın verilerinin sonuçları incelendiğinde problem çözme üzerine yapılan etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimini sağladığı ve problem çözmeye yönelik başarılarını arttırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte gerçekleştirilen uygulamanın öğrencilerin fen ve teknoloji dersi ile problem çözmeye yönelik tutumları ve üstbilişsel becerilerini geliştirmelerine katkı sağladığını ifade etmiştir.

Memiş ve Arıcan (2013) çalışmasını ortaokul beşinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin matematiksel üstbiliş seviyelerinin cinsiyet ve ders başarısı değişkenleri

yönünden aralarındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. 387 öğrenci ile çalışmışlardır. Verilerin toplamak için matematik başarı testi ve bilişüstü bilgi-beceri ölçeklerinden yararlanmışlardır. Korelasyonel olarak tasarlanan araştırmada ilişkisel tarama modelini kullanmışlardır. Sonuç olarak öğrencilerin sahip olduğu bilişüstü bilgi ve becerilerin olması gerektiği seviyede olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte üstbilişsel bilgi ve üstbilişin aşamalarından biri olan üstbilişsel kontrol arasında yüksek seviyede istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin var olduğunu görmüşlerdir. Cinsiyet değişkeni açısından kız öğrencilerin durum bilgisi, üstbiliş toplam, planlama ve yordam bilgisi puanlarının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca matematik ders başarısının bilişüstü bilgi ve beceri üzerinde oldukça önemli bir etkisinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Aydemir ve Kubanç (2014) çalışmasını ilkokul öğrencilerinin rutin olmayan matematiksel sözel problemlerin çözüm basamaklarında gösterdikleri üstbilişsel davranışları incelemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında ilkokulda öğrenim gören 108 öğrenci ile klinik görüşmeler yapılarak verileri toplamışlardır. Araştırma da ilk önce öğrencilerden problemleri sesli olarak çözmelerini istemişlerdir. Daha sonra da soruları doğru cevaplayanlardan üstbilişsel becerilerini kullanan ve soruları yanlış cevaplayanlardan üstbilişsel becerilerini kullanmayan öğrenciler arasından rastgele öğrenciler seçmişlerdir. Sonuç olarak üstbilişsel becerilerini kullanan öğrencilerin problemlerin tekrar ifade edilmesinde kendi cümlelerini kullanabildiği, problemlerdeki verileri açık ve doğru bir şekilde analiz edebildiği, problemleri başka stratejileri kullanarak çözebildiği ve bilgiyi transfer edebilme gibi üstbilişsel becerileri sergilediklerini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte üstbilişsel becerilerini yeteri kadar kullanamayıp soruları doğru cevaplayamayan öğrencilerin problemi yeterince anlayamadıkları, yanlış strateji belirlediği, tesadüfi olarak sonucu bulmaya çalıştıkları ve hata yaptıklarını görmüşlerdir.

Özcan (2014) üstbilişin son zamanlarda matematik eğitiminde önemli bir yeri olduğunu belirtmiştir. Ayrıca üstbilişi ölçmek için kullanılan ölçme araçlarının hangisinin daha uygun olduğunun da tartışıldığını ifade etmiştir. Bu amaçla öğretmen ve öğrencilerin değerlendirmelerinde kullanılan formlardan hangisinin matematik başarısını daha iyi yordadığını tespit etmeye çalışmıştır. Yapılan iki çalışmadan birincisinde öğrencilerin matematik başarıları raporlarında yer alan puanları kullanarak ölçmüştür. İkinci çalışmada ise seviye belirleme sınavından alınan puanlar kullanılarak daha standart bir

test ile ölçümü gerçekleştirmiştir. 408 öğrenci ile çalışmayı yürütmüştür. İkinci çalışmaya altıncı sınıf öğrencilerinden sadece SBS'ye katılan öğrencileri dahil etmiştir. Sonuçlara göre üstbiliş öğrenci formu ve matematik ders başarıları arasındaki ilişki incelendiğinde anlamlı düzeyde bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Ancak üstbiliş öğrenci formunun öğrencilerin matematik puanlarını yordamadığını tespit etmiştir. Buna ek olarak öğrencilerin değerlendirilmesinde üstbiliş değerlendirme formu yerine öğretmen değerlendirmelerinin matematik başarısının temel yordayıcısı olduğunu da vurgulamıştır.

Yıldız ve Güven (2016) ülkemiz Matematik Dersi Öğretim Program'larında problem çözmenin öneminin vurgulandığını ifade etmişlerdir. Üstbilişsel becerisi yüksek olan öğrencilerin problem çözmede daha iyi performans gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bu sebeple bu çalışmada matematik öğretmenlerinin problem çözme esnasında öğrencilerin üstbilişsel becerilerini arttırmaya yönelik davranışlarını incelemeyi amaçlamışlardır. Ortaokulda çalışan dört öğretmen ile nitel ve nicel veri analizleri kullanılarak verileri toplamışlardır. Sonuç olarak öğretmenlerin büyük bir kısmının öğrencilerin üstbilişsel becerilerini harekete geçirmeye yönelik davranışlarının plan hazırlama adımıyla yoğunluk gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Adagideli ve Eder (2017) okul öncesi çağı çocuklarının problem çözmeye yönelik yapılan etkinliklerde sergiledikleri üstbilişsel düzenleme becerilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Okul öncesi çağı çocuklarının üstbilişsel düzenleme becerilerini belirlemek amacıyla çocukları kendi doğal yaşam ortamlarında gözlemsel metodoloji ile incelemişlerdir. Çalışmada 43-73 aylık arasındaki yaş grubunda bulunan 27 çocuk yer almıştır. Veriler matematiksel problem çözme üzerine yapılan etkinlikler esnasında çocukların sergiledikleri üstbilişsel becerilerden (planlama, izleme, kontrol ve değerlendirme) bazılarını sahip oldukları sonucunu vermiştir. Buna ek olarak üstbilişsel düzenleme becerileri olan bir hedefi belirleme, var olan hataları bulma ve gerçekleştirilen ilerlemenin izlenmesi gibi becerilerin çocuklar tarafından daha çok kullanıldığını görmüşlerdir. Araştırmanın sonuca göre okul öncesinde öğrenim gören çocukların üstbilişsel düzenleme ve problem çözme becerileri karşılaştırıldığında ikisi arasında olumlu düzeyde ve kuvvetli bir ilişkinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Arsuk (2019) çalışmasını ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine problem çözme ve üstbiliş üzerine gerçekleştirdiği strateji öğretiminin öğrencilerin sahip olduğu üstbilişsel farkındalık, ders başarısı ile problem çözme becerileri üzerine olan etkisini ortaya

koymak amacıyla gerçekleştirmiştir. Öğrencilere dokuz hafta boyunca 18 saat süren eğitimler verilmiştir. Çalışmada ön test son test kontrol gruplu deneysel bir desen kullanmıştır. Uygulama yapılacak olan deney grubundan bir tanesine üstbiliş destekli problem çözme stratejileri eğitimi verip diğer deney grubuna yalnızca problem çözme stratejileri üzerine bir eğitim vermiştir. Kontrol grubuyla herhangi bir uygulama gerçekleştirmemiştir. Elde edilen verilerin analizleri sonucunda üstbiliş stratejileri ile verilen problem çözme stratejileri öğretimi yapılan grubun öğrencilerinin üstbiliş stratejileri kullanmalarında ve problem çözme becerilerinde anlamlı bir yükseliş tespit etmiştir. Bununla birlikte yalnızca problem çözme stratejileri üzerine uygulama öğretimi yapılan grubun yalnızca problem çözme becerilerinde bir yükseliş saptamıştır. Buradan hareketle üstbiliş destekli problem çözme stratejileri üzerine gerçekleştirilen öğretimin uygulama yapılan gruba ait öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve olumlu bir etki oluşturduğu ifade etmiştir.

Yılmaz ve Zengin (2019) araştırmanın amacını beşinci sınıf öğrencilerine kesirler konusunu öğretirken bilgisayar yazılımından yararlanılmasının öğrencilerden üstün yetenekli olanların matematik ders başarılarına etkisini ve üstbiliş becerilerindeki rolünü incelemek olarak belirlemişlerdir. Nicel bir çalışma olarak tasarlanan araştırmayı nitel verilerle de desteklemişlerdir. Çalışmayı da Bilim Sanat Merkezinde öğrenim görmekte olan 24 öğrenci ile dört haftalık bir süreyi kapsayan yarı deneysel desen olarak gerçekleştirmişlerdir. Başarıyı ölçmek amacıyla bir test, üstbiliş ölçeği ile yarı yapılandırılmış bir görüşme formu kullanılarak araştırmanın verilerini toplamışlardır. Verilerin analizi sonucunda ders işleme sürecinde bilgisayar destekli öğretim yazılımının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarını arttırarak olumlu bir etki sağladığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerle görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre de farklı başarı düzeyinde yer alan öğrencilerin bilgisayar destekli öğretim ile çalışmanın daha keyifli olduğunu hem bilişsel hem de duyuşsal olarak gelişimlerine katkı sağladığını ifade ettiklerini belirtmişlerdir.

Özcan ve Gümüş (2019) çalışmanın amacını ortaokulda öğrenim görmekte olan öğrencilerin matematiğe karşı kaygısı, matematik öz yeterlik algısı ve üstbilişsel deneyim gibi bilişsel olmayan faktörlerin matematik problemlerini çözmede doğrudan veya dolaylı olarak etkilerini açıklamak olarak belirlemişlerdir. Bu amaçla 517 tane ortaokul yedinci sınıf öğrencisi ile çalışmışlardır. İki aşamalı yapısal eşitlik modellemesinin kullanıldığı çalışmada bilişsel olmayan değişkenler ile problem çözme arasındaki ilişki

incelemişlerdir. Elde edilen verilerin analizinde üstbilişsel deneyimin matematiksel problem çözme üzerinde doğrudan etkisi olmayan tek değişken olduğu ve öz yeterlik, motivasyon ile matematik kaygı performansı üzerinde etkin rol oynadığını tespit etmişlerdir. Motivasyon ve matematik kaygısının, öz yeterlik yoluyla matematiksel problem çözme başarılarına dair dolaylı bir etki oluşturduğunu görmüşlerdir.

Sevgi ve Çağlıköse (2020) ortaokul altıncı sınıfta eğitime devam eden öğrencilerin kesir problemlerinin çözüm süreçlerinde kullandıkları üstbiliş becerileri incelemişlerdir. Araştırmada öğrenciler üstbiliş ölçeğinden aldıkları puanlara göre üç kademeye ayrılmıştır ve bu gruplardan rastgele seçilen dokuz öğrenci ile çalışmayı yürütmüşlerdir. Öğrencilerin beş kesir problemine verdikleri cevaplar, mülakat sonucunda elde edilen veriler ile gözlem formunun sonuçları doğrultusunda araştırmanın bütün verilerine ulaşmışlardır. Öğrencilerin problemlerin çözüm sürecinde kullandıkları üstbilişsel becerileri tahmin, izleme, planlama ve değerlendirme kategorilerine göre analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre altıncı sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecinde üstbilişsel becerilerini bütün kategorilerde kullandıklarını görmüşlerdir. Bu kategorilerin en çok kullanılanlarını ilk olarak izleme, daha sonra tahmin ve en sonda planlama becerileri olarak tespit etmişlerdir. Bununla birlikte problem çözme sürecinde üstbilişsel becerilerini kullanan öğrencilerin bu becerilerini kullanmayan öğrencilere oranla daha yüksek düzeyde bir başarı gösterdiklerini belirtilmiştir. Ancak üstbilişin kategorilerinden değerlendirme ve problem çözme başarı düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişki tespit etmemişlerdir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

Araştırmada yer alan bu bölümde, araştırma deseninin ne olduğu, araştırmanın gerçekleştirildiği çalışma grubu ve özelliklerinin neler olduğu, araştırmada hangi veri toplama araçlarının kullanıldığı, verilerin nasıl toplandığı ve analiz edilme yöntemleri açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerine Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeyine, problem çözme başarısına ve matematik problemi çözmeye yönelik tutumuna etkisi incelenmek istendiğinden nicel bir araştırma yöntemi olan ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desenlerden biri olan eşleştirilmiş desen, seçkisiz atamanın yapılmadığı ve tarafsız bir atama yapılmadan halihazırda var olan gruplardan ikisinin birtakım değişkenler bağlamında eşleştirildiği bir çalışma türüdür (Büyüköztürk vd., 2020, s.216). Bu durum bir sınırlama olsa da seçkisiz atamanın yapılmasının mümkün olmadığı durumlarda alternatif olarak kullanılabilir (Büyüköztürk vd., 2020, s.216).

Araştırmada Fermi problemleri kullanarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimi bağımsız değişken; üstbilişsel deneyimleri, problem çözme başarıları ve matematik problemi çözme tutumları ise bağımlı değişkenler olarak belirlenmiştir.

Tablo 1*Araştırma Modeli*

Gruplar	Ön Test	Uygulama	Son Test
Deney Grubu	Üstbilişsel Deneyim Ölçeği		Üstbilişsel Deneyim Ölçeği
	Problem Çözme Başarı Testi	Problem Çözme Stratejileri Öğretimi	Problem Çözme Başarı Testi
	Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği		Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği
Kontrol Grubu	Üstbilişsel Deneyim Ölçeği		Üstbilişsel Deneyim Ölçeği
	Problem Çözme Başarı Testi	Geleneksel Öğretim Yöntemi	Problem Çözme Başarı Testi
	Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği		Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği

3.2. Araştırma Grubu

Bu araştırmanın evreni İstanbul ilinde bulunan devlet okullarında öğrenimine devam etmekte olan ortaokul yedinci sınıf düzeyindeki öğrencilerdir. Bununla birlikte araştırmanın örneklemi ise, İstanbul ilinde yer alan bir devlet ortaokulunda yedinci sınıf seviyesinde öğrenim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Bu çalışmada araştırmacının amacı ulaşılabilirliği kolay olan bir örneklem grubundan veri toplamak olduğu için örnekleme yöntemi olarak uygun örnekleme yöntemi seçilmiştir ki bu yöntem aynı zamanda para, iş gücü ve zaman açısından herhangi bir kayıp yaşamamak için kullanışlı bir yöntemdir (Büyüköztürk vd., 2020). Araştırmada yer alan ve deney ve kontrol olarak belirlenen çalışma gruplarının matematik performansı açısından birbirine eş gruplar olmasına dikkat edilmiştir. Öğrencilerin 2022-2023 yılı birinci dönem matematik uygulamaları dersi yazılı not ortalamaları grupların eş olup olmadığını kontrol etmek için kullanılan matematik performansı değişkenidir. Ayrıca öğrencilere uygulanan ön test sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel düzeyde anlamlı bir farkın bulunmaması sebebiyle grupların eş olduğuna karar verilmiştir. Bu değişkenler açısından eş olan gruplar arasında herhangi birinin deney grubu diğerinin ise kontrol grubu olacağı ataması seçkisiz olarak belirlenmiştir. Uygulamanın yapıldığı deney grubu 24 öğrenci (8 kız, 16 erkek), kontrol grubu ise 26 öğrenci (12 kız, 14 erkek) olmak üzere toplamda 50 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerine problem çözme

strateji öğretimi yapılmış olup kontrol grubu öğrencilerine herhangi bir problem çözme strateji öğretimi yapılmamış ve geleneksel öğretim ile matematik problemlerinin çözümleri gerçekleştirilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın analizini gerçekleştirmek için kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan verileri toplamak amacıyla bu çalışmada; problem çözme başarı testi (PÇBT), üstbilişsel deneyim ölçeği (ÜDÖ) ve matematik problemi çözme tutum ölçeğinden (MPÇTÖ) yararlanılmıştır.

3.3.1. Problem Çözme Başarı Testi

Problem çözme başarı testi (PÇBT), araştırmada öğrencilerin matematik problemi çözme başarısını ölçmek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanmış ve uygulamaya başlamadan önce ve uygulama gerçekleştirildikten sonra olmak üzere iki defa deney ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. PÇBT testi oluşturulurken ilk olarak 20 açık uçlu soru araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Sorular oluşturulurken problem çözme başarısına dair alanyazında yer alan çalışmalarda kullanılan problemler, ortaokul öğrencilerine uygun düzeyde olan farklı matematik ders kaynaklarında karşılaşılan problemler ile alanyazında yer alan Fermi problemlerinden esinlenilmiştir. Oluşturulan 20 açık uçlu sorunun dört tanesi Fermi problemleri olarak tasarlanmıştır. Daha sonra sorular, kapsam geçerliği, sınıf seviyesine uygunluğu, her bir problem için en uygun olduğu düşünülen problem çözme stratejisinin belirlenmesi, soruların bir çözümünün olup olmadığı açısından uzman görüşü alınması amacı ile üç matematik eğitimi alan uzmanına gönderilmiştir. Ayrıca oluşturulan Fermi problemleri için bu konu üzerinde uzmanlaşmış uluslararası bir matematik eğitimi uzmanından görüş alınmıştır. Uzman görüşü doğrultusunda bu testin öğrencilere bir ders saati süresinde uygulanması planlandığı için 20 soruluk başarı testi 10 soruya düşürülmüştür. 10 soru belirlenirken uzman görüşleri doğrultusunda gelen cevaplara istinaden alanyazından en çok kullanıldığı belirlenen tahmin etme, problemi basitleştirme, tahmin ve kontrol etme, şekil-diyagram çizme stratejileri ile çözümlerinin en uygun olduğu düşünülen problemler seçilmiştir. Ayrıca bu araştırmada kullanılan problem çözme stratejisi öğretimi uygulaması da bahsi geçen dört stratejinin kullanımını odağına almaktadır. Bu stratejilerle çözümü gerçekleştirilmesine en uygun olduğu düşünülen problemlerin seçilmesinde bir diğer amaç ise Fermi problemlerinin doğası gereği diğer problem çözme stratejileri arasından bahsi geçen dört

stratejinin en uygun stratejiler olmasıdır. Ancak öğrencilerin bu dört strateji dışında başka problem çözme stratejisi kullanmaları durumu da göz önünde bulundurulmuştur. PÇBT'nin en son formu verilirken Fermi problemlerinin çözümünde tahmin etme stratejisinin kullanımı dikkate alınarak diğer üç strateji ile çözülebilen ikişer soru seçilmiş ve toplamda sekiz maddelik açık uçlu hali oluşturulmuştur (EK-7). PÇBT'nin puanlanması için problem çözme bütüncül skora rubriği (EK-8) ve araştırmacı tarafından alanyazından faydalanılarak hazırlanan Fermi problemlerinin puanlanması rubriği kullanılmıştır. Ayrıca iki farklı puanlayıcı tarafından da değerlendirme yapılmış ve puanlayıcılar arası güvenilirliği belirlemek amacıyla da Kappa istatistiği kullanılmıştır. Bununla birlikte testte yer alan sekiz maddenin her biri için madde güçlük analizi yapılmıştır. Madde güçlük indeksi 0 ile 1 arasında değişir ve yorumlaması 0 çok zordan 1 çok kolaya doğru giden bir anlam içermektedir (Salkind, 2017). Açık uçlu soruların yer aldığı testlerde ideal madde güçlüğü 0.50 civarında olması gerektiği belirtilmiştir (Lord, 1952 akt. Lehmann ve Mehrens, 1991). Bu durumda PÇBT'de yer alan maddeler için yapılan madde güçlük indeksine göre birinci madde 0,53 (orta), ikinci madde 0,48 (orta), üçüncü madde 0,25 (zor), dördüncü madde 0,67 (kolay), beşinci madde 0,22 (zor), altıncı madde 0,40 (ortaya yakın), yedinci madde 0,65 (kolay), sekizinci madde 0,42 (orta) ve testin ortalama madde güçlüğü de 0,45 ortaya yakın olarak hesaplanmıştır.

3.3.2. Üstbilişsel Deneyim Ölçeği

Üstbilişsel deneyim ölçeği (ÜDÖ), öğrencilerin matematik problemine ilişkin mevcut üstbilişsel duygu ve yargılarını değerlendirmek amacıyla hazırlanmış, Efkides vd. (2006) tarafından geliştirilmiş ve Aşık (2009) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. ÜDÖ uygulamaya başlamadan önce ve uygulama işlemi gerçekleştirildikten sonra iki defa hem deney grubunda yer alan öğrencilere hem de kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Ölçek beş maddeden oluşmaktadır ve bu maddeler öğrencilerin bilme hislerini, aşinalık hislerini, zorluk hislerini, tahmini çabayı ve tahmin edilen çözümün doğruluğunu ölçmek için tasarlanmıştır. Ölçek ilgili problemler çözülmeden önce maddelere cevap verilerek uygulanır. Tüm sorular dörtlü Likert tipinde olup cevaplar (1) hiç, (2) biraz, (3) oldukça ve (4) çok olarak derecelendirilmiştir. Zorluk hissi ve tahmini çabayı gösteren maddeler ters maddelerdir. Aşinalık hissi, bilme hissi ve tahmin edilen çözümün doğruluğu için yüksek puanlar probleme ilişkin olumlu duyguları ifade ederken zorluk hissi ve tahmini çaba için düşük puanlar olumlu duyguları ifade etmektedir. İleriye dönük ve geriye dönük olmak üzere ölçeğin uygulama öncesi ve sonrasında uygulanması

tavsiye edilmiştir. Özcan (2015) tarafından Üstbilişsel deneyim ölçeğinin ileriye dönük ve geriye dönük güvenirlik katsayıları 0.76 ve 0.82 olarak raporlandırılmıştır. Bu çalışmada hesaplanan güvenirlik katsayısına ise çalışmanın geçerlik ve güvenirlik başlığı altında yer verilmiştir.

3.3.3. Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği

Matematik problemi çözme tutum ölçeği (MPÇTÖ), ortaokul öğrencilerinin matematik dersi problemi çözme üzerine sahip oldukları tutumları tespit etmek amacıyla Çanakçı (2008) tarafından geliştirilmiş ve güvenirliği 0.84 olarak raporlandırılmıştır. Ölçekte 19 madde bulunmaktadır ve ölçeğin iki alt boyutu mevcuttur. Birinci alt boyutta 10 madde bulunmaktadır. Bu maddeler öğrencilerin probleme karşı ve problem çözmeye yönelik hoşlanma tutumlarını (Hoşlanma Boyutu) ölçmektedir. İkinci alt boyutta ise dokuz madde yer almaktadır. Bu maddeler ise öğrencilerin problem çözme sürecinde kendini, ders öğretmenini ve problem çözme sürecini değerlendirdikleri tutumlarını (Öğretim Boyutu) kapsamaktadır. Bu ölçek beşli Likert tipinde bir ölçektir. Derecelendirilmesi ise tamamen katılıyorum (5), katılıyorum (4), kararsızım (3), katılmıyorum (2) ve kesinlikle katılmıyorum (1) biçiminde yapılmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması

Araştırma kapsamında verilerin toplanma süreci öncesinde gerçekleştirilen pilot uygulama ve sonrasında yapılan veri toplama araçlarındaki düzenlemeler ve deneysel sürece ilişkin gerekli açıklamalar bu bölümde yer almaktadır.

3.4.1. Pilot Uygulama

Çalışmanın geçerliliğini test etmek ve uygulama öncesinde deneysel süreç ile ilgili aksaklıkları tespit etmek amacıyla pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama esnasında araştırmacı sürece ilişkin deneyimler kazanmış ve veri toplama araçlarını test etmiştir. Öncelikle öğrencilere ön testlerin uygulanmasıyla başlayan pilot uygulama süreci haftalık iki ders saati olmak üzere toplamda 16 saatlik bir uygulama olup sekiz hafta süresince gerçekleştirilmiştir. Ardından son testlerin uygulanmasıyla da süreç sonlandırılmıştır.

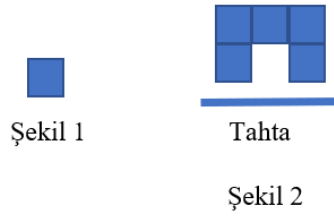
Pilot uygulamada sadece deney grubu yer almış ve bu gruba problem çözme stratejileri öğretimi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulamaya katılan 12 öğrenciye uygulama işlemi gerçekleştirilmeden önce ön test ve uygulama yapıldıktan sonra son test olarak MPÇTÖ, ÜDÖ ve PÇBT sırasıyla uygulanmıştır. Dört ders planından oluşan

uygulamada her bir ders planı uygulaması ikişer haftalık oturumlarda gerçekleşmiştir. Yapılan pilot çalışma uygulaması bitiminde ihtiyaç görülmesi üzerine veri toplama araçlarında birtakım düzeltmeler yapılmıştır. Bu kapsamda PÇBT ikinci sorusunun düzeltme gerektirdiğine karar verilmiştir. Düzeltmenin sebebi ise öğrencilerin soru kökünde ifade edilen açıklamaya göre beklenen çözüm yolu dışında çözüm yolları bulmalarıdır. Yapılan düzenlemelerden sonra araştırmanın uygulama aşamasına geçilmiştir. Şekil 1’de problemin düzenleme öncesindeki hali ve Şekil 2’de yeni hali verilmiştir.

Şekil 1

Pilot Çalışmada Yer Alan Problem

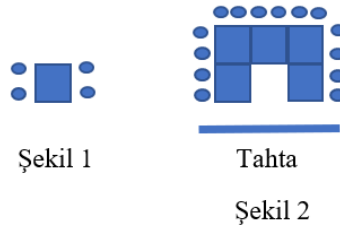
Bir sınıfta öğrenciler Şekil 1’deki gibi kare masalarda yan yana ikişerli olmak üzere karşılıklı ve bir masada en fazla 4 öğrenci olacak şekilde küme düzeninde oturmaktadır. Öğretmen oturma planında değişiklik yapmış ve masaları Şekil 2’deki gibi birleştirerek U oturma planı düzenine geçmiştir. Öğrencilerin hiçbirisi yeni oturma planında aynı masada karşılıklı oturamayacaktır. Buna göre 26 öğrencinin sığabilmesi için kaç masaya ihtiyaç vardır?



Şekil 2

Pilot Çalışmada Yer Alan Problemin Düzenlenmiş Hali

Bir sınıfta öğrenciler Şekil 1’deki gibi kare masalarda karşılıklı olarak küme düzeninde oturmaktadır. Öğretmen oturma planında değişiklik yapmak istemiş ve masaları Şekil 2’deki gibi birleştirerek U oturma planı düzenine geçmiştir. U oturma planında öğrenciler bazı şartlara uygun oturmalıdır. Bu şartlara göre karşılıklı oturulmamalıdır, masanın bir kenarında yan yana ikişerli olarak oturulmalıdır ve hiçbir öğrencinin sırtı tahtaya dönük olmamalıdır. Buna göre 26 kişilik bir sınıfta bu şartlara uygun oturma planını tasarlamak için bir öğretmenin kaç masaya ihtiyacı vardır?



3.4.2. Deneysel Süreç

Araştırmanın deney grubu üzerinde yapılan asıl uygulama her hafta olmak üzere iki ders saati süresince toplamda sekiz hafta üzerinden 16 ders saati sürmüştür ve bu süreçte deney grubunda bulunan öğrencilere problem çözme stratejisi üzerine bir öğretim yapılmıştır. Araştırma kapsamında ilk çalışmaya dahil edilecek grupların denklikleri test edilmiştir. Çalışmadaki grupların denklikleri öğrencilerin 2022-2023 yılı birinci dönem matematik uygulamaları dersi yazılı not ortalamaları kullanılarak test edilmiştir. Denk olduğu tespit edilen iki gruptan bir tanesinin uygulamanın yapılacağı deney grubu diğerinin ise kontrol grubu olmasına karar verilmiştir. Uygulamanın öğretim süreci araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Ders planları araştırmacı tarafından hazırlanarak iki haftalık oturumlar olarak düzenlenmiştir. Sekiz hafta süresince uygulanan haftalık çalışma planı ve hangi strateji üzerine çalışıldığı aşağıda yer almaktadır.

1. Hafta: Tahmin Etme Stratejisi
2. Hafta: Tahmin Etme Stratejisi
3. Hafta: Diyagram-Şekil Çizme Stratejisi
4. Hafta: Diyagram-Şekil Çizme Stratejisi
5. Hafta: Tahmin ve Kontrol Etme Stratejisi
6. Hafta: Tahmin ve Kontrol Etme Stratejisi
7. Hafta: Problemi Basitleştirme Stratejisi
8. Hafta: Problemi Basitleştirme Stratejisi

3.4.2.1. Deney Grubu Süreci

Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimine ilişkin yapılan araştırmada deney grubu öğrencileriyle sekiz haftalık bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmada yedinci sınıfta eğitimine devam etmekte olan 24 tane öğrenci ile uygulama süreci gerçekleştirilmiştir. Bu grupta yer alan öğrencilerden 16 tanesi erkek ve 8 tanesi kız öğrencidir. Uygulama öncesinde ve sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilere sırasıyla MPÇTÖ, ÜDÖ ve PÇBT uygulanmıştır.

Tablo 2’de veri toplamak için ayrılan iki haftalık sürenin dahil edildiği toplam 10 haftalık müdahale süresinde yapılan asıl uygulamaya ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Tablo 2*Deney Grubu Uygulama Süreci Verileri*

Hafta	Süre	Öğrenci Sayısı	Yapılan Çalışma
1. Hafta	2 ders saati	24	- Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği – Ön test - Üstbilişsel Deneyim Ölçeği – Ön test - Problem Çözme Başarı Testi – Ön test
2. Hafta	2 ders saati	24	Tahmin Etme Stratejisi Öğretimi – Ders Planı 1
3. Hafta	2 ders saati	24	Tahmin Etme Stratejisi Öğretimi – Ders Planı 1
4. Hafta	2 ders saati	24	Diyagram – Şekil Çizme Stratejisi Öğretimi – Ders Planı 2
5. Hafta	2 ders saati	24	Diyagram – Şekil Çizme Stratejisi Öğretimi – Ders Planı 2
6. Hafta	2 ders saati	24	Tahmin ve Kontrol Etme Stratejisi Öğretimi – Ders Planı 3
7. Hafta	2 ders saati	24	Tahmin ve Kontrol Etme Stratejisi Öğretimi – Ders Planı 3
8. Hafta	2 ders saati	24	Problemi Basitleştirme Stratejisi Öğretimi – Ders Planı 4
9. Hafta	2 ders saati	24	Problemi Basitleştirme Stratejisi Öğretimi – Ders Planı 4
10. Hafta	2 ders saati	24	- Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği – Son test - Üstbilişsel Deneyim Ölçeği – Son test - Problem Çözme Başarı Testi – Son test

Sekiz haftalık uygulama süresince uygulanan çalışma planına ilişkin veriler aşağıda yer almaktadır.

1. ve 2. Hafta (4 ders saati)

Araştırmada deney grubu öğrencileriyle birinci ve ikinci hafta tahmin etme stratejisini kullanarak problem çözme strateji öğretimi üzerine uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada öğrencilerden dörderli olarak gruplara ayrılmaları ve grup çalışması yapmaları istenmiştir. Gruplara çözmeleri için bir adet Fermi probleminin yer aldığı bir çalışma kâğıdı verilmiştir. Daha sonra öğrencilerle Fermi probleminin

verilen ve istenenleri üzerine soru-cevap yöntemiyle sınıf içi tartışma yapılmıştır. Araştırmacının bu aşamada görevi uygun sorular sorup gerektiğinde ipucu vererek geri bildirimlerle öğrencilerin süreçte aktif olmalarını sağlamaktır. Böylelikle araştırmacı rehber görevi görmeyi hedeflemiştir. Ardından öğrencilere süre verilerek problemin çözümü için çalışmaları istenmiştir. Çözümler bittiğinde gruplardan elde ettikleri sonuçları sınıf arkadaşları ile paylaşımları istenmiştir. Çözümler arasında tahmin etme stratejisini kullanan öğrencilerin var olup olmadığı kontrol edilmiştir. Tahmin etme stratejisi ile problemin çözümünü gerçekleştiren öğrencilerden sonuçlarını paylaşımları istenmiştir. Tahmin etme stratejisini kullanarak çözüm yapmamış öğrencilerden ise tahmin etme becerilerini kullanarak tekrar çözüm yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra tahmin etme stratejisi ile yapılan çözümler üzerinde sınıfça tartışma yapılmıştır. Daha sonra araştırmacı tarafından tahmin etme stratejisi hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Problemin, tahmin etme stratejisi kullanılarak olası çözümü tahtada öğrencilere gösterilmiştir. Tahmin etme stratejisinde problemin tam olarak çözümü yerine tahmin edilen çözümünün yapılmasının yeterli olduğu belirtilmiştir. Fermi problemlerinin varsayımlarda bulunarak tahmin etme stratejisi ile olası tahmini çözümlerinin olduğu araştırmacı tarafından açıklanmıştır. Sıra ile ikinci üçüncü ve dördüncü Fermi problemleri de tahmin etme stratejisi kullanılarak öğrenci grupları tarafından çözülmüştür. Son olarak da öğrencilerden Sıra Sizde bölümünde yer alan bir Fermi problemi ve bir rutin olmayan problemin yer aldığı son çalışma kağıdını çözmeleri istenerek tahmin etme stratejisi ile problem çözme öğretimi sonlandırılmıştır. Aşağıda tahmin etme stratejisi ile ilgili derste çözümü yapılan bir Fermi problemi örnek olarak verilmiş ve problemin çözüm süreçleri açıklanmıştır.

Problem: Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?

Öğrencilere verilen çalışma kağıtları üzerinde yer alan problem üzerinde düşünceleri için zaman verilmiştir. Problemi çözmek için hangi değerlere ihtiyaçları olduğu sorulur ve grup içinde tartışmaları istenmiştir. Daha sonra öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda anlaşılmayan ya da eksik görülen durumlar üzerine uygun sorular yöneltilerek öğrencilerin cevaba ulaşması için yol gösterici olunmuştur.

Problemin çözümü için aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

- Evde kaç kişi yaşamaktadır?
- Hangi amaçlarla su kullanılmaktadır?
- Su kullanım amacına göre bir hafta içindeki sıklığı nedir?

Çözümler bittiğinde gruplardan elde ettikleri sonuçları paylaşımları istenmiştir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra çözümler üzerinde sınıfta tartışma yapılmıştır. Problemin çözümü öğrencilerle birlikte gerçekleştirilmiştir.

Çözüm:

Evde ortalama 4 kişinin yaşadığı varsayılabilir.

Banyo, mutfak, kişisel ihtiyaçlar ve temizlik için su kullanımı yapıldığı varsayılabilir.

Bir kişinin haftada 3 kez banyo yaptığı varsayılabilir.

Evde çamaşır makinesinin haftada 2 kez, bulaşık makinesinin de 4 kez kullanıldığı varsayılabilir.

Bir duş için 120 lt su kullanılsa haftada $4 \times 3 \times 120 = 1440$ lt

Mutfak için günde 60 lt su kullanılsa haftada $60 \times 7 = 420$ lt

Bulaşık makinesi için 15 lt su kullanılsa haftada $15 \times 4 = 60$ lt

Çamaşır makinesi için 50 lt su kullanılsa haftada $50 \times 2 = 100$ lt

Bir kişinin günlük kişisel ihtiyaçları için 40 lt su kullanılsa haftada $40 \times 4 \times 7 = 1120$

Temizlik için bir haftada 250 lt su kullanılsa

$1440 + 420 + 60 + 100 + 1120 + 250 = 3390$ lt su kullanılır.

3. ve 4. Hafta (4 ders saati)

Araştırmada deney grubu öğrencileriyle üçüncü ve dördüncü hafta diyagram-şekil çizme stratejisini kullanarak problem çözme strateji öğretimi üzerine uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada birinci ve ikinci hafta ders işleniş ile benzer işlem basamakları doğrultusunda problem çözme süreci izlenmiştir. Öğrencilerin ilk probleme verdikleri çözümlerden sonra araştırmacı tarafından diyagram-şekil çizme stratejisi hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Problemin, diyagram-şekil çizme stratejisi kullanılarak olası çözümü tahtada öğrencilere gösterilmiştir. Diyagram-şekil çizme stratejisinin problemin anlaşılmasını sağlamak amacıyla görselleştirmeyi ifade eden her türlü çizim işlemi olduğu belirtilmiştir. Belirli aralıklarla işaretlemenin, şekil çizmenin, diyagram oluşturma problemin anlaşılır hale gelmesini, verilerin görselleştirilmesini ve bu sayede çözümü gerçekleştirmeyi kolaylaştırdığı ifade edilmiştir. Fermi problemlerinin varsayımlarda bulunarak diyagram-şekil çizme stratejisi ile olası çözümlerinin olduğu açıklanmıştır. Ardından sıra ile ikinci üçüncü ve dördüncü Fermi problemleri de diyagram-şekil çizme stratejisini kullanılarak öğrenci grupları tarafından çözülmüştür. Son olarak da öğrencilerden Sıra Sizde bölümünde yer alan bir Fermi problemi ve bir rutin olmayan problemin yer aldığı son çalışma kağıdını çözmeleri

istenerek diyagram-şekil çizme stratejisi ile problem çözme öğretimi sonlandırılmıştır. Aşağıda diyagram-şekil çizme stratejisi ile ilgili derste çözümü yapılan bir Fermi problemi örnek olarak verilmiş ve problemin çözüm süreçleri açıklanmıştır.

Problem: On kilometre tek şeritli yolda kaç tane kilit parke taşı vardır?



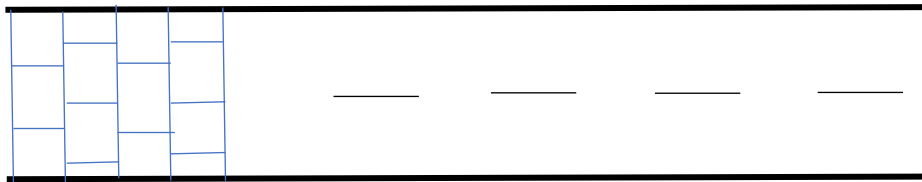
Öğrencilere verilen çalışma kağıtları üzerinde yer alan problem üzerinde düşünmeleri için zaman verilmiştir. Problemi çözmek için hangi değerlere ihtiyaçları olduğu sorulur ve grup içinde tartışmaları istenmiştir. Daha sonra öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda anlaşılmayan ya da eksik görülen durumlar üzerine uygun sorular yöneltilerek öğrencilerin cevaba ulaşması için yol gösterici olunmuştur.

Problemin çözümü için aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

- Kilit parke taşının boyu kaç cm'dir?
- Tek şeritli bir yolun genişliği kaç metredir?
- Bir metrekare alana kaç tane parke taşı vardır?

Çözümler bittiğinde gruplardan elde ettikleri sonuçları paylaşmaları istenmiştir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra çözümler üzerinde sınıfça tartışma yapılmıştır. Problemin çözümü öğrencilerle birlikte gerçekleştirilmiştir.

Çözüm:



Kilit parke taşının boyu yaklaşık 20 cm, eni de 16 cm olarak varsayılabilir.
Bir metrekare alanda ortalama 36 tane kilit parke taşının olduğu varsayılabilir.
Şehir içi yollarda şerit genişliği 3,5 metre olduğu varsayılabilir.
 $10 \text{ km} = 10.000 \text{ m}$
 $10.000 \times 3,5 = 35.000 \text{ m}^2$
 $35.000 \times 36 = 1.260.000$ tane parke taşı vardır.

5. ve 6. Hafta (4 ders saati)

Araştırmada deney grubu öğrencileriyle beşinci ve altıncı hafta tahmin ve kontrol etme stratejisini kullanarak problem çözme strateji öğretimi üzerine uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada birinci ve ikinci hafta ders işlenişi ile benzer işlem basamakları doğrultusunda problem çözme süreci izlenmiştir. Öğrencilerin ilk probleme verdikleri çözümlerden sonra araştırmacı tarafından tahmin ve kontrol etme stratejisi hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Problemin, tahmin ve kontrol etme stratejisi kullanılarak olası çözümü tahtada öğrencilere gösterilmiştir. Tahmin ve kontrol etme stratejisinde problemin çözümü için cevap ile ilgili tahminde bulunduğu ve çözümü yapılarak sonucun kontrol edildiği belirtilmiştir. Çözüm yanlış ise yapılan her bir kontrolün bir sonraki çözüm ve yeni tahmin için yol gösterici olduğu vurgulanmıştır. Tahmin etme sürecinde bir önceki tahmin dikkate alınarak az ya da daha fazla olacak şekilde doğru cevaba ulaşıncaya kadar yeni tahminlerde bulunularak işleme devam edildiği ifade edilmiştir. Burada Fermi problemlerinin doğası gereği tek bir doğru cevabının olmaması sebebiyle bu stratejide kontrol araştırmacının yol gösterici sorularıyla sağlanmıştır. Öğrencilere yol gösterici sorular yöneltilerek öğrencilerin verdikleri cevapları kontrol etmeleri ve gerekiyorsa yeni tahminlerde bulunmaları sağlanmıştır. Fermi problemlerinin varsayımlarda bulunarak tahmin ve kontrol etme stratejisi ile olası çözümlerinin olduğu açıklanmıştır. Ardından sıra ile ikinci üçüncü ve dördüncü Fermi problemleri de tahmin ve kontrol etme stratejisini kullanılarak öğrenci grupları tarafından çözülmüştür. Son olarak da öğrencilerden Sıra Sizde bölümünde yer alan bir Fermi problemi ve bir rutin olmayan problemin yer aldığı son çalışma kağıdını çözmeleri istenerek tahmin ve kontrol etme stratejisi ile problem çözme öğretimi sonlandırılmıştır. Aşağıda tahmin ve kontrol etme stratejisi ile ilgili derste çözümü yapılan bir Fermi problemi örnek olarak verilmiş ve problemin çözüm süreçleri açıklanmıştır.

Problem: Okul servislerinizde bir yılda taşınan toplam öğrenci sayısı ne kadardır?

Öğrencilere verilen çalışma kağıtları üzerinde yer alan problem üzerinde düşünmeleri için zaman verilmiştir. Problemi çözmek için hangi değerlere ihtiyaçları olduğu sorulur ve grup içinde tartışmaları istenmiştir. Daha sonra öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda anlaşılmayan ya da eksik görülen durumlar üzerine uygun sorular yöneltilerek öğrencilerin cevaba ulaşması için yol gösterici olunmuştur.

Problemin çözümü için aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

- Okulda kaç servis aracı bulunmaktadır?

- Her bir servis aracı kaç kişiliktir?
- Bir yılda kaç okul günü vardır?

Çözümler bittiğinde gruplardan elde ettikleri sonuçları paylaşımları istenmiştir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra çözümler üzerinde sınıfta tartışma yapılmıştır. Problemin çözümü öğrencilerle birlikte gerçekleştirilmiştir.

Çözüm:

Okul servislerinin her gün dolu olduğu varsayılabilir.

Servislerin ortalama 18 kişilik olduğu varsayılabilir.

Okulda 4 tane servis aracı olduğu varsayılabilir.

Bir servisin günde 2 kez öğrenci taşıdığı varsayılabilir.

Bir yılın 180 okul günü olduğu varsayılabilir.

Bir günde taşınan öğrenci sayısı $18 \times 2 \times 4 = 144$

Bir yılda taşınan öğrenci sayısı $180 \times 144 = 25.920$

7. ve 8. Hafta (4 ders saati)

Araştırmada deney grubu öğrencileriyle beşinci ve altıncı hafta problemi basitleştirme stratejisini kullanarak problem çözme strateji öğretimi üzerine uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada birinci ve ikinci hafta ders işleniş ile benzer işlem basamakları doğrultusunda problem çözme süreci izlenmiştir. Öğrencilerin ilk probleme verdikleri çözümlerden sonra araştırmacı tarafından problemi basitleştirme stratejisi hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Problemin, problemi basitleştirme stratejisi kullanılarak olası çözümü tahtada öğrencilere gösterilmiştir. Problemi basitleştirme stratejisinin, problemin içerdiği büyük sayılar veya problemin zor ve karmaşık olması durumunda kullanıldığı belirtilmiştir. Basit benzer bir problemin çözümünden yola çıkarak esas problemin çözümünün gerçekleştirildiği ifade edilmiştir. Burada orijinaline benzeyen sayı değerleri daha küçük olan basit problemler kullanılarak esas problemin nasıl çözüleceğine yol gösterici olduğu ve arasındaki ilişki vurgulanmıştır. Fermi problemlerinin varsayımlarda bulunarak problemi basitleştirme stratejisi ile olası çözümlerinin olduğu açıklanmıştır. Ardından sıra ile ikinci üçüncü ve dördüncü Fermi problemleri de problemi basitleştirme stratejisini kullanılarak öğrenci grupları tarafından çözülmüştür. Son olarak da öğrencilerden Sıra Sizde bölümünde yer alan bir Fermi problemi ve bir rutin olmayan problemin yer aldığı son çalışma kağıdını çözmeleri

istenerek problemi basitleştirme stratejisi ile problem çözme öğretimi sonlandırılmıştır. Aşağıda problemi basitleştirme stratejisi ile ilgili derste çözümü yapılan bir Fermi problemi örnek olarak verilmiş ve problemin çözüm süreçleri açıklanmıştır.

Problem: Bir insan yaşamı boyunca kaç tüp diş macunu kullanır?

Öğrencilere verilen çalışma kağıtları üzerinde yer alan problem üzerinde düşünmeleri için zaman verilmiştir. Problemi çözmek için hangi değerlere ihtiyaçları olduğu sorulur ve grup içinde tartışmaları istenmiştir. Daha sonra öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda anlaşılmayan ya da eksik görülen durumlar üzerine uygun sorular yöneltilerek öğrencilerin cevaba ulaşması için yol gösterici olunmuştur.

Problemin çözümü için aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

- Bir tüp diş macunu kaç ml'dir?
- Bir günde kaç kez diş fırçalanmaktadır?
- Bir diş fırçalamada kaç ml diş macunu kullanılır?
- İnsan ömrü ortalama kaç yıldır?

Çözümler bittiğinde gruplardan elde ettikleri sonuçları paylaşımları istenmiştir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra çözümler üzerinde sınıfça tartışma yapılmıştır. Problemin çözümü öğrencilerle birlikte gerçekleştirilmiştir.

Çözüm:

Bir tüp diş macunu 75 ml olarak varsayılabilir.

Bir günde 2 kez diş fırçalandığı varsayılabilir.

Bir diş fırçalamada 0,50 ml diş macunu kullanıldığı varsayılabilir.

Ortalama insan ömrünün 75 yıl olduğu ve 3 yaşından itibaren diş fırçalandığı varsayılabilir.

Bir günde kullanılan diş macunu miktarı $0,50 \times 2 = 1$ ml

Bir yılda kullanılan diş macunu miktarı $365 \times 1 = 365$ ml

Bir insanın yaşamı boyunca kullandığı diş macunu miktarı $365 \times 72 = 26\ 280$

$26\ 280 \div 75 = 350,4$ tüp diş macunu kullanır.

3.4.2.2. Kontrol Grubu Süreci

Kontrol grubunda yer alan 26 tane yedinci sınıf öğrencisine ilk olarak MPÇTÖ, daha sonra da sırasıyla ÜDÖ ve PÇBT ön test olarak uygulanmıştır. Sonraki sekiz haftalık

süreçte ders kitaplarından ve Millî Eğitim Bakanlığının yayınlamış olduğu çalışma kitaplarından yararlanılarak geleneksel anlatımla Matematik Dersi Öğretim Programı'na (MEB, 2018) uygun olarak normal akademik süreç devam etmiştir. Kontrol grubu öğrencilerine bu araştırma kapsamında ayrı bir uygulama gerçekleştirilmemiş herhangi bir problem çözme strateji öğretimi uygulanmamıştır. Ancak bu süreçte öğrencilerle kazanım kavrama testleri ve beceri temelli sorulardan oluşan problemler çözülmüştür. Araştırmacı tarafından seçilen bu problemlerin çözümleri derslerde öğrencilerle soru - cevap tekniği kullanılarak sınıfça yapılmıştır. Bu kapsamda birinci ve ikinci hafta tahmin etme, üçüncü ve dördüncü hafta diyagram-şekil çizme, beşinci ve altıncı hafta tahmin ve kontrol etme, yedinci ve sekizinci hafta problemi basitleştirme stratejilerini içeren problemler kullanılmıştır. Haftada iki ders saati süresince sekiz haftalık toplam 16 saatlik süre araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Bu sürenin sonunda kontrol grubunda bulunan öğrencilere MPÇTÖ, ÜDÖ ve PÇBT son testleri uygulanmıştır.

Tablo 3'te ön test ve son test uygulamalarına ayrılan iki haftalık sürenin dahil edildiği toplam 10 haftalık kontrol grubuna ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 3*Kontrol Grubu Süreci Verileri*

Hafta	Süre	Öğrenci Sayısı	Yapılan Çalışma
1. Hafta	2 ders saati	26	• Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği – Ön test • Üstbilişsel Deneyim Ölçeği – Ön test • Problem Çözme Başarı Testi – Ön test
2. Hafta	2 ders saati	26	Tahmin Etme Stratejisi Problemleri Çözümü
3. Hafta	2 ders saati	26	Tahmin Etme Stratejisi Problemleri Çözümü
4. Hafta	2 ders saati	26	Diyagram – Şekil Çizme Stratejisi Problemleri Çözümü
5. Hafta	2 ders saati	26	Diyagram – Şekil Çizme Stratejisi Problemleri Çözümü
6. Hafta	2 ders saati	26	Tahmin ve Kontrol Etme Stratejisi Problemleri Çözümü
7. Hafta	2 ders saati	26	Tahmin ve Kontrol Etme Stratejisi Problemleri Çözümü
8. Hafta	2 ders saati	26	Problemi Basitleştirme Stratejisi Problemleri Çözümü
9. Hafta	2 ders saati	26	Problemi Basitleştirme Stratejisi Problemleri Çözümü
10. Hafta	2 ders saati	26	• Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği – Son test • Üstbilişsel Deneyim Ölçeği – Son test • Problem Çözme Başarı Testi – Son test

3.5. Verilerin Analizi**3.5.1. Veri Toplama Araçlarının Puanlanması****3.5.1.1. Problem Çözme Bütüncül Skorlama Rubriği**

PÇBT’de yer alan soruların değerlendirilmesi amacıyla Problem Çözme Bütüncül Skorlama Rubriği (PÇBSR) kullanılmıştır. Ölçek, Amerikan Ulusal Değerlendirme, Standart ve Ölçme Araştırmaları Merkezi tarafından 1995 yılında geliştirilmiştir (Aşık, 2015). Ölçek bütüncül bir yaklaşımla ele alınarak değerlendirilir. Bütün problemlerin

çözümü 0 ile 4 arasında bir değer olarak hesaplanır (Ek-8). Araştırmada bu rubrikten Fermi problemleri haricinde kalan altı problemin değerlendirilmesi amacıyla yararlanılmıştır. Öğrencilerin problem çözme performansları araştırmacı tarafından ilgili ölçek ile değerlendirilmiştir.

3.5.1.2. Fermi Problemlerinin Puanlanması

Literatür incelendiğinde Fermi problemlerinin genellikle modelleme çalışmalarında kullanıldığı görülmüştür (Abay & Gökbulut, 2017; Albrracin & Gorgorio, 2013; Albrracin & Gorgorio, 2019; Kırılı, 2023; Pekgöz, 2023; Peter-Koop, 2004; Yanbıyık, 2016). Problem çözme stratejileri öğretimi Fermi problemleri ile tasarlandığı için PÇBT’de yer alan iki tane Fermi probleminin değerlendirilmesi amacıyla Fermi problemlerine özgü bazı adımların tanımlanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaç doğrultusunda PÇBSR’de yer alan skorlamaya ek olarak araştırmacı literatürden faydalanarak ve Fermi problemlerinin çözümünde dikkat edilmesi gereken hususları göz önünde bulundurarak Fermi problemleri özelinde rubriğe aşağıda açıklanan adımları eklemiştir:

- A₁ Problemi Anlama
- A₂ Varsayımda bulunma
- A₃ Strateji seçimi
- A₄ Doğru strateji kullanımı

Tablo 4*Fermi Problemlerinin Çözüm Adımları*

Fermi Problemleri	Adımlar	Kritik Özellikler
Bir insanın yaşamı boyunca içtiği toplam su miktarı kaç litredir?	A ₁	• Problemi anlama • Problemde istenileni yazma • Problemde eksik bilgi varsa belirtme
	A ₂	• Varsayımlarda bulunma • Bir insanın bir günde ortalama kaç litre su içtiği ile ilgili varsayımda bulunma • İnsan hayatının ortalama kaç yıl olduğu ile ilgili varsayımda bulunma
	A ₃	• Probleme uygun bir strateji seçme • Problem çözme adımlarını gerçekleştirme
	A ₄	• Doğru strateji kullanarak hatasız işlem yapma • Sonucu açıklayan ifadeler kullanma
Okulunuzun bahçesine kaç tane öğrenci sığabilir?	A ₁	• Problemi anlama • Problemde istenileni yazma • Problemde eksik bilgi varsa belirtme
	A ₂	• Varsayımlarda bulunma • Okulun bahçesinin ölçüleri ile ilgili varsayımda bulunma • Bir metrekaareye sığabilecek insan sayısı ile ilgili varsayımda bulunma • Bir kişinin kapladığı alan ile ilgili varsayımda bulunma
	A ₃	• Probleme uygun bir strateji seçme • Problem çözme adımlarını gerçekleştirme
	A ₄	• Doğru strateji kullanarak hatasız işlem yapma • Sonucu açıklayan ifadeler kullanma

Bu adımlar doğrultusunda öğrenci herhangi bir adımı gerçekleştirmemişse, çözümü tamamen yanlışsa veya çözüm problemle alakasızsa 0, bütün adımların kritik özelliklerinde eksikleri varsa ve uygun bir strateji seçmemişse 1, doğru stratejiyi seçmiş ancak uygun varsayımlarda bulunamamışsa, çözüme ulaşacak kadar stratejiyi ilerletmemişse ve çözüm genel olarak doğru ancak çözümün nasıl yapıldığına dair bir veri yoksa 2, doğru stratejiyi seçmiş ancak varsayımlarında eksik varsa ve çözümü genel olarak doğru ancak çözüme tam olarak nasıl ulaşıldığı açık değilse 3, çözümün tamamı doğru ise, strateji doğru seçilmişse, bütün varsayımlarda bulunulmuşsa ve problem çözme adımları gerçekleştirilmişse 4 puan olarak değerlendirilmesi ilgili literatürden yararlanılarak hazırlanmıştır (Hıdıroğlu vd., 2014; Yanbıyık 2016).

3.5.2. Verilerin Analizi

Araştırmanın sonucunda toplanan verilerin analizi nicel analiz yöntemleri ile incelenmiştir. İlk olarak araştırmanın alt problemlerine cevap bulmak amacı ile uygulanacak olan testlerin parametrik ya da nonparametrik olup olmadığını belirlemek amacı ile tüm değişkenlerinin normal bir dağılıma sahip olup olmadığı test edilmiştir. Değişkenlerin normalliğinin tespitinde deney ve kontrol grubunda bulunan öğrenci sayılarının 50'den az olması nedeniyle Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Araştırmada bulunan değişkenlerin çarpıklık-basıklık değerleri, histogramları ve Shapiro-Wilk testinin sonuçlarına göre normal dağılıp dağılmadıkları incelenmiş, normal dağılım göstermeyen değişkenler için dönüşümler (logaritma) uygulanmış, dönüşüm sonrasında halen normallik göstermeyen değişkenler varsa tespit edilmiştir.

Uygulamanın gerçekleştirildiği deney grubunda bulunan öğrencilerin matematik problemi çözme tutum puan ortalamaları üstbilişsel deneyim ölçeği puan ortalamaları ve problem çözme başarı testi puan ortalamaları karşılaştırılmasında Bağımlı Örneklem t testi kullanılmıştır.

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin matematik problemi çözme tutum puan ortalamaları, üstbilişsel deneyim ölçeği puan ortalamaları ve problem çözme başarı testi puan ortalamaları karşılaştırılmasında Bağımsız Örneklem t testi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Araştırmada verilerin yorumlanması sürecinde anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kullanılmıştır.

3.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmalar için geçerlik ve güvenirlik, akademik çalışmaların temel niteliklerinden biridir ve elde edilen sonuçların güvenirliliğini ve doğruluğunu sağlamak için oldukça önemlidir. Bu bağlamda PÇBT için geçerlik, PÇBT, MPÇTÖ ve ÜDÖ için de güvenirlik analizleri yapılmıştır.

Ayrıca araştırmanın iç geçerliliğini sağlamak amacıyla uygulamayı gerçekleştirmeye başlamadan önce deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin birbirine denk olup olmadığı da gerçekleştirilen ön testlerle incelenmiştir. Güvenirliliği etkileyen faktörlerden test uygulanan grubun ölçülen özellik bakımından homojen olması güvenirliliği olumsuz yönde etkilemektedir (Büyüköztürk vd., 2020). Araştırmada öğrencilerin heterojen iki denk grup olması bu olumsuzluğu ortadan kaldırmaktadır. Araştırmada deney ve kontrol gruplarının ikisinin dersleri aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilerek herhangi bir yanlılık oluşmasının önüne geçilmiştir.

3.6.1. Kapsam geçerliliği

Nicel araştırmalarda ölçme araçlarının geçerli olması yapılan araştırmanın geçerliliği için gerekli unsurlardan biridir. Geçerlilik, bireylerin ölçülmek istenen özelliğinin başka özelliklerle karıştırmadan ne kadar doğru ölçtüğüyle ilgili bir kavramdır (Büyüköztürk vd., 2020). PÇBT'nin oluşturulması sürecinde öncelikle 20 soruluk bir soru havuzu oluşturulmuştur. Sorular hazırlanırken matematik öğretim programındaki kazanımlar dikkate alınarak ortaokul yedinci sınıf öğrenci düzeyine uygun olması göz önünde bulundurulmuş ve belirtke tablosu hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılmak üzere hazırlanan problemler için matematik eğitimi alanında üç ulusal uzmanın ve bir uluslararası matematik alan uzmanının görüşleri alınmıştır. Bu doğrultuda testin görünüş geçerliği ve kapsam geçerliği açısından değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bununla birlikte araştırmacı iki farklı zaman diliminde testleri uygulamış, veri toplama araçlarını değerlendirme ölçeği kullanarak puanlamış ve nesnel bir yaklaşımla tutarlı sonuçlar elde etmiştir. Ayrıca araştırmada uygulanan testler ve ders planları uygulama öncesinde farklı bir örneklem grubuna uygulanarak pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, araştırmada kullanılan ölçme araçlarının ölçmesi amaçlanan konuyu doğru bir şekilde ölçüp ölçmediği test edilmiştir.

3.6.2. Güvenirlik

3.6.2.1. Madde Güvenirliği

Araştırmada guvenirlik, bir olcmenin veya değerlendirmenin istikrarlı ve tutarlı sonuçlar vermesini ifade eder (Baykul, 2010). Eğer bir olcme aracı guvenilir ise aynı kişiler veya gruplar arasında tekrarlanan olcumlarda benzer sonuçlar elde edilir (Büyüköztürk vd., 2020). Bu araştırmada iç tutarlılığı belirlemek amacı ile kullanılan Cronbach Alpha guvenirlik katsayısı PÇBT, MPÇTÖ ve ÜDÖ için hesaplanmıştır. MPÇTÖ Cronbach Alpha puan değerinin ön test 0,79 iken son testin 0,82 olarak hesaplanmıştır. ÜDÖ Cronbach Alpha puan değerinin ön test 0,72 iken son testin 0,75 olduğu görölmüştür. PÇBT Cronbach Alpha puan değerinin ön test 0,74 iken son testin 0,81 olduğu tespit etmiştir. Cronbach Alpha katsayılarının 0,70' den yukarıda olması olcüklerin guvenilir olduğu şeklinde yorumlanabilir (Büyüköztürk vd., 2020).

3.6.2.2. Kodlayıcılar Arası Guvenirlik

Araştırmada kullanılan olcme araçlarından birisi olan PÇBT'nin objektif olarak puanlanmasını sağlamak adına, araştırmacı ve bir başka matematik öğretmeni öğrencilerin PÇBT'ye verdikleri cevapları PÇBSR'ye göre puanlamıştır. İki puanlayıcı arasında guvenirliği belirlemek amacıyla Kappa istatistiği kullanılmış ve uyum değerinin 0,93 olduğu tespit edilmiştir. Kappa istatistiğinde puanlayıcılar arası guvenirliğin en az 0,60-0,70 olması genel bir anlaşma olduğunu gösterir ve uyum değerinin 0,81-1,00 aralığında olması çok yüksek bir uyum olduğunu gösterir (Bıkmaz Bilgen ve Doğan, 2017).

3.7. Araştırmanın Etik İlkeleri

Araştırmacı bu araştırmada bütün calışma süreçlerinde etik ilkelere bağlı kalmıştır. Etik ilkeler doğrultusunda ilk olarak İstanbul Medeniyet Üniversitesinde Etik Kurul onayı alınmış ardından MEB'de gerekli kurumlara başvuru yapılarak İstanbul Valiliğinin onayı ile bu araştırmanın izni alınmıştır. Öğrencilere ve velilere calışmaya başlamadan önce calışmanın gönüllölük esasına dayalı olduğu belirtilerek gerekli izin onam formları alınmıştır. Veliler için kullanılan aydınlatılmış onam formu EK-2'de, öğrenciler için katılım kabul formu ise EK-3'te yer almaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Araştırmada yer alan bu bölümde ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeyi, problem çözme başarısı ve matematik problemi çözme tutumu üzerinde etkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan çalışmanın alt problemlerine ait bulgulara ve veri analizlerine yer verilmiştir.

4.1. Birinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada yer alan birinci alt probleme yanıt aramadan önce deney grubunun problem çözme başarı testi puanlarına yönelik betimleyici istatistikler Tablo 5’te gösterilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin ön test puan ortalamaları ile son test puan ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla Bağımlı Örneklem t testi kullanılmıştır. Analiz sonucu bulguları Tablo 6’da bulunmaktadır.

Tablo 5

Deney Grubunun Problem Çözme Başarı Testi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

Deney Grubu	Ön Test	Son Test
Ortalama	9,88	13,58
Standart Sapma	3,07	5,25
Çarpıklık	0,65	1,47
Basıklık	1,27	3,21
Minimum	4,00	5,00
Maximum	18,00	29,00

Uygulamanın gerçekleştirildiği deney grubunun PÇBT ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 9,88, standart sapması 3,07, çarpıklık katsayısı 0,65, basıklık katsayısı ise 1,27’dir. Aldıkları puan değeri en az 4 iken en çok 18 olmuştur.

Deney grubunda bulunan öğrencilerin PÇBT son testinden elde ettikleri puanların ortalaması 13,58, standart sapması 5,25, çarpıklık katsayısı 1,47, basıklık katsayısı ise 3,21’dir. Aldıkları puan değeri en az 5 iken en çok 29 olmuştur.

Betimleyici istatistiklerden çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer almadığı görülmüştür. Ayrıca değişkenlerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış ön test puanında veriler normal dağılım gösterirken ($p=0,358$), son test puanında dağılımın normal olmadığı ($p<0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin ön test ile son test puanlarına logaritma dönüşümü yapıldığında verilerin normal dağılım göstermesi sebebiyle dönüşüm uygulanmış değişkenler üzerinden veri analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları ise Tablo 6’da bulunmaktadır.

Tablo 6

Deney Grubunun Problem Çözme Başarı Testine İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
Deney Grubu	PÇBT	2,24	24	0,33	0,07			
	Ön Test					-5,49	0,00	1,12
	PÇBT	2,54	24	0,37	0,08			
	Son Test							

Verilerin Bağımlı Örneklem t testi analizi sonucunda deney grubu öğrencilerinin PÇBT ön test puan ortalamaları ile son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ($t=-5,49$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin problem çözme başarılarını arttırdığını göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin problem çözme başarıları açısından yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen’s d ile gösterilmiştir. Cohen’s d değeri 0,20’den büyük olduğunda küçük (small), 0,50’den büyük olduğunda orta (medium) ve 0,80’den büyük olduğunda (large) etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988). Yapılan analiz sonucunda deney grubu öğrencilerinin problem çözme başarıları açısından Cohen’s d değerinin 1,12 olarak hesaplanması büyük derecede bir etki büyüklüğü olduğunu gösterir (Özsoy ve Özsoy, 2013).

4.2. İkinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada yer alan ikinci alt probleme yanıt aramadan önce deney ve kontrol grubunun PÇBT puanlarına yönelik betimleyici istatistikler Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7

Deney ve Kontrol Grubunun Problem Çözme Başarı Testi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ortalama	9,88	13,58	9,62	9,88
Standart Sapma	3,07	5,25	4,40	5,33
Çarpıklık	0,65	1,47	1,58	0,87
Basıklık	1,27	3,21	2,07	-0,49
Minimum	4,00	5,00	5,00	4,00
Maximum	18,00	29,00	22,00	22,00

Uygulamanın gerçekleştirildiği deney grubunun PÇBT ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 9,88, standart sapması 3,07, çarpıklık katsayısı 0,65, basıklık katsayısı ise 1,27’dir. Aldıkları puan değeri en az 4 iken en çok 18 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin PÇBT son testinden elde ettikleri puanların ortalaması 13,58, standart sapması 5,25, çarpıklık katsayısı 1,47, basıklık katsayısı ise 3,21’dir. Aldıkları puan değeri en az 5 iken en çok 29 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin PÇBT ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 9,62, standart sapması 4,40, çarpıklık katsayısı 1,58, basıklık katsayısı ise 2,07’dir. Aldıkları puan değeri en az 5 iken en çok 22 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin PÇBT son testinden aldıkları puanların ortalaması 9,88, standart sapması 5,33, çarpıklık katsayısı 0,87, basıklık katsayısı ise -0,49’dur. Aldıkları puan değeri en az 4 iken en çok 22 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin kontrol grubu son testi hariç -1 ile +1 arasında yer almadığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış sadece deney grubunun ön test puanında verilerin normal bir dağılım gösterdiği ($p=0,358$), son test puanında ise

dağılımın normal olmadığı ($p<0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin ön test ile son test puanlarına logaritma dönüşümü yapıldığında verilerin normal bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Ancak kontrol grubunun ön ve son test puanları için Shapiro-Wilk testi analizi sonuçları incelendiğinde ise kontrol grubuna ait ön test ($p<0,05$) ve son test ($p<0,05$) puanında verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Kontrol grubu için yapılan logaritma dönüşümü sonucunda veriler normal dağılım göstermediği için araştırma sorusunu cevaplamak adına nonparametrik bir test türü olan Mann-Whitney U testi ile verilerin analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 8’de bulunmaktadır.

Tablo 8

Deney ve Kontrol Grubunun Problem Çözme Başarı Testine İlişkin Mann-Whitney U Testi Analiz Sonuçları

	Gruplar	n	Sıra Ort.	U	z	p	r	r²
	Deney	24	27,98					
PÇBT	Grubu			252,50	-1,16	0,245	0,16	0,0256
Ön Test	Kontrol	26	23,21					
	Grubu							
	Deney	24	30,79					
PÇBT	Grubu			185,00	-2,47	0,013	0,35	0,1225
Son	Kontrol	26	20,62					
Test	Grubu							

Uygulama işlemi gerçekleştirilmeden önce deney ve kontrol grupları arasında problem çözme başarıları açısından anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının tespiti için yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre, deney grubunun ön test sıralar ortalaması 27,98 iken kontrol grubunun ön test sıralar ortalamasının 23,21 olduğu ve 4,77 puanlık bir farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Deney ve kontrol grupları arasında son test ortalama puanları incelendiğinde ise deney grubunun sıralar ortalaması 30,79 iken kontrol grubunun sıralar ortalamasının 20,62 olduğu ve 10,17 puanlık bir farkın olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Mann-Whitney U testi analizi sonucunda problem çözme başarı testinde

deney ve kontrol grubunun son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ($U=185$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin problem çözme başarılarını arttırdığı ve öğrencileri olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme başarıları açısından yapılan analiz sonucunda iki grup arasındaki bu farkın etki büyüklüğü sıralı çift serili korelasyon istatistiği ve onun karesi ile gösterilmiştir. Deney ve kontrol grubu PÇBT ön test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü 0,02 yani neredeyse sıfıra yakın bir değerdir. Deney ve kontrol grubu PÇBT son test puanları arasındaki anlamlı farkın etki büyüklüğü ise 0,12 bulunmuştur ve düşük bir etki olarak yorumlanabilir.

4.3. Üçüncü Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada yer alan üçüncü alt probleme yanıt aramadan önce deney grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği bileşenleri olan; bilme hissi, aşinalık hissi, zorluk hissi, tahmini çaba ve tahmin edilen çözümün doğruluğu puanlarına yönelik betimleyici istatistikleri yapılmıştır. Daha sonra deney grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği bileşenleri ön test ile son test puanlarını karşılaştırmak amacıyla Bağımlı Örneklem t testleri yapılmıştır.

Deney grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi bileşeni puanlarına ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 9’da gösterilmiştir. Bilme hissi analiz sonucu bulguları da Tablo 10’da bulunmaktadır.

Tablo 9

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Bilme Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

Deney Grubu	Ön Test	Son Test
Ortalama	22,13	24,96
Standart Sapma	4,89	3,92
Çarpıklık	0,58	0,26
Basıklık	-0,53	-0,70
Minimum	15,00	18,00
Maximum	32,00	32,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi ön testinden aldıkları puanların ortalaması 22,13, standart sapması 4,89, çarpıklık katsayısı 0,58, basıklık katsayısı ise -0,53'tür. Aldıkları puan değeri en az 15 iken en çok 32 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi son testinden aldıkları puanların ortalaması 24,96, standart sapması 3,92, çarpıklık katsayısı 0,26, basıklık katsayısı ise -0,70'tir. Aldıkları puan değeri en az 18 iken en çok 32 olmuştur.

Betimsel istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış bilme hissi ön test ($p=0,188$) ve son test ($p=0,556$) puan verilerinin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Deney grubunda bulunan öğrencilerin ön test ve son test puan verilerinin normal bir dağılım göstermesi sebebiyle Bağımlı Örneklem t testi ile veri analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları da Tablo 10'da bulunmaktadır.

Tablo 10

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Bilme Hissine (ÜDÖ-B) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
	ÜDÖ-B	22,13	24	4,89	0,99			
Deney	Ön Test					-4,67	0,00	0,95
Grubu	ÜDÖ-B	24,96	24	3,92	0,80			
	Son Test							

Tablo 10'a göre Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimi yapılan grubun üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi ön testine ait ortalama puanı $\bar{X} = 22,13$ iken son test için bu değer $\bar{X} = 24,96$ olduğu ve 2,83 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımlı Örneklem t testi analiz sonucuna göre grubun bilme hissi ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=-4,67$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeğinde bilme hissini arttırdığını ve olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi açısından yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları arasındaki bu farkın etki büyüklüğü

Cohen's d ile gösterilmiştir. Sonuca göre deney grubu öğrencilerinin bilme hissi açısından Cohen's d değerinin 0,95 olarak hesaplanması büyük derecede bir etki büyüklüğü olduğunu gösterir (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Deney grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi puanlarına ait betimleyici istatistikler Tablo 11'de gösterilmiştir. Aşinalık hissi analiz sonucu bulguları da Tablo 12'de bulunmaktadır.

Tablo 11

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Aşinalık Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

Deney Grubu	Ön Test	Son Test
Ortalama	15,92	23,25
Standart Sapma	3,31	4,06
Çarpıklık	-0,16	0,48
Basıklık	-0,35	-0,87
Minimum	10,00	18,00
Maximum	22,00	31,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi ön testinden aldıkları puanların ortalaması 15,92, standart sapması 3,31, çarpıklık katsayısı -0,16, basıklık katsayısı ise -0,35'tür. Aldıkları puan değeri en az 10 iken en çok 22 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi son testine göre aldıkları puanların ortalaması 23,25, standart sapması 4,06, çarpıklık katsayısı 0,48, basıklık katsayısı ise -0,87'dir. Aldıkları puan değeri en az 18 iken en çok 31 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış aşinalık hissi ön test ($p=0,332$) ve son test ($p=0,088$) puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunun ön test ve son test puan verilerinin normal dağılım göstermesi sebebiyle Bağımlı Örneklem t testi ile veri analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 12'de bulunmaktadır.

Tablo 12

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Aşinalık Hissine (ÜDÖ-A) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
Deney Grubu	ÜDÖ-A	15,92	24	3,31	0,68			
	Ön Test					-8,97	0,00	1,83
	ÜDÖ-A	23,25	24	4,06	0,83			
	Son Test							

Tablo 12'ye göre Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimi yapılan grubun üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi ön testine göre ortalama puan $\bar{X} = 15,92$ olarak belirlenirken son teste ait puan ortalamasının $\bar{X} = 23,25$ olduğu ve 7,33 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda yapılan Bağımlı Örneklem t testi analizi sonucunda grubun aşinalık hissi ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=-8,97$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulaması yapılan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeğinde aşinalık hissini arttırdığını ve olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi açısından yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen's d ile gösterilmiştir. Sonuca göre deney grubu öğrencilerinin aşinalık hissi açısından Cohen's d değerinin 1,83 olarak hesaplanması büyük derecede bir etki büyüklüğü olduğunu gösterir (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Deney grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi puanlarına ait betimleyici istatistikler Tablo 13'te gösterilmiştir. Zorluk hissi analiz sonucu bulguları da Tablo 14'te bulunmaktadır.

Tablo 13

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Zorluk Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

Deney Grubu	Ön Test	Son Test
Ortalama	16,71	15,63
Standart Sapma	3,79	3,69
Çarpıklık	-0,38	-0,03
Basıklık	-1,17	-0,28
Minimum	9,00	8,00
Maximum	22,00	23,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi ön testinden aldıkları puanların ortalaması 16,71, standart sapması 3,79, çarpıklık katsayısı -0,38, basıklık katsayısı ise -1,17'dir. Aldıkları puan değeri en az 9 iken en çok 22 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi son testinden aldıkları puanların ortalaması 15,63, standart sapması 3,69, çarpıklık katsayısı -0,03, basıklık katsayısı ise -0,28'dir. Aldıkları puan değeri en az 8 iken en çok 23 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde ön test değerinin -1 ile +1 arasında yer almadığı görülmüştür. Deney grubu ön test puanlarına önce yansıma sonra da logaritma dönüşümü yapıldığında verilerin normal dağılım göstermesi sebebiyle logaritma dönüşümlü değişkenler üzerinden veri analizi yapılmıştır. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış zorluk hissi ön test ($p=0,046$) ve son test ($p=0,955$) puan verilerinin normal dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir. Deney grubu ön test ve son test puan verilerinin normal dağılım göstermesi sebebiyle Bağımlı Örneklem t testi ile veri analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 14'te bulunmaktadır.

Tablo 14

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Zorluk Hissine (ÜDÖ-Z) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
	ÜDÖ-Z	0,71	24	0,31	0,06			
Deney	Ön Test					-6,03	0,00	1,23
Grubu	ÜDÖ-Z	1,18	24	0,11	0,22			
	Son Test							

Tablo 14'e göre Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimi yapılan grubun üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi ön testine ait puan ortalamasının $\bar{X} = 16,71$ iken son test puan ortalamasının $\bar{X} = 15,63$ olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımlı Örneklem t testi analizi sonucuna göre grubun zorluk hissi ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=-6,03$; $p<0,05$). Zorluk hissi ters madde olduğu için düşük puanlar olumlu duyguları ifade etmektedir (Aşık, 2009). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeğinde zorluk hissini azalttığını göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi açısından yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen's d ile gösterilmiştir. Sonuca göre deney grubu öğrencilerinin zorluk hissi açısından Cohen's d değerinin 1,23 olarak hesaplanması büyük derecede bir etki büyüklüğü olduğunu gösterir (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Deney grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba puanlarına ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 15'te gösterilmiştir. Tahmini çaba analiz sonucu bulguları da Tablo 16'da bulunmaktadır.

Tablo 15

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmini Çaba Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

Deney Grubu	Ön Test	Son Test
Ortalama	19,67	17,92
Standart Sapma	4,36	4,32
Çarpıklık	0,57	1,34
Basıklık	0,52	4,06
Minimum	12,00	10,00
Maximum	32,00	32,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba ön testine ait puanların ortalaması 19,67, standart sapması 4,36, çarpıklık katsayısı 0,57, basıklık katsayısı ise 0,52'dir. Aldıkları puan değeri en az 12 iken en çok 32 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba son testinden aldıkları puanların ortalaması 17,92, standart sapması 4,32, çarpıklık katsayısı 1,34, basıklık katsayısı ise 4,06'dır. Aldıkları puan değeri en az 10 iken en çok 32 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer almadığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış tahmini çaba ön test puanında verilerin normal dağılım gösterirken ($p=0,234$), son test puanında dağılımın normal olmadığı ($p<0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Deney grubunun son test puanlarına logaritma dönüşümü yapıldığında verilerin normal dağılım göstermesi sebebiyle logaritma dönüşümlü değişkenler üzerinden Bağımlı Örneklem t testi ile veri analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veri analizi sonuçları da Tablo 16'da bulunmaktadır.

Tablo 16

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmini Çabaya (ÜDÖ-Ç) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
	ÜDÖ-Ç	1,28	24	0,10	0,02			
Deney	Ön Test					2,98	0,00	0,61
Grubu	ÜDÖ-Ç	1,24	24	0,10	0,02			
	Son Test							

Tablo 16'ya göre Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimi yapılan grubun üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba ön testine ait ortalama puanı $\bar{X} = 19,67$ olarak tespit edilirken son testine ait ortalama puanı $\bar{X} = 17,92$ olarak tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımlı Örneklem t testi analizi sonucunda grubun tahmini çaba ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=2,98$; $p<0,05$). Tahmini çaba ters madde olduğu için düşük puanlar olumlu duyguları ifade etmektedir (Aşık, 2009). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeğinde tahmini çabayı azalttığını göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba açısından yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen's d ile gösterilmiştir. Sonuca göre deney grubu öğrencilerinin tahmini çaba açısından Cohen's d değerinin 0,61 olarak hesaplanması orta derecede bir etki büyüklüğü olduğunu gösterir (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Deney grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu puanlarına ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 17'de gösterilmiştir. Tahmin edilen çözümün doğruluğu analiz sonucu bulgularına da Tablo 18'de bulunmaktadır.

Tablo 17

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmin Edilen Çözümün Doğruluğu Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

Deney Grubu	Ön Test	Son Test
Ortalama	20,75	24,08
Standart Sapma	4,54	4,61
Çarpıklık	-0,13	0,26
Basıklık	-0,07	-0,81
Minimum	11,00	16,00
Maximum	29,00	32,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu ön testinden aldıkları puanların ortalaması 20,75, standart sapması 4,54, çarpıklık katsayısı -0,13, basıklık katsayısı ise -0,07'dir. Aldıkları puan değeri en az 11 iken en çok 29 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu son testine ait puanların ortalaması 24,08, standart sapması 4,61, çarpıklık katsayısı 0,26, basıklık katsayısı ise -0,81'dir. Aldıkları puan değeri en az 16 iken en çok 32 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış tahmin edilen çözümün doğruluğu ön test ($p=0,900$) ve son test ($p=0,323$) puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunun ön test ve son test puan verilerinin normal bir dağılım göstermesi sebebiyle Bağımlı Örneklem t testi ile verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları da Tablo 18'de bulunmaktadır.

Tablo 18

Deney Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmin Edilen Çözümün Doğruluğuna (ÜDÖ-D) İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
	ÜDÖ-D	20,75	24	4,54	0,93			
Deney	Ön Test					-4,18	0,00	0,85
Grubu	ÜDÖ-D	24,08	24	4,61	0,94			
	Son Test							

Tablo 18'e göre Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimi yapılan grubun üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu ön testine ait ortalama puanı $\bar{X} = 20,75$ olarak tespit edilirken son teste ait ortalama puanının $\bar{X} = 24,08$ olduğu ve 3,33 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda yapılan bağımlı örneklem t testi analizi sonucunda grubun tahmin edilen çözümün doğruluğu ön test ile son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t = -4,18$; $p < 0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeğinde tahmin edilen çözümün doğruluğunu arttırdığını göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu açısından yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları arasındaki bu farkın etki büyüklüğü 0,85 olarak hesaplanmıştır ve büyük derecede bir etki büyüklüğü olduğunu gösterir (Özsoy ve Özsoy, 2013).

4.4. Dördüncü Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada yer alan dördüncü alt probleme yanıt aramadan önce deney ve kontrol grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği bileşenleri olan; bilme hissi, aşinalık hissi, zorluk hissi, tahmini çaba ve tahmin edilen çözümün doğruluğu puanlarına yönelik betimleyici istatistikleri yapılmıştır. Daha sonra deney ve kontrol grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği bileşenleri ön test ve son testine ait puanların karşılaştırması için Bağımsız Örneklem t testleri yapılmıştır.

Deney ve kontrol grubunun üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi puanlarına ait betimleyici istatistikler Tablo 19'da gösterilmiştir. Bilme hissi analiz sonucu bulguları da Tablo 20'de bulunmaktadır.

Tablo 19

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Bilme Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ortalama	22,13	24,96	23,15	21,58
Standart Sapma	4,89	3,92	5,02	5,75
Çarpıklık	0,58	0,26	-0,05	0,46
Basıklık	-0,53	-0,70	-0,93	-0,96
Minimum	15,00	18,00	14,00	13,00
Maximum	32,00	32,00	31,00	32,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi ön testinden aldıkları puanların ortalaması 22,13, standart sapması 4,89, çarpıklık katsayısı 0,58, basıklık katsayısı ise -0,53'tür. Aldıkları puan değeri en az 15 iken en çok 32 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi son testinden aldıkları puanların ortalaması 24,96, standart sapması 3,92, çarpıklık katsayısı 0,26, basıklık katsayısı ise -0,70'tir. Aldıkları puan değeri en az 18 iken en çok 32 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi ön testine ait ortalama puanı 23,15, standart sapması 5,02, çarpıklık katsayısı -0,05, basıklık katsayısı ise -0,93'tür. Aldıkları puan değeri en az 14 iken en çok 31 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi son testinden aldıkları puanların ortalaması 21,58, standart sapması 5,75, çarpıklık katsayısı 0,46, basıklık katsayısı ise -0,96'dır. Aldıkları puan değeri en az 13 iken en çok 32 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış hem deney grubu bilme hissi ön test ($p=0,188$) ve son test ($p=0,556$) puanında verilerin normal bir dağılıma sahip olduğu hem de kontrol grubuna ait ön test ($p=0,392$) ve son test ($p=0,080$) puanında verilerin normal bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubuna ait ön test ile son test puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olması sebebiyle Bağımsız Örneklem t testi ile verilerin

analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analiz sonuçları da Tablo 20’de bulunmaktadır.

Tablo 20

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Bilme Hissine (ÜDÖ-B) İlişkin Bağımsız Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
ÜDÖ-B	Deney	22,13	24	4,89	0,99	-0,73	0,47	0,10
	Grubu							
Ön Test	Kontrol	23,15	26	5,02	0,98	2,45	0,02	0,35
	Grubu							
ÜDÖ-B	Deney	24,96	24	3,92	0,80	2,45	0,02	0,35
	Grubu							
Son Test	Kontrol	21,58	26	5,75	1,13	2,45	0,02	0,35
	Grubu							

Tablo 20’de yer alan verilere göre deney ve kontrol grubu arasında uygulama işlemi gerçekleştirilmeden önce üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi açısından anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının tespiti için gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi incelendiğinde, deney grubuna ait ön test puan ortalaması 22,13 iken kontrol grubuna ait ön test puan ortalamasının 23,15 olduğu ve 1,02 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucuna göre üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi deney ve kontrol grubuna ait ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ($t=-0,73$; $p>0,05$).

Gerçekleştirilen uygulama işlemi sonrasında deney ve kontrol grubunun son test puanları incelendiğinde ise deney grubuna ait ortalama puan 24,96 olarak belirlenirken kontrol grubuna ait puan ortalamasının 21,58 olduğu ve 3,38 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucunda üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissinde deney ve kontrol grubuna ait son test puan ortalamaları karşılaştırılmasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=2,45$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney

grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissini arttırdığını göstermektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği bilme hissi açısından yapılan analiz sonucunda iki grup arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen's d ile gösterilmiştir. Deney ve kontrol grubu ÜDÖ-B ön test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d değerinin 0,10 olarak hesaplanması küçük derecede bir etki büyüklüğü, ÜDÖ-B son test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d değerinin 0,35 olarak hesaplanması da küçük derecede bir etki büyüklüğü olarak yorumlanabilir. (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubuna ait öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi puanlarına ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 21'de gösterilmiştir. Aşinalık hissi analiz sonucu bulguları da Tablo 22'de bulunmaktadır.

Tablo 21

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Aşinalık Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ortalama	15,92	23,25	15,54	17,69
Standart Sapma	3,31	4,06	4,65	5,37
Çarpıklık	-0,16	0,48	0,54	1,06
Basıklık	-0,35	-0,87	-0,49	1,26
Minimum	10,00	18,00	8,00	10,00
Maximum	22,00	31,00	26,00	32,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi ön testinden aldıkları puanların ortalaması 15,92, standart sapması 3,31, çarpıklık katsayısı -0,16, basıklık katsayısı ise -0,35'tür. Aldıkları puan değeri en az 10 iken en çok 22 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi son testine ait ortalama puanı 23,25, standart sapması 4,06, çarpıklık katsayısı 0,48, basıklık katsayısı ise -0,87'dir. Aldıkları puan değeri en az 18 iken en çok 31 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 15,54, standart sapması 4,65, çarpıklık katsayısı 0,54, basıklık katsayısı ise -0,49'dur. Aldıkları puan değeri en az 8 iken en çok 26 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi son testinden elde ettikleri puanların ortalaması 17,69, standart sapması 5,37, çarpıklık katsayısı 1,06, basıklık katsayısı ise 1,26'dır. Aldıkları puan değeri en az 10 iken en çok 32 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde kontrol grubu son test hariç bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Kontrol grubu son test puanlarına logaritma dönüşümü yapıldığında verilerin normal dağılım göstermesi sebebiyle logaritma dönüşümlü değişkenler üzerinden veri analizi yapılmıştır. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış hem deney grubu aşinalık hissi ön test ($p=0,332$) ve son test ($p=0,088$) puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olduğu hem de kontrol grubuna ait ön test ($p=0,196$) ve son test ($p=0,813$) puanında verilerinin normal bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubuna ait ön test ile son test puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olması sebebiyle Bağımsız Örneklem t testi ile verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analiz sonuçları da Tablo 22'de bulunmaktadır.

Tablo 22

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Aşinalık Hissine (ÜDÖ-A) İlişkin Bağımsız Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
ÜDÖ-A	Deney	15,92	24	3,31	0,68	0,33	0,74	0,05
	Grubu							
Ön Test	Kontrol	15,54	26	4,65	0,91	41,23	0,00	5,83
	Grubu							
ÜDÖ-A	Deney	1,36	24	0,07	0,02	41,23	0,00	5,83
	Grubu							
Son Test	Kontrol	1,23	26	0,13	0,02	41,23	0,00	5,83
	Grubu							

Tablo 22’de yer alan verilere göre deney ve kontrol grubu arasında uygulama işlemi gerçekleştirilmeden önce üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi açısından anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının tespiti için gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi incelendiğinde, deney grubuna ait ön test puan ortalaması 15,92 iken kontrol grubuna ait ön test puan ortalamasının 15,54 olduğu ve 0,38 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucuna göre üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi deney ve kontrol grubuna ait ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ($t=0,33$; $p>0,05$).

Gerçekleştirilen uygulama işlemi sonrasında deney ve kontrol grubunun son test puanları incelendiğinde ise deney grubuna ait ortalama puan 23,25 olarak belirlenirken kontrol grubuna ait puan ortalamasının 17,69 olduğu ve 5,56 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucunda üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissinde deney ve kontrol grubuna ait son test puan ortalamaları karşılaştırılmasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=41,23$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissini arttırdığını göstermektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği aşinalık hissi açısından yapılan analiz sonucunda iki grup arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen’s d ile gösterilmiştir. Deney ve kontrol grubu ÜDÖ-A ön test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen’s d değerinin 0,05 olarak hesaplanması küçük derecede bir etki büyüklüğü, ÜDÖ-A son test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen’s d değerinin 5,83 olarak hesaplanması da büyük derecede bir etki büyüklüğü olarak yorumlanabilir. (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubuna ait öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi puanlarına ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 23’te gösterilmiştir. Zorluk hissi analiz sonucu bulguları da Tablo 24’te bulunmaktadır.

Tablo 23

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Zorluk Hissi Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ortalama	16,71	15,63	17,42	18,96
Standart Sapma	3,79	3,69	3,18	3,63
Çarpıklık	-0,38	-0,03	-0,62	-0,35
Basıklık	-1,17	-0,28	-0,17	-0,20
Minimum	9,00	8,00	10,00	11,00
Maximum	22,00	23,00	22,00	26,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi ön testinden aldıkları puanların ortalaması 16,71, standart sapması 3,79, çarpıklık katsayısı -0,38, basıklık katsayısı ise -1,17'dir. Aldıkları puan değeri en az 9 iken en çok 22 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi son testinden aldıkları puanların ortalaması 15,63, standart sapması 3,69, çarpıklık katsayısı -0,03, basıklık katsayısı ise -0,28'dir. Aldıkları puan değeri en az 8 iken en çok 23 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi ön testinden aldıkları puanların ortalaması 17,42, standart sapması 3,18, çarpıklık katsayısı -0,62, basıklık katsayısı ise -0,17'tür. Aldıkları puan değeri en az 10 iken en çok 22 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi son testinden elde ettikleri puanların ortalaması 18,96, standart sapması 3,63, çarpıklık katsayısı -0,35, basıklık katsayısı ise -0,20'dir. Aldıkları puan değeri en az 11 iken en çok 26 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde deney grubu ön test hariç bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Deney grubu ön test puanlarına önce yansıma sonra da logaritma dönüşümü yapıldığında verilerin normal dağılım göstermesi sebebiyle logaritma dönüşümlü değişkenler üzerinden veri analizi yapılmıştır. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış hem deney grubu zorluk hissi ön test ($p=0,046$) ve son test ($p=0,955$) puanında verilerin normal bir dağılıma sahip olduğu hem de kontrol grubuna ait ön test ($p=0,178$)

ve son test ($p=0,759$) puanında verilerinin normal bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubuna ait ön test ile son test puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olması sebebiyle Bağımsız Örneklem t testi ile verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analiz sonuçları da Tablo 24’te bulunmaktadır.

Tablo 24

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Zorluk Hissine (ÜDÖ-Z) İlişkin Bağımsız Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
ÜDÖ-Z Ön Test	Deney	0,71	24	0,31	0,06	0,49	0,63	0,07
	Grubu							
ÜDÖ-Z Son Test	Kontrol	0,66	26	0,29	0,06	-3,22	0,00	0,46
	Grubu							
ÜDÖ-Z Son Test	Deney	15,63	24	3,69	0,75	-3,22	0,00	0,46
	Grubu							
ÜDÖ-Z Son Test	Kontrol	18,96	26	3,63	0,71	-3,22	0,00	0,46
	Grubu							

Tablo 24’te yer alan verilere göre deney ve kontrol grubu arasında uygulama işlemi gerçekleştirilmeden önce üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi açısından anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının tespiti için gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi incelendiğinde, deney grubuna ait ön test puan ortalaması 16,71 iken kontrol grubuna ait ön test puan ortalamasının 17,42 olduğu ve 0,71 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucuna göre üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi deney ve kontrol grubuna ait ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ($t=0,49$; $p>0,05$).

Gerçekleştirilen uygulama işlemi sonrasında deney ve kontrol grubunun son test puanları incelendiğinde ise deney grubuna ait ortalama puan 15,63 olarak belirlenirken kontrol grubuna ait puan ortalamasının 18,96 olduğu ve 3,33 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucunda üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissinde deney ve kontrol grubuna ait son test puan ortalamaları karşılaştırılmasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı

düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=-3,22$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissini azalttığını göstermektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği zorluk hissi açısından yapılan analiz sonucunda iki grup arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen's d ile gösterilmiştir. Deney ve kontrol grubu ÜDÖ-Z ön test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d değerinin 0,07 olarak hesaplanması küçük derecede bir etki büyüklüğü, ÜDÖ-Z son test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d değerinin 0,46 olarak hesaplanması da küçük derecede bir etki büyüklüğü olarak yorumlanabilir. (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubuna ait öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba puanlarına ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 25'te gösterilmiştir. Tahmini çaba analiz sonucu bulguları da Tablo 26'da bulunmaktadır.

Tablo 25

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmini Çaba Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ortalama	19,67	17,92	19,85	19,65
Standart Sapma	4,36	4,32	4,02	3,97
Çarpıklık	0,57	1,34	0,08	-0,35
Basıklık	0,52	4,06	-0,32	-0,32
Minimum	12,00	10,00	12,00	12,00
Maximum	32,00	32,00	29,00	27,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 19,67, standart sapması 4,36, çarpıklık katsayısı 0,57, basıklık katsayısı ise 0,52'dir. Aldıkları puan değeri en az 12 iken en çok 32 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba son testinden aldıkları puanların ortalaması 17,92, standart sapması 4,32, çarpıklık katsayısı 1,34, basıklık katsayısı ise 4,06'dır. Aldıkları puan değeri en az 10 iken en çok 32 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 19,85, standart sapması 4,02, çarpıklık katsayısı 0,08, basıklık katsayısı ise -0,32'dir. Aldıkları puan değeri en az 12 iken en çok 29 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba son testinden aldıkları puanların ortalaması 19,65, standart sapması 3,97, çarpıklık katsayısı -0,35, basıklık katsayısı ise -0,32'dir. Aldıkları puan değeri en az 12 iken en çok 27 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde deney grubu son test hariç bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Deney grubu son test puanlarına logaritma dönüşümü yapıldığında verilerin normal dağılım göstermesi sebebiyle logaritma dönüşümlü değişkenler üzerinden veri analizi yapılmıştır. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış hem deney grubu tahmini çaba ön test ($p=0,234$) ve son test ($p<0,05$) puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olduğu hem de kontrol grubuna ait ön test ($p=0,344$) ve son test ($p=0,359$) puanında verilerinin normal bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubuna ait ön test ve son test puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olması sebebiyle Bağımsız Örneklem t testi ile verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analiz sonuçları da Tablo 26'da bulunmaktadır.

Tablo 26

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmini Çaba (ÜDÖ-Ç) İlişkin Bağımsız Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
ÜDÖ-Ç	Deney	19,67	24	4,36	0,89	-0,15	0,88	0,02
	Grubu							
Ön Test	Kontrol	19,85	26	4,02	0,79	-1,53	0,13	0,22
	Grubu							
ÜDÖ-Ç	Deney	1,24	24	0,10	0,02	-1,53	0,13	0,22
	Grubu							
Son Test	Kontrol	1,28	26	0,09	0,02			
	Grubu							

Tablo 26’da yer alan verilere göre deney ve kontrol grubu arasında uygulama işlemi gerçekleştirilmeden önce üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba açısından anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının tespiti için gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi incelendiğinde, deney grubuna ait ön test ortalaması 19,67 iken kontrol grubuna ait ön test puan ortalamasının 19,85 olduğu ve 0,18 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucuna göre üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba deney ve kontrol grubuna ait ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ($t=-0,15$; $p>0,05$).

Gerçekleştirilen uygulama işlemi sonrasında deney ve kontrol grubunun son test puanları incelendiğinde ise deney grubuna ait ortalama puan 17,92 olarak belirlenirken kontrol grubuna ait puan ortalamasının 19,65 olduğu ve 1,73 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucunda üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çabada deney ve kontrol grubuna ait son test puan ortalamaları karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ($t=-1,53$; $p>0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba bileşeninde herhangi bir değişiklik göstermediğini ifade etmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmini çaba açısından yapılan analiz sonucunda iki grup arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen’s d ile gösterilmiştir. Deney ve kontrol grubu ÜDÖ-Ç ön test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen’s d değerinin 0,02 olarak hesaplanması küçük derecede bir etki büyüklüğü, ÜDÖ-Ç son test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen’s d değerinin 0,22 olarak hesaplanması da küçük derecede bir etki büyüklüğü olarak yorumlanabilir. (Özsoy ve Özsoy, 2013).

Deney grubu öğrencileri ile kontrol grubuna ait öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu puanlarına ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 27’de gösterilmiştir. Tahmin edilen çözümün doğruluğu analiz sonucu bulguları da Tablo 28’de bulunmaktadır.

Tablo 27

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmin Edilen Çözümün Doğruluğu Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ortalama	20,75	24,08	21,42	20,62
Standart Sapma	4,54	4,61	4,55	5,04
Çarpıklık	-0,13	0,26	0,06	0,48
Basıklık	-0,07	-0,81	-0,43	-0,18
Minimum	11,00	16,00	12,00	12,00
Maximum	29,00	32,00	30,00	32,00

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu ön testinden aldıkları puanların ortalaması 20,75, standart sapması 4,54, çarpıklık katsayısı -0,13, basıklık katsayısı ise -0,07'dir. Aldıkları puan değeri en az 11 iken en çok 29 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu son testinden elde ettikleri puanların ortalaması 24,08, standart sapması 4,61, çarpıklık katsayısı 0,26, basıklık katsayısı ise -0,81'dir. Aldıkları puan değeri en az 16 iken en çok 32 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu ön testinden aldıkları puanların ortalaması 21,42, standart sapması 4,55, çarpıklık katsayısı 0,06, basıklık katsayısı ise -0,43'tür. Aldıkları puan değeri en az 12 iken en çok 30 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu son testinde aldıkları puanların ortalaması 20,62, standart sapması 5,04, çarpıklık katsayısı 0,48, basıklık katsayısı ise -0,18'dir. Aldıkları puan değeri en az 12 iken en çok 32 olmuştur.

Betimleyici istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış hem deney grubu tahmin edilen çözümün doğruluğu ön test

($p=0,900$) ve son test ($p=0,323$) puanında verilerin normal bir dağılıma sahip olduğu hem de kontrol grubuna ait ön test ($p=0,846$) ve son test ($p=0,533$) puanında verilerin normal bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubuna ait ön test ile son test puan verilerinin normal bir dağılıma sahip olması sebebiyle Bağımsız Örneklem t testi ile verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analiz sonuçlarına da Tablo 28’de bulunmaktadır.

Tablo 28

Deney ve Kontrol Grubunun Üstbilişsel Deneyim Ölçeği Tahmin Edilen Çözümün Doğruluğuna (ÜDÖ-D) İlişkin Bağımsız Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
ÜDÖ-D	Deney	20,75	24	4,54	0,93			
	Grubu					-0,52	0,60	0,07
Ön Test	Kontrol	21,42	26	4,55	0,89			
	Grubu							
ÜDÖ-D	Deney	24,08	24	4,61	0,94			
	Grubu					2,53	0,02	0,36
Son Test	Kontrol	20,62	26	5,04	0,99			
	Grubu							

Tablo 28’de yer alan verilere göre deney ve kontrol grubu arasında uygulama işlemi gerçekleştirilmeden önce üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu açısından anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının tespiti için gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi incelendiğinde, deney grubuna ait ön test puan ortalaması 20,75 iken kontrol grubuna ait ön test puan ortalamasının 21,42 olduğu ve 0,67 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucuna göre üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu deney ve kontrol grubuna ait ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ($t=-0,52$; $p>0,05$).

Gerçekleştirilen uygulama işlemi sonrasında deney ve kontrol grubunun son test puanları incelendiğinde ise deney grubuna ait ortalama puan 24,08 olarak belirlenirken

kontrol grubuna ait puan ortalamasının 20,62 olduğu ve 3,46 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucunda üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu deney ve kontrol grubuna ait son test puan ortalamaları karşılaştırılmasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=2,53$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğunu arttırdığını göstermektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyim ölçeği tahmin edilen çözümün doğruluğu açısından yapılan analiz sonucunda iki grup arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen's d ile gösterilmiştir. Deney ve kontrol grubu ÜDÖ-D ön test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d değerinin 0,07 olarak hesaplanması küçük derecede bir etki büyüklüğü, ÜDÖ-D son test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d değerinin 0,35 olarak hesaplanması da küçük derecede bir etki büyüklüğü olarak yorumlanabilir. (Özsoy ve Özsoy, 2013).

4.5. Beşinci Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada yer alan beşinci alt probleme yanıt aramadan önce deney grubunun matematik problemi çözme tutum puanlarına yönelik betimleyici istatistikleri yapılarak Tablo 29'da gösterilmiştir. Daha sonra deney grubuna ait ön test ve son test puanları karşılaştırması analizi doğrultusunda Bağımlı Örneklem t testi yapılmıştır. Analiz sonucu bulguları da Tablo 30'da bulunmaktadır.

Tablo 29

Deney Grubunun Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

Deney Grubu	Ön Test	Son Test
Ortalama	63,00	73,71
Standart Sapma	11,33	5,70
Çarpıklık	-0,28	-0,06
Basıklık	0,14	0,03
Minimum	40,00	61,00
Maximum	86,00	86,00

Deney grubu öğrencilerinin MPÇTÖ ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 63,00, standart sapması 11,33, çarpıklık katsayısı -0,28, basıklık katsayısı ise 0,14'tür. Aldıkları puan değeri en az 40 iken en çok 86 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin MPÇTÖ son testinden elde ettikleri puanların ortalaması 73,71, standart sapması 5,70, çarpıklık katsayısı -0,06, basıklık katsayısı ise 0,03'tür. Aldıkları puan değeri en az 61 iken en çok 86 olmuştur.

Betimsel istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış hem ön test puanında verilerin normal dağılım gösterdiği ($p=0,838$) hem de son test puanında verilerin normal bir dağılıma sahip olduğu ($p=0,977$) sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları da Tablo 30'da bulunmaktadır.

Tablo 30

Deney Grubunun Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeğine İlişkin Bağımlı Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
Deney Grubu	MPÇTÖ	63,00	24	11,33	2,31			
	Ön Test					-5,35	0,00	1,09
	MPÇTÖ	73,71	24	5,70	1,16			
	Son Test							

Tablo 30'a göre Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretimi yapılan grubun matematik problemi çözme tutum ön testine ait ortalama puanı $\bar{X} = 63,00$ olarak tespit edilirken son teste ait ortalama puanı $\bar{X} = 73,71$ olarak belirlenmiş ve 10,71 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda yapılan Bağımlı Örneklem t testi analizi sonucunda grubun matematik problemi çözme tutum ön test ile son test puan ortalamaları karşılaştırmasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=-5,35$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin matematik problemi çözme tutumlarını arttırdığını göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumları açısından yapılan analiz sonucunda ön test ve son test puanları arasındaki bu farkın etki büyüklüğü

Cohen's d ile gösterilmiştir. Sonuca göre deney grubu öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumları açısından Cohen's d değerinin 1,09 olarak hesaplanması büyük derecede bir etki büyüklüğü olduğunu gösterir (Özsoy ve Özsoy, 2013).

4.6. Altıncı Araştırma Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada yer alan altıncı ve son araştırma problemine yanıt aramadan önce deney ve kontrol grubuna ait matematik problemi çözme tutum puanlarına yönelik betimleyici istatistikler Tablo 31'de gösterilmiştir. Daha sonra deney ve kontrol grubuna ait son test puanları karşılaştırması analizi doğrultusunda Bağımsız Örneklem t testi ile veri analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucu bulguları da Tablo 32'de bulunmaktadır.

Tablo 31

Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği Puanlarına İlişkin Ön Test Son Test Betimleyici İstatistik Sonuçları

	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ortalama	63,00	73,71	65,54	64,12
Standart Sapma	11,33	5,70	8,57	9,62
Çarpıklık	-0,28	-0,06	0,50	-0,21
Basıklık	0,14	0,03	-0,80	-0,07
Minimum	40,00	61,00	55,00	42,00
Maximum	86,00	86,00	83,00	83,00

Deney grubu öğrencilerinin MPÇTÖ ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 63,00, standart sapması 11,33, çarpıklık katsayısı -0,28, basıklık katsayısı ise 0,14'tür. Aldıkları puan değeri en az 40 iken en çok 86 olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinin MPÇTÖ son testinden elde ettikleri puanların ortalaması 73,71, standart sapması 5,70, çarpıklık katsayısı -0,06, basıklık katsayısı ise 0,03'tür. Aldıkları puan değeri en az 61 iken en çok 86 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin MPÇTÖ ön testinden elde ettikleri puanların ortalaması 65,54, standart sapması 8,57, çarpıklık katsayısı 0,50, basıklık katsayısı ise -0,80'dir. Aldıkları puan değeri en az 55 iken en çok 83 olmuştur.

Kontrol grubu öğrencilerinin MPÇTÖ son testinden elde ettikleri puanların ortalaması 64,12, standart sapması 9,62, çarpıklık katsayısı -0,21, basıklık katsayısı ise -0,07'dir. Aldıkları puan değeri en az 42 iken en çok 83 olmuştur.

Betimsel istatistiklere göre çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer aldığı görülmüştür. Ayrıca verilerin Shapiro-Wilk testi ile de analizi yapılmış deney grubu ön test ($p=0,838$) ve son test ($p=0,977$) puanında veriler normal bir dağılım gösterirken kontrol grubu ön test ($p<0,05$) puanında verilerin normal bir dağılım göstermediği ve son test ($p=0,991$) puanında ise verilerin normal bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Ancak kontrol grubuna ait ön test verileri incelendiğinde çarpıklık ve basıklık katsayısının -1 ile +1 arasında kalması ve çarpıklık katsayısının standart sapmaya bölünmesiyle elde edilen Z istatistiğinin $\alpha=0,05$ için 1,96 değerinden küçük olması sebebiyle bu verilerin normalden sapma göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda deney ve kontrol grubuna ait verilerin karşılaştırılmasında Bağımsız Örneklem t testi ile verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analiz sonuçları da Tablo 32'de bulunmaktadır.

Tablo 32

Deney ve Kontrol Grubunun Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeğine İlişkin Bağımsız Örneklem t- Testi Analiz Sonuçları

		$\bar{X}$	N	SS	sd	t	p	d
MPÇTÖ	Deney	63,00	24	11,33	2,31	-0,90	0,37	0,13
	Grubu							
Ön Test	Kontrol	65,53	26	8,57	1,68	4,32	0,00	0,61
	Grubu							
MPÇTÖ	Deney	73,70	24	5,70	1,16	4,32	0,00	0,61
	Grubu							
Son Test	Kontrol	64,11	26	9,62	1,89	4,32	0,00	0,61
	Grubu							

Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubunun MPÇTÖ puanları açısından aralarında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının tespiti için gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi incelendiğinde, deney grubuna ait ön test puan ortalaması 63,00 iken kontrol grubuna ait ön test puan ortalamasının 65,53 olduğu ve 2,53 puanlık

bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucuna göre MPÇTÖ deney ve kontrol grubuna ait ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ($t=-0,90$; $p>0,05$).

Gerçekleştirilen uygulama işlemi sonrasında deney ve kontrol grubunun son test puanları incelendiğinde ise deney grubuna ait ortalama puan 73,70 olarak belirlenirken kontrol grubuna ait son test puan ortalamasının 64,11 olduğu ve 9,59 puanlık bir farkın bulunduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen Bağımsız Örneklem t testi analizi sonucuna göre MPÇTÖ deney ve kontrol grubuna ait son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın bulunduğu belirlenmiştir ($t=4,32$; $p<0,05$). Bu sonuç, deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin matematik problemi çözme tutumunu arttırdığını göstermektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematik problemi çözme tutum puanları açısından yapılan analiz sonucunda iki grup arasındaki bu farkın etki büyüklüğü Cohen's d ile gösterilmiştir. Deney ve kontrol grubu MPÇTÖ ön test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d değerinin 0,13 olarak hesaplanması küçük derecede bir etki büyüklüğü, MPÇTÖ son test puanları arasındaki farkın etki büyüklüğü Cohen's d değerinin 0,61 olarak hesaplanması da orta derecede bir etki büyüklüğü olarak yorumlanabilir. (Özsoy ve Özsoy, 2013).

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeyine, problem çözme başarısına ve matematik problemi çözme tutumuna etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmanın beşinci bölümünde elde edilen bulgular doğrultusunda sonuçlara ve bu sonuçlar bağlamında da tartışma ile önerilere yer verilmiştir.

5.1. Fermi Problemleri Kullanılarak Tasarlanmış Problem Çözme Stratejileri Öğretiminin Problem Çözme Başarısı Üzerine Etkisi

Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin problem çözme başarısına etkisinin incelendiği bu araştırmanın birinci alt probleminde deney grubu öğrencilerinin PÇBT ön ve son test puanları ile ikinci alt problemde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PÇBT son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Bir başka ifadeyle deney grubu öğrencilerine uygulanan Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin deney grubu öğrencilerinin problem çözme başarısı üzerinde bir etki oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca göre deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin problem çözme başarılarını arttırdığı ve öğrencileri olumlu olarak etkilediği söylenebilir. Öğrencilerin problem çözme başarılarındaki bu artış daha sonra karşılaştıkları matematik problemlerinde doğru stratejiyi seçmelerini ve kullanmalarını dolayısıyla problem çözme becerilerinin gelişmesini sağlayabilir. Matematik Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2018; 2024) en önemli noktalarından biri olan problem çözme becerisinin rutin olmayan problemler ile problem çözme strateji öğretiminin gerçekleştirilmesinin öğrencilerin problem çözme başarılarını ve bu sayede matematik dersi başarılarını arttıracak da söylenebilir.

Kayapınar (2015) çalışmasında problem çözme stratejileri öğretimi ile uygulama yaptığı gruba ait öğrencilerin problem çözme becerilerinin olumlu yönde etkilendiği bulgusu araştırmanın bu sonucunu destekler niteliktedir. Benzer olarak Bozan (2008) de ortaokul yedinci sınıf öğrencileri ile problem çözme etkinlikleri uygulamasını yaptığı çalışmasında öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiği ve problem çözmeye yönelik başarılarının arttığını ifade etmesi, bu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

Problem çözme strateji eğitimi üzerine yaptığı çalışmasında Arsuk (2019) iki deney grubundan birine üstbiliş destekli problem çözme stratejileri eğitimi verirken diğer deney grubuna yalnızca problem çözme stratejileri üzerine bir eğitim vermiştir. Araştırmacının yalnızca problem çözme stratejileri üzerine uygulama öğretimi yapılan grubun problem çözme becerilerinde bir yükseliş saptadığı bulgular da problem çözme strateji öğretiminin öğrenciler üzerindeki kazanımlarına bir örnektir.

Öğretim verilmeden önce deney ve kontrol grupları arasında problem çözme başarı düzeyleri birbirine yakın iken yapılan öğretim sonrasında deney grubu öğrencilerinin problem çözme başarı düzeylerinin arttığı görülmüştür. Problem çözme başarısı artan öğrencinin problem çözmek için uygun stratejiyi seçme, bulduğu stratejiyi başka problemlerde genelleştirme, benzer bir problem ile karşılaştığında çözüm yolunu kolaylıkla bulma, bulduğu sonuçların doğru cevap için ne kadar anlamlı olup olmadığını kontrol etme becerilerinin gelişeceği söylenebilir. Bununla birlikte problem çözme sürecinde Fermi problemleri kullanmanın da öğrencileri düşünmeye ve bilgiyi yapılandırmaya sevk ettiği için eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerine katkı sağlayabilir. Ayrıca öğrencilerin bilgileri yapılandırmaları gereken bu problem türü ile strateji öğretimi gerçekleştirmenin öğrencilerin problem çözme başarısını arttırırken aynı zamanda problem çözme becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabilir. 2018 Matematik Dersi Öğretim Programı'na göre problem çözme, eleştirel düşünme ve akıl yürütme öğrencilerde gelişmesi istenen beceriler arasındaydı (MEB, 2018) . Aynı şekilde 2024 yılı Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı'na (MEB, 2024) göre öğrencilerin kazanması beklenen bütünleşik becerilerden muhakeme becerisi, üst düzey düşünme becerilerinden problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri, matematik alan becerilerinden ise matematiksel problem çözme ve matematiksel muhakeme becerilerine katkı sağlayacak Fermi problemleriyle tasarlanmış problem çözme öğretimine yönelik ortamların öğrencilere sunulmasının onların problem çözme başarılarını artıracak sonucuna varılabilir. Öğrencilerin problem çözme başarısını etkileyen strateji öğretimleri gösteriyor ki, geleneksel öğretimin dışına çıkıldığında önemli bir beceri olan problem çözme becerisini de geliştirmekte faydalıdır denebilir. Bu bağlamda ilgili literatür incelendiğinde problem çözme stratejileri öğretiminin uygulandığı öğrenci gruplarında problem çözme başarısının arttığı sonucuna ulaşılabilir (Arsuk, 2019; Bozan, 2008; Kayapınar, 2015).

5.2. Fermi Problemleri Kullanılarak Tasarlanmış Problem Çözme Stratejileri Öğretiminin Üstbilişsel Deneyim Üzerine Etkisi

Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeyine etkisinin incelendiği bu araştırmanın üçüncü alt problemünde deney grubu öğrencilerinin ÜDÖ ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı test edilmiştir. ÜDÖ öğrencilerin matematik problemine ilişkin mevcut üstbilişsel duygu ve yargılarını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Ölçekte yer alan beş madde; öğrencilerin bilme hisleri, aşinalık hisleri, zorluk hisleri, tahmini çaba ve tahmin edilen çözümün doğruluğudur. Aşinalık hisleri, bilme hisleri ve tahmin edilen çözümün doğruluğunda yüksek puanlar probleme ilişkin olumlu duyguları ifade ederken zorluk hisleri ve tahmini çaba için düşük puanlar olumlu duyguları ifade etmektedir. Bu bağlamda ÜDO ile ilgili alt problemlere ait sonuçlar bu beş maddenin her biri için tek tek ele alınmıştır.

Araştırmanın üçüncü alt probleminin analizinde deney grubu öğrencilerine uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan ÜDÖ sonuçlarına göre bilme hissi, aşinalık hissi, zorluk hissi, tahmini çaba ve tahmin edilen çözümün doğruluğu ön test ve son test puan ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin aşinalık hislerini arttırdığı ve öğrencileri olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Aşinalık hissi bilgiye ulaşabilirliği ifade etmektedir (Efklides, 2006). Ayrıca aşinalık hissi, zorluk hissini ve tahmini çabayı etkiler (Efklides, 2002). Öğrenci yüksek aşinalık hissine sahip olmasına rağmen gerekli bilgiler hafızasında yer almadığında problemlerin çözümlerini hatalı yapabilir. Buna ek olarak öğrenci aşinalık hissi ile çözüme başlar ancak işlemleri yaparken kesinti ile karşılaştığında zorluk hissini yenilemek zorunda kalır ve bu nedenle de hissettiği zorluk hissinde azalma meydana gelebilir. Bu sonuca göre deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin zorluk hislerini azalttığı ve öğrencileri olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Zorluk hissi doğrudan performansla ilişkili olmayabilir. Problem çözme sürecinin kesintiye uğraması sebebiyle işlemler devam ettirilemeyebilir ve sonuç her zaman başarılı olmayabilir. Ayrıca zorluk hissi öğrencilerin bilişsel yeteneğiyle ve kaygı gibi kişilik özellikleriyle ilgili de olabilir ve duruma göre değişebilir (Efklides, 2002). Bir diğer sonuca göre deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin tahmini çabalarını azalttığı ve öğrencileri olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Olumsuz duygular öğrencinin sonuca ulaşmak için

daha fazla çaba harcaması gerektiğini hatta zorluk hissini aşmadığı durumlarda problemi çözmekten vazgeçmesi gerektiğini hissettirir (Efklides, 2006). Bu nedenle bu durumla karşılaşan öğrencide çaba duygusu azalabilir. Zorluk hissi ve tahmini çaba arasında bu şekilde pozitif yönde yüksek bir ilişki olduğu da söylenebilir. Ayrıca tahmini çaba öğrencinin matematik yeteneği, matematik benlik kavramı gibi faktörlerin yanında ruh hali ve olası zorluk hissinden de etkilenebilir. Buradan hareketle bir başka ifadeyle deney grubu öğrencilerine uygulanan problem çözme stratejileri öğretiminin deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyimleri üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuca göre deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeylerini arttırdığı ve öğrencileri olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

İleriye dönük üstbilişsel deneyimlerin temel unsuru aşinalık hissidir. Öğrenciye problem çözme sürecinde beklenen akıcılık hakkında bilgi verir ve bu süreçte olası karşılaşılabilecek engeller hakkında da bilgi sağlar. Aşinalık hissi bilme hissi ile ilişkilidir. Ayrıca aşinalık hissi ileriye yönelik olarak zorluk puanları ile negatif yönde ilişkilidir (Efklides, 2006). Örneğin bir problemin çözümünde zorluk hissi yüksek aşinalık hissi düşük olabilir. Bunun sebebi öğrencilerin konuya aşina olmaları ancak problemi çözmek için yeterli bilgilerinin olmamasından kaynaklı olabilir. Zorluk hissi de tahmini çaba ile ilişkilidir. Zorluk hissi problem çözme süreci boyunca mevcuttur ve kontrol aşamasında alınacak kararlar için kritik bir öneme sahiptir. Sonuca ulaşmaya yönelik ilerleme hızını etkileyen üstbilişsel deneyimler de aşinalık hissi, zorluk hissi ve tahmini çabadır (Efklides, 2002).

Araştırmanın dördüncü alt probleminin analizinde hem deney grubu hem de kontrol grubu öğrencilerine uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan ÜDÖ sonuçlarına göre bilme hissi, aşinalık hissi, zorluk hissi ve tahmin edilen çözümün doğruluğu maddelerinde ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu fark sadece deney grubu öğrencilerinde anlamlı olarak gözlemlenmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ÜDÖ bilme hissi, aşinalık hissi, zorluk hissi ve tahmin edilen çözümün doğruluğu bileşenlerinde ön test puanları karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiş olup öğrencilerin ÜDÖ son test puanları karşılaştırıldığında ise iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerinin ÜDÖ bilme hissi, aşinalık hissi, zorluk hissi ve tahmin edilen çözümün doğruluğu maddelerine göre gerçekleştirilen uygulama öncesi ile uygulama sonrası puan

ortalamaları karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu bulgu doğrultusunda geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanılarak derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarından hangisinde değişimin daha fazla olduğunu belirlemek için son test uygulamaları yapılarak karşılaştırma gerçekleştirilmiştir. ÜDÖ bilme hissi, aşinalık hissi, zorluk hissi ve tahmin edilen çözümün doğruluğu maddeleri açısından iki grup arasında istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu farkın deney grubu lehine olduğu görülmüştür. Sonuç olarak problem çözme stratejileri öğretimi uygulamasının deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel deneyimleri üzerinde etkili olduğu ve öğrencilerin üstbilişsel deneyimlerinde bilme hissi, aşinalık hissi ve tahmin edilen çözümün doğruluğu düzeylerinin artmasına ve zorluk hissi düzeyinin azalmasına olumlu katkı sağladığı söylenebilir. Buna karşılık ÜDÖ sonuçlarına göre tahmini çaba açısından deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ÜDÖ tahmini çaba ön test puanları karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiş olup öğrencilerin ÜDÖ son test puanları karşılaştırıldığında ise iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerinin ÜDÖ tahmini çabaya göre gerçekleştirilen uygulama öncesi ile uygulama sonrası puan ortalamaları karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu bulgu doğrultusunda geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. ÜDÖ tahmini çaba açısından iki grup arasında istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu sonuca göre deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin ÜDÖ tahmini çabada herhangi bir değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. Tahmini çaba ile olumlu ruh hali arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur (Efklides, 2006). Öğrencinin ruh hali ne kadar iyiye çaba harcama isteği de o kadar fazla olabilir.

Aşinalık hissinde öğrenciler daha önce benzer bir problem ile karşılaşmamış olabilirler ya da tam tersine bilinen bir probleme benzediği için problemi tanıdık bulabilirler. Buna bağlı olarak da problemi zor veya kolay bulabilirler ki bu da her zaman verilen tepki ile gösterilen performansın ilişkili olmadığını gösterebilir. Öğrencilerin zorluk hislerinin yüksek olması problem çözmede kullandıkları stratejilere ilişkin üstbilişsel bilgilerle olan ilişkileri kuvvetlendirmektedir (Efklides, 2006). Zorluk hissine

dışsal faktörler de sebep olabilir. Her zaman problem çözme performansını etkileyen bilgiyle ilişkili olmayabilir. Zorluk hissi ile nesnel olarak zor problemlerin çözümleri arasında hiçbir ilişki yoktur (Efklides, 2002). Ancak tekrar problem çözme süreci gerçekleştirilirse zorluk hissinde bir değişiklik olabilir. Bu durumda aşinalık hissini etkileyebilir. Bu nedenle öğretmenlerin öğrencilerin problem çözme performanslarını desteklemesi, ip uçlarının farkına varmalarını sağlaması öğrencilerin hissettikleri zorluk hissini azaltmasını sağlayabilir.

Üstbilişsel deneyim ile öğrenciler kendi hakkında anlık bilişsel geri bildirimlerde bulunarak davranışlarını düzenleyebilir (Efklides, 2008). Bununla birlikte üstbilişsel deneyimlerin öğrencilerin matematik problemi çözme performansları üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu da dikkat çekmektedir (Özkubat, 2019). Ayrıca üstbilişsel deneyimler öğrencilerin matematik problemi çözerken strateji kullanımlarını etkiler ve üstbilişsel deneyimi gelişen öğrencilerin strateji kullanma performanslarının da arttığı görülmektedir (Efklides, 2001). İleriye dönük uygulamalarda elde edilen sonuçlarda özellikle küçük yaş grubu ile bir çalışma gerçekleştirilmiş ise gerçeklikten uzaklaştıkları için algılarını daha çok yansıtabilecekleri de düşünülmektedir.

Üstbilişsel deneyim üzerine yapılan sınırlı araştırmalardan biri olan Özkubat (2019) tarafından üstbilişsel deneyimlerin problemlerin zorluk düzeyi arttıkça azaldığı sonucu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin üstbilişsel deneyimlerinin düşük olma nedenlerinin öğrencilerin özyeterlik ve motivasyon inançlarının düşük olması ile ilişkili olabileceği de düşünülmektedir. Bu bağlamda yeterli başarıyı gösteremeyen öğrencilere verilecek bir strateji öğretimi ile öğrencilerin özyeterliklerinin gelişebileceği ve bu sayede üstbilişsel deneyimlerinin artırılabilmesinin mümkün olduğu da vurgulanmaktadır.

Bozan (2008) çalışmasında ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine uygulanan problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin üstbiliş becerilerini geliştirmeye katkı sağladığı ifadesi bu araştırma ile paralellik göstermektedir. Aydemir ve Kubanç (2014) üstbilişsel becerilerini kullanan öğrencilerin problemleri farklı stratejileri kullanarak çözebildiği sonucu, bu çalışma ile dolaylı yoldan örtüşmektedir. Üstbilişin son zamanlarda matematik eğitiminde önemli bir yeri olduğunu vurgulayan Özcan (2014) çalışmasında üstbiliş ile matematik başarısı arasında anlamlı düzeyde bir ilişkinin var olduğunu ifade etmesi de bu çalışmayı destekler niteliktedir. Bu çalışmaya benzer bir çalışma olarak Arsuk (2019) yedinci sınıf öğrencilerine problem çözme ve üstbiliş

üzerine problem çözme strateji öğretimi gerçekleştirilmiş ve sonuç olarak üstbiliş destekli problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbiliş stratejilerini kullanmalarında anlamlı bir yükseliş tespit etmesi, bu çalışmayı desteklemektedir. Özcan ve Gümüş (2019) çalışmasında ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel deneyiminin matematiksel problem çözme üzerinde doğrudan bir etkisinin olmadığı dolaylı olarak etkilediği sonucu dolaylı olarak bu çalışmayı destekler niteliktedir. Bu bağlamda ilgili literatür incelendiğinde problem çözme stratejileri öğretiminin uygulandığı öğrenci gruplarında üstbilişsel deneyim düzeylerinin arttığı sonucuna ulaşılabilir (Arsuk, 2019; Aydemir ve Kubanç, 2014; Bozan, 2008; Güldağ ve Kanat, 2018; Özcan, 2014; Özcan ve Gümüş, 2019).

5.3. Fermi Problemleri Kullanılarak Tasarlanmış Problem Çözme Stratejileri Öğretiminin Matematik Problemi Çözme Tutumu Üzerine Etkisi

Fermi problemleri kullanarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerin matematik problemi çözme tutumuna etkisinin incelendiği bu araştırmanın beşinci alt probleminde deney grubu öğrencilerin matematik problemi çözme tutum ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir. Geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin MPÇTÖ'ye göre gerçekleştirilen uygulama öncesi ile uygulama sonrası puan ortalamaları karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında elde edilen puanlarının uygulama öncesi puanlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum deney grubuna uygulanan öğretimin öğrencilerin matematik problemi çözme tutumlarını arttırdığını ve öğrencileri olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Geleneksel öğretim yöntemi yerine öğrenciyi merkeze alan uygulama öğretimi yapılarak işlenen derslerde öğrencilerin olumlu yönde etkilenmesi olasıdır. Problem çözme stratejileri uygulaması gerçekleştirilmenin öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını arttırdığı bilinmektedir (Yavuz, 2006) ve öğrencilerin matematik problemi çözmeye yönelik tutumlarında olumlu bir farklılaşma gerçekleştikçe de akademik başarılarının arttığı gözlemlenmiştir (Özgen vd., 2017). Buna ek olarak çalışmada ilk kez Fermi problemleri ile karşılaşan öğrencilerin derse karşı olan ilgi ve motivasyonları artmış olabilir ki Fermi problemleri ile uygulama yapılan gruplarda matematiksel motivasyonun yükseldiği sonucu daha önceden de görülmüştür (Abay ve Büyükalan Filiz, 2020).

Araştırmanın altıncı alt probleminde hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin MPÇTÖ ön ve son test puanları arasındaki farklar incelenmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MPÇTÖ açısından son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Deney ve kontrol grubu arasındaki bu farkın deney grubu lehine olduğu görülmüştür. Bu bağlamda literatürde problem çözme stratejileri öğretimi alan öğrencilerin matematik problemi çözme tutumlarının arttığı gösteren çalışmalar mevcuttur (Yavuz, 2006). Ayrıca matematik problemi çözmeye yönelik tutumu artan öğrencinin matematik dersi ve problem çözme başarısı üzerinde de olumlu yönde bir etki oluşturduğu söylenebilir. Buna bağlı olarak matematik problemi çözmeye yönelik olumlu tutum geliştiren öğrencinin ders başarısının artacağı da düşünülebilir (Özgen vd., 2017). Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MPÇTÖ son test puanları karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Çalışmada uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarından hangisinde değişimin daha fazla olduğunu belirlemek için öğrencilere son test yapılarak karşılaştırma gerçekleştirilmiştir. MPÇTÖ açısından iki grup arasında istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu farkın deney grubu lehine olduğu görülmüştür. Sonuç olarak problem çözme stratejileri öğretimi uygulamasının deney grubu öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumu üzerinde etkili olduğu ve öğrencilerin matematik problemi çözme tutumunun artmasına olumlu katkı sağladığı söylenebilir. Bozan (2008) tarafından fen ve teknoloji dersinde ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine uygulanan problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözmeye yönelik tutumlarını arttırmaya katkı sağladığı ifadesi bu çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Ayrıca uygulama süresi fazla olan çalışmalarda genel olarak tutumun arttığı da söylenebilir. Bu bağlamda ilgili literatür incelendiğinde problem çözme stratejileri öğretiminin uygulandığı öğrenci gruplarında matematik problemi çözme tutumunun arttığı sonucuna ulaşılabilir (Abay ve Büyükalın Filiz, 2020).

Sonuç olarak, Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin problem çözme başarısını, üstbilişsel deneyim düzeyini ve matematik problemi çözme tutumunu arttırdığı ve öğrencileri olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Albarracin ve Gorgorio (2014) göre Fermi problemleri matematiksel kavramların kullanılmasını gerektiren problem çözme stratejilerinin öğretilmesini sağlar sonucu bu çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Sistematığı ve stratejisi olan ve de öğrenilebilen bir beceri olan problem çözme

becerisinin geliştirilmesinin öğrenciler için önem arz ettiği aşikardır. Bu noktada Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Matematik Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2014) yer alan beş matematik alan becerisinden birisinin matematiksel problem çözme olduğuna dikkat çekmek gerekir. Programın problem çözmenin yanı sıra eleştirel düşünme ve muhakeme gibi üst düzey düşünme becerilerin gelişmesinin de desteklenmesine katkı sağlayacak biçimde tasarlandığı görülmektedir. Bu bağlamda çalışmada kullanılan Fermi problemlerinin matematik derslerinde kullanılması öğrencilerin bütünleşik ve üst düzey düşünme becerileri olan eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, muhakeme ve diğer matematik alan becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca bu çalışmada Fermi problemleriyle tasarlanmış bir öğrenme-öğretme ortamında öğrencilerin üstbilgi becerilerinin de olumlu yönde etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda ise yine Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programı'nda yer alan sosyal duygusal öğrenme becerilerinden benlik becerileri olan öz düzenleme, öz yansıtma ve öz farkındalık gibi becerilere (MEB, 2024) de bu şekilde tasarlanmış öğrenme ortamlarının katkısı olabileceği söylenebilir.

ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda öğretmenlere, yapılan uygulamaya ve yeni yapılacak olan çalışmalara yol gösterici olması açısından birtakım önerilerde bulunulmuştur.

Uygulamaya Yönelik Öneriler

- Matematik derslerinde öğrencilerin üstbilişsel becerilerini arttırmaya yönelik rutin olmayan problemler kullanılabilir.
- Matematik Dersi Öğretim Programı'nda ve ders kitaplarında Fermi problemlerinin yer almadığı görülmektedir. Öğretmenler tarafından ders içeriklerinde Fermi problemlerine yer verilmesinin öğrencilerin varsayımda bulunma ve tahmin etme becerilerini geliştirebileceği düşünülebilir.
- Bu çalışma matematik uygulamaları derslerinde haftalık iki ders saati içinde yürütülmüştür. Daha kapsamlı sonuçlar elde edebilmek için daha fazla ders saatini kapsayacak şekilde bir eğitim verilebilir.
- Öğrencilerin problem çözme becerilerini arttırmaya yönelik daha fazla sayıda strateji içeren problem çözme stratejileri öğretiminin sonuçları incelenebilir..
- Öğrencilerin duyuşsal özelliklerinden biri olan matematik problemi çözme tutumunu arttırmaya yönelik öğretmen davranışlarının neler olabileceği incelenebilir.

Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler

- Bu çalışmada sadece dört problem çözme stratejisinin öğretimi ele alınmış olup daha fazla sayıda stratejinin yer aldığı bir öğretimin yapılmasıyla farklı sonuçlar ortaya çıkabilir.
- Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda üstbilişsel deneyim ile problem çözme başarısı arasında bir ilişkinin bulunduğu dikkat çekmektedir. Bu kapsamda üstbilişsel deneyim ile problem çözmenin ilişkisini farklı yönlerden ayrıntılı olarak inceleyecek bir araştırma yapılabilir.
- Bu çalışma nicel bir araştırma olarak gerçekleştirilmiş olup öğrenci görüşlerinin de yer aldığı nitel araştırma da dahil edilerek karma bir araştırma yapılabilir.
- Bu çalışma ortaokul yedinci sınıf öğrencileriyle yürütülmüş olup farklı yaş grubunda olan öğrencilere yapılacak bir uygulama araştırmanın problem çözme

başarısı ve matematik problemi çözmeye yönelik tutum ve üstbilişsel deneyim düzeyleri sonuçlarını etkileyebilir.

- Alanyazın incelendiğinde üstbilişsel deneyim üzerine sınırlı sayıda araştırma olduğu dikkat çekmektedir. Bu konu üzerine derinlemesine çalışmaların yapılabileceği araştırmacılara önerilebilir.
- Öğrencilere uygulanan problem çözme stratejisi öğretimi ile problem çözme başarısı arasındaki ilişkiyi etkileyebilecek faktörlerin varlığı araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abay, S. ve Gökbulut, Y. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: fermi problemleri uygulamaları. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(9), 65-83.
- Abay, S. ve Büyükalın Filiz, S. (2020). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinde fermi problemlerinin matematik dersi motivasyonuna etkisi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 268-277.
- Adagideli, F. H. ve Ader, E. (2017). Matematiksel problem çözme etkinliklerinde küçük çocukların üstbilişsel düzenleme becerilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 193-211.
- Alan, S. ve Özsoy, G. (2019). Problem genişletme etkinliklerinin problem çözme başarısına ve üstbilişe etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 439-458.
- Albarracin, L., & Gorgorio, N. (2013). Fermi problems involving big numbers: Adapting a model to different situations. *To Appear in Proceedings of the 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME8)*. Antalya.
- Albarracin, L., & Gorgorio, N. (2014). Devising a plan to solve fermi problems involving large numbers. *Educational Studies in Mathematics*, 86(1), 79-96.
- Albarracin, L., & Gorgorio, N. (2019). Using large number estimation problems in primary education classrooms to introduce mathematical modelling. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27 (2), 45-57.
- Altun, M. (2000). *İlköğretimde problem çözme öğretimi*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Altun, M. (2004, 20 Nisan). İlköğretimde problem çözme öğretimi. <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/147/altun.htm>
- Altun, M., ve Arslan, Ç. (2006). İlköğretim öğrencilerinin problem çözme stratejilerini öğrenmeleri üzerine bir çalışma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 1-21.
- Altun, M. (2014). *Ortaokullarda (5,6,7 ve 8. Sınıflarda) matematik eğitimi*. Alfa Altüel.
- Arleback, J. B. (2009). On the use of realistic fermi problems for introducing mathematical modelling in school. *The Mathematics Enthusiast*, 6(3), 330-364.

- Ärleback, J. B., & Albarracín, L. (2017). Developing a classification scheme of definitions of Fermi problems in education from a modelling perspective. *CERME 10*. Dublin.
- Arıcan, B. (2022). *An investigation on 6th grade students' modeling process in the fermi problems considering the proximity of the problem context to students' daily lives*. Yüksek lisans tezi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Arsuk, S. (2019). *Yedinci sınıf öğrencilerine verilen üstbiliş destekli problem çözme öğretiminin problem çözme başarısı ve üstbiliş becerilere etkisi*. Doktora tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Arsuk, S. ve Memnun, D. S. (2020). Yedinci sınıf öğrencilerinde üstbiliş destekli problem çözme stratejileri öğretiminin öğrenci başarısına ve üstbiliş becerilere etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 559-573.
- Aşık, G. (2009). *A model to examine the relationship between metacognitive and motivational regulation and metacognitive experience during problem solving in mathematics*. Yüksek lisans tezi. Boğaziçi Üniversitesi Fen ve Matematik Eğitimi.
- Aşık, G. (2015). *Üstbiliş odaklı problem çözme destek programı tasarım çalışması*. Doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aydemir, H. ve Kubanç, Y. (2014). Problem çözme sürecinde üstbilişsel davranışların incelenmesi. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 203-219.
- Balcı, G. (2007). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin sözel matematik problemlerini çözme düzeylerine göre bilişsel farkındalık becerilerinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Ösym Yayınları.
- Bıkmaz Bilgen, Ö. ve Doğan, N. (2017). Puanlayıcılar arası güvenirlik belirleme tekniklerinin karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 8(1), 63-78. <https://doi.org/10.21031/epod.294847>
- Bingölbalı, E., Özmentar, M., ve Alacaci, C. (2009). *İlköğretimde karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bozan, M. (2008). *Problem çözme etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin basınç konusu ile ilgili başarı, tutum ve üstbiliş becerilerinin gelişimine etkisi*. Doktora tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glasser (Ed.), *Advances in instructional psychology*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (29. Basım). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Çağlıköse, M. (2019). 6. sınıf öğrencilerinin kesir problemleri çözme sürecinde kullandıkları üstbilgi becerilerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çanakçı, O. (2008). *Matematik problemi çözme tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi*. Doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Deringöl, Y. (2006). *İlköğretimde matematik problemi çözmeyi öğretmede yeni yaklaşımlar*. Yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Durmaz, B., ve Altun, M. (2014). Ortaokul öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanma düzeyleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(30), 73-94.
- Efklides, A. (2001). Metacognitive experiences in problem solving: Metacognition, motivation and self-regulation. In A. Efklides, J. Kuhl, & R. M. Sorrentino (Eds.), *Trends and prospects in motivation research* (pp. 297-323). Kluwer.
- Efklides, A. (2002). Feelings and judgments as subjective evaluations of cognitive processing: How reliable are they?. *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*.
- Efklides, A. (2006). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process?. *Educational research review*, 1(1), 3-14.
- Efklides, A., Kiorpelidou, K., & Kiosseoglou, G. (2006). Worked-out examples in mathematics: effects on performance and metacognitive experiences. In A. Desoete and M. Veenman (eds.), *Metacognition in mathematics education* (pp. 11-33). Nova Science Publishers.
- Efklides, A., Kourkoulou, A., Mitsiou, F., & Ziliaskopoulou, D. (2006). Metacognitive knowledge of effort, personality factors, and mood state: Their relationships with effort-related metacognitive experiences. *Metacognition and Learning*, 1, 33-49.

- Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to selfregulation and co-regulation. *European Psychologist*, 13(4), 277-287.
- Er, Z. (2022). *7. sınıf öğrencilerinin ölçüsel tahmin becerilerinin geliştirilmesinde fermi problemlerine dayalı öğretim uygulanması: eylem araştırması*. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Gelen, İ. (2017). P21- Program ve öğretiminde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD Uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29.
- Gök, T. ve Sılay, İ. (2009). Problem çözme stratejilerinin öğrenilmesinde işbirlikli öğrenme yönteminin etkileri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1).
- Güldağ, B. ve Kanat, S. (2018). Üniversite öğrencilerinin üst biliş düzeyleri ile problem çözme düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Akademik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(78), 135-156.
- Gürbüz, R. ve Güder, Y. (2016). Matematik öğretmenlerinin problem çözmede kullandıkları stratejiler. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 371-386.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünce süreçleri üzerine bir açıklama*. Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S. ve Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-17.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2018). Üstbiliş kavramına ve problem çözme sürecinde üstbilişin rolüne eleştirel bir bakış. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 87-103.
- Karakelle, S. (2012). Üst bilişsel farkındalık, zekâ, problem çözme algısı ve düşünme ihtiyacı arasındaki bağlantılar. *Eğitim ve Bilim*, 37(164), 237-250.
- Karasar, N. (2007). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Nobel Yayınları.

- Kayapınar, A. (2015). *Matematiksel problem çözme stratejileri öğretiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme performanslarına ve öz düzenleyici öğrenmelerine etkisi*. Doktora tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kırlı, E. (2023). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlilikleri: Fermi problemleri uygulamaları*. Yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lehmann, I. J., & Mehrens, W. A. (1991). *Measurement and evaluation in education and psychology*. Thomson Learning.
- Lord, F. M. (1952). *A theory of test scores (Psychometric Monograph No. 7)*. Psychometric Society.
- MEB. (2013). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2017). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Türkiye yüzyılı maarif modeli. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Memiş, A. ve Arıcan, H. (2013). Beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel üstbilgi düzeylerinin cinsiyet ve başarı değişkenleri açısından incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 76-93.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. The National Council of Teachers of Mathematics.
- O'Neil Jr, H. F. (1999). Perspectives on computer-based performance assessment of problem solving. *Computers in Human Behavior*, 15(3-4), 255-268.
- Özcan, Z. Ç. (2007). *Sınıf öğretmenlerinin derslerinde biliş üstü beceri geliştiren stratejileri kullanma özelliklerinin incelenmesi*. Doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Özcan, Z. Ç. (2014). Assessment of metacognition in mathematics: Which one of two methods is a better predictor of mathematics achievement. *International Online Journal of Educational Sciences*, 6(1), 49-57.

- Özcan, Z. Ç. (2015). The relationship between mathematical problem-solving skills and self-regulated learning through homework behaviours, motivation, and metacognition. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(3), 408-420.
- Özcan, Z. Ç., & Eren Gümüş, A. (2019). A modeling study to explain mathematical problem-solving performance through metacognition, self-efficacy, motivation, and anxiety. *Australian Journal of Education*, 63(1), 116-134.
- Özgen, K., Ay, M., Kılıç, Z., Özsoy, G. ve Alpay, F. N. (2017). Ortaokul öğrencilerinin öğrenme stilleri ve matematiksel problem çözmeye yönelik tutumlarının incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(41), 215-244.
- Özkubat, U. (2019). *Öğrenme güçlüğü olan öğrenciler ile düşük ve ortalama başarılı olan öğrencilerin matematik problemi çözerken kullandıkları bilişsel stratejiler ile üstbilişsel işlevler arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Özkubat, U. ve Özmen, E. (2020). Matematik problemi çözmeye üstbilişsel deneyim ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(31), 3958-3984.
- Özsoy, G. (2006, Mayıs). Problem çözme ve üstbiliş. *Ulusal Sınıf Öğretmenliği Kongresi*. Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Özsoy, G. (2007). *İlköğretim beşinci sınıfta üstbiliş stratejileri öğretiminin problem çözme başarısına etkisi*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(4), 713-740.
- Özsoy, S., & Özsoy, G. (2013). Effect size reporting in educational research. *Elementary Education Online*, 12(2), 334-346.
- Özyıldırım Gümüş, F. ve Umay, A. (2017). Problem çözme stratejileri öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kavramsal/işlemsel çözüm tercihlerine ve problem çözme performansına etkisi. *İlköğretim Online*, 16(2), 746-764.
- Pekgöz, S. (2022). *Fermi problemleri ile ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Peter- Koop, A. (2004). Fermi problems in primary mathematics classrooms: Pupils' interactive modelling processes. In I. Putt, R. Faragher, & M. McLean (Eds.), *Mathematics education for the third millennium: Towards 2010. Proceedings of the 27th annual conference of the mathematics education research group of Australasia*, (pp. 454–461). MERGA.
- Polya, G. (1945). *Nasıl çözmeli. Matematiksel yönteme yeni bir bakış*. (B. S. Soyer, Çev.). Tübitak Yayınları. (Orijinal çalışma basım tarihi 1971).
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Posamentier, A. S., & Krulik, S. (1998). Problem – solving strategies for efficient and elegant solutions. *A research for the mathematics teacher*. Corwin Press.
- Posamentier, A. S., & Krulik, S. (2009). *Problem solving in mathematics, grades 3-6: Powerful strategies to deepen understanding*. Corwin Press.
- Salkind, N. J. (2017). *Tests & measurement for people who (think they) hate tests & measurement*. Sage Publications.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Sevgi, S. ve Çağlıköse, M. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin kesir problemleri çözme sürecinde kullandıkları üstbilgi becerilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(3), 662-687.
- Soylu, Y. ve Soylu, C. (2006). Matematik derslerinde başarıya giden yolda problem çözmenin rolü. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 97-111.
- Şahin, A. A. (2007). *13-14 yaş grubu öğrencilerin problem çözme stratejilerinin belirlenmesi*. Yüksel lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şenol Özyiğit, E. N. (2011). *İlköğretim matematik dersinde yaratıcı drama uygulamalarının öğrencilerin problem çözme stratejileri, başarı, benlik kavramı ve etkileşim örüntüleri üzerindeki etkisi*. Doktora tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Taplin, M. (2007). *Teaching values through a problem solving approach to mathematics*. Institute of Sathya Sai Education.
- Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların ölçülmesi ve spss ile veri analizi*. (3. Baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Temel, H. (2018). *Problem çözme stratejilerinin matematiksel süreç becerilerine göre sınıflandırılması*. Doktora tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Tok, Ş., Bahtiyar, A., & Karalök, S. (2015). The effects of teaching mathematics creatively on academic achievement, attitudes towards mathematics, and mathematics anxiety. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 23(4), 1-24.
- Yanbıyık, S. (2016). *Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: Fermi problemleri uygulamaları*. Yüksek lisans tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yavuz, G. (2006). *Dokuzuncu sınıf matematik dersinde problem çözme strateji öğretiminin duyuşsal özellikler ve erişkiye etkisi*. Doktora tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldız, A. ve Güven B. (2016). Matematik öğretmenlerinin problem çözme ortamlarında öğrencilerin üstbilişlerini harekete geçirmeye yönelik davranışları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 575-598.
- Yılmaz, G.K. ve Zengin, D. (2019). Bilgisayar destekli öğretim yazılımının üstün yetenekli öğrencilerin “Kesirler” konusundaki matematik başarısına etkisi ve üstbiliş becerilerindeki rolü. *ICOESS 2019*, 120.
- Zorbozan, İ. (2021). *7. sınıf öğrencilerinin matematiksel üstbiliş farkındalıkları, problem çözmeye yönelik tutumları ve problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

EKLER

Ek 1. Araştırma İzin Onayı



T.C.
İSTANBUL VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

GÜNLÜDÜR

Sayı : E-59090411-44-66851741
Konu : Anket ve Araştırma İzni (Tuğba GENÇER)

27.12.2022

İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi : a) Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarihli ve 2020/2 sayılı genelgesi.
b) Valilik Makamının 23.12.2022 tarihli ve 66599256 sayılı oluru.

Valilik Makamının Anket ve Araştırma İzni konulu ilgi (b) oluru ve kullanılması uygun görülen ölçme araçlarının Müdürlüğümüzce mühürlenmiş örnekleri ekte gönderilmiştir.

İlgi (a) genelgenin 28. maddesinde; "Araştırma uygulama izni alan kamu kurum ve kuruluşları, uluslararası kuruluşlar, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve araştırmacılar tamamladıkları bilimsel araştırma ile ilgili sonuç raporlarını, izni aldıkları ilgili birime çalışma bitiminden itibaren 30 gün içerisinde göndereceklerdir." ifadesi yer almaktadır.

Olur gereğince işlem yapılması ve araştırma sonuç raporunun ekte sunulan örneğe göre Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme Şubesine gönderilmesi hususlarında gereğini arz ederim.

Ahmet BÜRLÜKKARA
İl Millî Eğitim Müdürü a.
Şube Müdürü

Ek:
1- Valilik Oluru (1 Sayfa)
2- Rapor Örneği
3- Ölçekler

Ek 2. Aydınlatılmış Veli Onam Formu

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, “Ortaokul Öğrencilerinin Üstbilişsel Deneyimleri, Problem Çözme Başarıları ve Matematik Problemi Çözme Tutumları Üzerine Bir İnceleme: Fermi Problemleri” adıyla, 2022-2023 eğitim öğretim yılında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Bu çalışmanın amacı; Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeyine, problem çözme başarısına ve matematik problemi çözme tutumuna etkisini incelemektir.

Araştırma Uygulaması: Anket şeklindedir.

Araştırma T.C. Millî Eğitim Bakanlığı’nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmamama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Uygulamalar, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Anket çalışmasına katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumsuzluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere veya ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkındaki bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Araştırmacı : Tuğba GENÇER

İletişim bilgileri : tel: e-posta:

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

.... / /

İsim-Soy isim İmza:

Veli Adı-Soyadı :

Ek 3. Öğrenci Katılım Kabul Formu

Sayın Katılımcımız

Katılacağınız bu çalışma, “Ortaokul Öğrencilerinin Üstbilişsel Deneyimleri, Problem Çözme Başarıları ve Matematik Problemi Çözme Tutumları Üzerine Bir İnceleme: Fermi Problemleri” adıyla, Tuğba GENÇER tarafından 2022-2023 eğitim öğretim yılında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Bu çalışmanın amacı; Fermi problemleri kullanılarak tasarlanmış problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel deneyim düzeyine, problem çözme başarısına ve matematik problemi çözme tutumuna etkisini incelemektir.

Araştırmanın Nedeni: O Bilimsel araştırma ☐ Tez çalışması

Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): Eyüpsultan Göktürk Turgut Özal Ortaokulu

Araştırma Uygulaması: ☐ Anket

☐ O Görüşme

☐ O Gözlem

☐ Problem Çözme Başarı Testi

Araştırma T.C. Millî 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..... veya ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkındaki bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Araştırmacı : Tuğba GENÇER

İletişim Bilgileri : tel: e-posta:

Yukarıda bilgileri bulunan araştırmaya katılmayı kabul ediyorum.

.... / /

İsim-Soy isim İmza:

Katılımcı Adı-Soyadı:

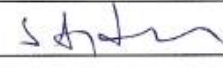
Telefon Numarası:

Ek 4. Etik Kurul Onayı

 İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ	T.C. İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ETİK KURULU KARARI
---	---

Tarihi 07/03/2022	Sayısı 2022/03-05
-----------------------------	-----------------------------

ARAŞTIRMA BAŞLIĞI	Ortaokul Öğrencilerinin Üstbilişsel Deneyimleri, Problem Çözme Başarıları ve Problem Çözmeye Yönelik Tutumları Üzerine Bir İnceleme: Fermi Problemleri
ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Nicel Araştırma
ARAŞTIRMACI(LAR)	Tuğba GENÇER
KARAR	Etik açıdan uygundur.

Görevi	Kurul Üyeleri	İmza
Başkan	Prof. Dr. Halil İbrahim SAĞLAM	
Üye	Prof. Dr. Ahmet AKIN	
Üye	Prof. Dr. Özlem FEDALİ	
Üye	Prof. Dr. Selami AYDIN	
Üye	Prof. Dr. Yeşim GÜLEÇ ASLAN	
Üye	Doç. Dr. Özge CENGİZ	
Üye	Doç. Dr. Özcan Erkan AKGÜN	
Üye	Av. Fevziye DOĞRUER	

Ek 5. Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği

Lütfen, matematik problemleri ve problem çözme süreci ile ilgili tutumunuzu, her maddeyi okuduktan sonra sağ tarafta yer alan beş cevap seçeneğinden size en uygun olanını (X) şeklinde işaretleyerek belirtiniz.

		Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç katılmıyorum
1	Çözümü uzun zaman alan problemler beni sıkar.					
2	Bir problemi çözmenin birden fazla yolu vardır.					
3	Çözümde hata yaparsam düzeltmem için şans verilmelidir.					
4	Problem çözmekten çok hoşlanırım.					
5	Öğretmen bir problemin değişik çözüm yollarını göstermelidir.					
6	Öğrenciye kendi çözüm yolunu bulup kullanması hususunda fırsat verilmelidir.					
7	Özellikle zor problemler ile uğraşmayı sevmem.					
8	Bir problemi çözemezsem benzer bir problem düşünür, çözmek için tekrar uğraşırım.					
9	Yeterli vakit verildiğinde çoğu problemi çözebileceğime inanıyorum.					
10	Çoğu matematik problemi sinir bozucudur.					
11	İşlem (toplama, çıkarma...) yapabilmek, çoğu problemin çözebilmesi için gereklidir.					
12	Okul dışında matematik problemlerini düşünmekten özellikle hoşlanmam.					
13	Problem çözmeyi sıkıcı bulurum.					
14	Bir öğrencinin problem çözmeyi niçin eğlenceli bulduğunu anlamakta zorlanırım.					

15	Bir problemin birden çok çözüm yolu olsa da genellikle çözüm yollarından biri en iyisidir.					
16	Matematik problemlerinin zor ve can sıkıcı olduğunu düşünürüm.					
17	Matematik problemlerine karşı hoş duygulara sahibim.					
18	Zor problemleri çözmek zorunda olduğumu düşünmek beni sinirlendirir.					
19	Problem çözme, matematik öğrenmenin en önemli bölümüdür.					

Ek 6. Üstbilişsel Deneyim Ölçeği
(Metacognitive Experiences Scale)

Sevgili Öğrenciler,

Size verilen bu test sizlerin üstbilişsel deneyimlerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizden istenilen, aşağıda yer alan problemleri sırasıyla okuyarak probleme ait olan düşüncelerinizi tanımlayan maddelerden size en uygun olanını işaretlemenizdir. Problemleri çözmeden bu maddeleri cevaplayınız. Maddelerin hiçbirini cevapsız bırakmayınız. Her madde için yalnızca bir seçeneği işaretleyiniz. Lütfen tüm maddeleri içtenlikle cevaplayınız. Katkılarınız için teşekkür ederim.

SORU -1

11 metre derinliğindeki bir su kuyusunun dibinde bulunan bir çekirge kuyudan çıkabilmek için çaba sarf etmektedir. Her zıplayışta 3 metre yüksekliğe sıçrayabilen çekirge kuyu duvarlarının kaygan olması sebebiyle her denemesinde 1 metre geriye doğru kaymaktadır. Buna göre çekirge kaçınıcı sıçrayışta bu kuyudan çıkabilir?

Daha önce buna benzer bir soru ile karşılaştınız mı?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemde ne yapmanız istendiğini ne kadar anladınız?	Hiç ☐	Biraz ☐	İyi ☐	Tamamen ☐
Sizce bu problem ne kadar zor?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Sizce bu problemi çözmek için ne kadar çaba sarf etmeniz gerekir?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemi ne kadar doğru çözebileceğinizi düşünüyorsunuz?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Tamamen ☐

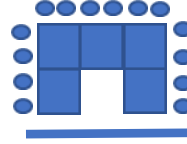
SORU -2

Bir sınıfta öğrenciler Şekil 1'deki gibi kare masalarda karşılıklı olarak küme düzeninde oturmaktadır. Öğretmen oturma planında değişiklik yapmak istemiş ve masaları Şekil 2'deki gibi birleştirilerek U oturma planı düzenine geçmiştir. U oturma planında öğrenciler bazı şartlara uygun oturmalıdır. Bu şartlara göre karşılıklı oturulmamalıdır, masanın bir kenarında yan yana ikişerli olarak oturulmalıdır ve hiçbir öğrencinin sırtı tahtaya dönük

olmamalıdır. Buna göre 26 kişilik bir sınıfta bu şartlara uygun oturma planını tasarlamak için bir öğretmenin kaç masaya ihtiyacı vardır?



Şekil 1



Tahta

Şekil 2

Daha önce buna benzer bir soru ile karşılaştınız mı?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemde ne yapmanız istendiğini ne kadar anladınız?	Hiç ☐	Biraz ☐	İyi ☐	Tamamen ☐
Sizce bu problem ne kadar zor?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Sizce bu problemi çözmek için ne kadar çaba sarf etmeniz gerekir?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemi ne kadar doğru çözebileceğinizi düşünüyorsunuz?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Tamamen ☐

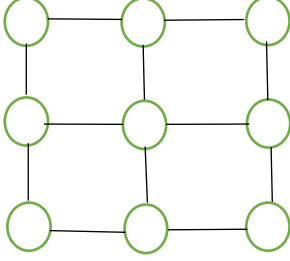
SORU – 3

Ortaokullar arası bilgi yarışmasında birinci olan takım 16 soruyu doğru cevaplayarak 71 puan kazanmıştır. Soruların bazıları 4 bazıları 5 puan değerinde olduğuna göre birinci olan takım 4 puanlık kaç soruya doğru cevap vermiştir?

Daha önce buna benzer bir soru ile karşılaştınız mı?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemde ne yapmanız istendiğini ne kadar anladınız?	Hiç ☐	Biraz ☐	İyi ☐	Tamamen ☐
Sizce bu problem ne kadar zor?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Sizce bu problemi çözmek için ne kadar çaba sarf etmeniz gerekir?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐

Problemi ne kadar doğru çözebileceğinizi düşünüyorsunuz?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Tamamen ☐
---	---------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

SORU -4



Yukarıdaki şekilde bulunan dairelere 1,2,3,4,5,6,7,8,9 sayılarını öyle bir yerleştirin ki; sağdan sola ve yukarıdan aşağıya doğru her sıranın toplamı 15 olsun. Her sayıyı sadece bir kez kullanabilirsiniz.

Daha önce buna benzer bir soru ile karşılaştınız mı?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemde ne yapmanız istendiğini ne kadar anladınız?	Hiç ☐	Biraz ☐	İyi ☐	Tamamen ☐
Sizce bu problem ne kadar zor?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Sizce bu problemi çözmek için ne kadar çaba sarf etmeniz gerekir?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemi ne kadar doğru çözebileceğinizi düşünüyorsunuz?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Tamamen ☐

SORU -5

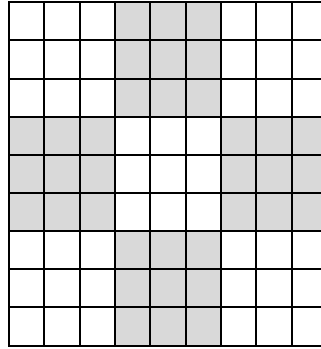
Mangala iki kişi ile oynanan Türk Zekâ ve Strateji oyunudur. Bir okulda 48 öğrencinin katılacağı bir Mangala turnuvası yapılacaktır. Oyunu kazanan öğrenci bir üst tura yükselirken kaybeden ise elenecektir. Bu turnuvada bir kişinin kazanan olarak belirlenebilmesi için toplam kaç maç yapılır ?

Daha önce buna benzer bir soru ile karşılaştınız mı?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemde ne yapmanız istendiğini ne kadar anladınız?	Hiç ☐	Biraz ☐	İyi ☐	Tamamen ☐

Sizce bu problem ne kadar zor?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Sizce bu problemi çözmek için ne kadar çaba sarf etmeniz gerekir?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemi ne kadar doğru çözebileceğinizi düşünüyorsunuz?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Tamamen ☐

SORU -6

Şekildeki 9 satır ve 9 sütundan oluşan Sudoku tablosunda toplam kaç tane kare vardır ?



Daha önce buna benzer bir soru ile karşılaştınız mı?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemde ne yapmanız istendiğini ne kadar anladınız?	Hiç ☐	Biraz ☐	İyi ☐	Tamamen ☐
Sizce bu problem ne kadar zor?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Sizce bu problemi çözmek için ne kadar çaba sarf etmeniz gerekir?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemi ne kadar doğru çözebileceğinizi düşünüyorsunuz?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Tamamen ☐

SORU -7

Bir insanın yaşamı boyunca içtiği toplam su miktarı kaç litredir ?

Daha önce buna benzer bir soru ile karşılaştınız mı?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemde ne yapmanız istendiğini ne kadar anladınız?	Hiç ☐	Biraz ☐	İyi ☐	Tamamen ☐

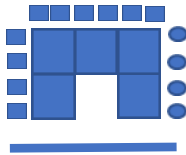
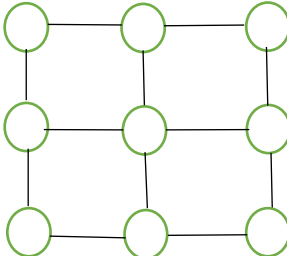
Sizce bu problem ne kadar zor?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Sizce bu problemi çözmek için ne kadar çaba sarf etmeniz gerekir?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemi ne kadar doğru çözebileceğinizi düşünüyorsunuz?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Tamamen ☐

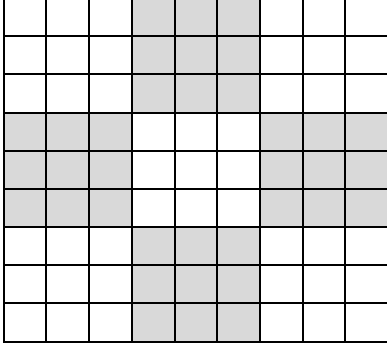
SORU- 8

Okulunuzun bahçesine kaç tane öğrenci sığabilir?

Daha önce buna benzer bir soru ile karşılaştınız mı?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemde ne yapmanız istendiğini ne kadar anladınız?	Hiç ☐	Biraz ☐	İyi ☐	Tamamen ☐
Sizce bu problem ne kadar zor?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Sizce bu problemi çözmek için ne kadar çaba sarf etmeniz gerekir?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Çok ☐
Problemi ne kadar doğru çözebileceğinizi düşünüyorsunuz?	Hiç ☐	Biraz ☐	Oldukça ☐	Tamamen ☐

Ek 7. Problem Çözme Başarı Testi
(7. Sınıflar İçin)

	PROBLEMLER
1	11 metre derinliğindeki bir su kuyusunun dibinde bulunan bir çekirge kuyudan çıkabilmek için çaba sarf etmektedir. Her zıplayışta 3 metre yüksekliğe sıçrayabilen çekirge kuyu duvarlarının kaygan olması sebebiyle her denemesinde 1 metre geriye doğru kaymaktadır. Buna göre çekirge kaçınıcı sıçrayışta bu kuyudan çıkabilir?
2	Bir sınıfta öğrenciler Şekil 1’deki gibi kare masalarda karşılıklı olarak küme düzeninde oturmaktadır. Öğretmen oturma planında değişiklik yapmak istemiş ve masaları Şekil 2’deki gibi birleştirerek U oturma planı düzenine geçmiştir. U oturma planında öğrenciler bazı şartlara uygun oturmalıdır. Bu şartlara göre karşılıklı oturulmamalıdır, masanın bir kenarında yan yana ikişerli olarak oturulmalıdır ve hiçbir öğrencinin sırtı tahtaya dönük olmamalıdır. Buna göre 26 kişilik bir sınıfta bu şartlara uygun oturma planını tasarlamak için bir öğretmenin <u>kaç masaya</u> ihtiyacı vardır?  Şekil 1  Tahta Şekil 2
3	Ortaokullar arası bilgi yarışmasında birinci olan takım 16 soruyu doğru cevaplayarak 71 puan kazanmıştır. Soruların bazıları 4 bazıları 5 puan değerinde olduğuna göre birinci olan takım 4 puanlık kaç soruya doğru cevap vermiştir?
4	 Yukarıdaki şekilde bulunan dairelere 1,2,3,4,5,6,7,8,9 sayılarını öyle bir yerleştirin ki; sağdan sola ve yukarıdan aşağıya doğru her sıranın toplamı 15 olsun. Her sayıyı sadece bir kez kullanabilirsiniz.

5	Mangala iki kişi ile oynanan Türk Zekâ ve Strateji oyunudur. Bir okulda 48 öğrencinin katılacağı bir Mangala turnuvası yapılacaktır. Oyunu kazanan ğrenci bir st tura yükselirken kaybeden ise elenecektir. Bu turnuvada bir kişinin kazanan olarak belirlenebilmesi için toplam kaç ma yapılır ?
6	şekildeki 9 satır ve 9 sütundan oluşan Sudoku tablosunda toplam kaç tane kare vardır ? 
7	Bir insanın yaşamı boyunca içtiği toplam su miktarı kaç litredir?
8	Okulunuzun bahçesine kaç tane ğrenci sığabilir?

Ek 8. Problem Çözme Bütüncül Skorlama Rubriği
(Holistic Scoring Rubric)

Bu ölçek bir problem çözme görevine cevap verme sürecini değerlendirir. Öğrencinin bilgi ve verilen problem görevini anlamlandırma düzeyini, uygun yöntemlerin seçimi ve kullanımını, elde edilen çözümün doğruluğunu dikkate alır.

4 – Tamamen doğru çözüm. Çözüm aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- Öğrenci problemi çözmek için gerekli kavram ve yöntemleri seçer ve kullanır.
- Öğrenci problemin bütün sınırlılıklarını göz önünde bulundurur.
- Çözüm ve ilgili bütün çalışma doğrudur ya da birkaç küçük işlemsel veya veriyi taşıma hatası mevcuttur.

3 – Öğrenci problem çözümüne uygun yöntemleri seçer ancak çözüm aşağıdakilerden birine bağlı olarak tümüyle doğru değildir:

- Öğrencinin bir kavram yanılgısı olduğuna ya da problemi tam olarak doğru çözebilmek için gerekli kavramı göz önünde bulundurmada başarısızlık yaşadığına dair bir kanıt mevcuttur.
- Öğrenci problem durumunun sınırlılıklarından birini göz önünde bulundurmada başarısız olur.
- Öğrenci alakasız bir değişkeni göz önünde bulundurmuş ya da alakalı bir değişkeni gözden kaçırmıştır.
- Çözüm genel olarak doğrudur ancak öğrencinin çözüme nasıl ulaştığı tam olarak açık değildir.

2 – Öğrenci problem çözümüne uygun yöntemleri seçer ancak sonuç aşağıdakilerden bir ya da birkaçına bağlı olarak doğru değildir:

- Öğrencinin birçok kavram yanılgısı olduğuna ya da problem doğru çözmek için gerekli pek çok kavramı gözden kaçırdığına dair bir kanıt mevcuttur.
- Öğrenci problem durumunun pek çok sınırlılığını göz önünde bulundurmada başarısız olur.
- Öğrenci alakasız pek çok değişkeni göz önünde bulundurmuş ya da alakalı pek çok değişkeni gözden kaçırmıştır.
- Öğrenci çözüme ulaşacak kadar yöntemleri ilerletememiştir.

- Çözüm genel olarak doğrudur ancak öğrencinin bu çözüme nasıl ulaştığına dair bir veri bulunmamaktadır.

1- Problemi çözmeye yönelik bir çabanın bulunduğunu gösteren tamamlanmamış ya da yanlış bir çözüm vardır. Buna ek olarak aşağıdakilerden bir ya da birkaçı görülmektedir:

- Öğrenci problem durumuna ait bir sınırlılık ya da değişkeni göz önünde bulundurmaz.
- Öğrenci problem ile ilgili bazı kavramları anlar.
- Öğrenci tümüyle uygun olmayan bir yöntem seçmiştir.

0 – Tamamen yanlış çözüm. Çözüm aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- Boş cevap.
- Öğrencinin çözümü sadece problemde verilenlerin bir tekrarıdır.
- Yanlış bir çözüm verilmiş ve başka hiçbir bilgi verilmemiştir.
- Çözüm ve devamında belirtilen destekleyici bilgiler problem ile tamamen alakasızdır.

Ek 9. Ders Planı Örneği

BÖLÜM I.

Dersin adı	MATEMATİK
Sınıf	7
Konu	Problem Çözme (Tahmin Etme Stratejisini kullanarak problem çözme)
Süre	4 ders saati (40 + 40 dk) (40 + 40 dk)
Grup	3-4 öğrenci

BÖLÜM II.

Hedef ve Davranışlar	Hedef: Problem çözme stratejilerini öğretme ve rutin olmayan problemlerin çözümü. Davranış: Tahmin etme stratejisini kullanarak problem çözebilme.
Öğrenci Kazanımları	Tahmin etme stratejisini kullanmayı gerektiren problemleri çözer.
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Soru – Cevap Problem Çözme
Problem Çözme Süreci Basamaklarının Uygulanması 1. Problemi anlama • Problemde verilenleri ve istenilenleri yazma • Problemi kendi cümleleri ile ifade etme • Problemi anlamaya yardımcı bir şekil veya şema oluşturma 2. Plan yapma • Problemin çözümüne uygun plan yapma • Strateji belirleme • Yaptığı planı matematiksel cümlelerle ifade etme • Problemin sonucunu tahmin etme 3. Planı uygulama • Problemin çözümünde kullanılacak stratejiyi uygulama 4. Çözümü kontrol etme • Problemin çözümünde yapılan işlemlerin sağlanmasını yapma • Tahmin edilen ile gerçek sonucu karşılaştırarak doğruluğunu nedenlerini belirterek söylem/yazma.	
Dersin İşlenişi • Öğrenciler 3-4'erli gruplara ayrılacaktır.	

- Öğrenci gruplarına derste çözülmesi planlanan Fermi problemleri her bir çalışma kağıdında bir problem olacak şekilde sıra ile verilecektir.
- Öğrencilerden öncelikle Fermi problemlerinde verilen ve istenilenlerin neler olduğu sorularak soru-cevap yöntemi kullanılacaktır.
- Her bir Fermi problemi çözümü için gruptan çalışmaları istenecektir.
- Çözüm yapılan çalışma kağıtları toplanarak çözümler üzerinde sırayla tartışma yapılacaktır.
- Ortak bir çözüm yolu bulunarak kullanılan stratejiye bir isim verilecektir.
- Öğretmen tahmin etme stratejisi hakkında kısa bir konu anlatımı yaparak bilgi verecektir.
- Ders kapsamında hazırlanan problemler sırasıyla çözülecektir.
- Ders öğretmeni rehberliğinde problemlerin çözümleri bittikten sonra konuyu pekiştirmek amacıyla Sıra Sizde bölümünde yer alan problemlerin çözümlerini öğrencilerden yapmaları istenecektir.
- Dersin sonunda tüm çalışma kağıtları öğretmen tarafından toplanacaktır.

Problemler

1. Okulunuzun kantininde bir günde toplam ne kadar para harcanmaktadır?
2. Evinizde bir hafta içinde ortalama kaç litre su harcanmaktadır?
3. Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?
4. Bir aile, bir yılda ortalama kaç kilo çöp döker?

Sıra Sizde

1. Okulunuzun kütüphanesinde yaklaşık olarak kaç tane kitap vardır?
2. Boyunuzu ölçmek için üst üste koymanız gereken A4 kâğıdı kaç tanedir?

Açıklama

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

Öğrencilere verilen çalışma kağıtları üzerinde yer alan problem üzerinde düşünmeleri için zaman verilir. Problemi çözmek için hangi değerlere ihtiyaçları olduğu sorulur ve grup içinde tartışmaları istenir. Daha sonra öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda anlaşılmayan ya da eksik görülen durumlar üzerine uygun sorular yöneltilerek öğrencilerin cevaba ulaşması için yol gösterici olunur.

Problemin çözümü için aşağıdaki sorulara yanıt aranır.

- Bir öğrenci bir günde ortalama ne kadar para harcar?
- Öğretmenler ve diğer okul çalışanları bir günde ortalama ne kadar para harcar?
- Okulda toplam kaç öğrenci vardır?
- Okulda kaç öğretmen ve diğer okul çalışanı vardır?

Çözüm:

Bir öğrencinin günde bir tost yediği ve bir tane meyve suyu içtiği varsayılabilir.

Okulda yaklaşık 750 tane öğrenci olduğu ve bunlardan 150 tanesinin de evden beslenmesini getirdiği varsayılabilir.

Okulda yaklaşık 50 öğretmen ve 5 tane okul çalışanı olduğu da varsayılabilir. Öğretmenlerden o gün dersi olmayan veya yemek yemeyecek olan 10 kişi olduğu varsayılabilir.

Öğrenci ve öğretmenlerin yarısının da çikolata, gofret vb. yiyecekler aldığı varsayılabilir.

Bir tost 12 tl, bir meyve suyu 6 tl

Öğrenciler için $600 \times 18 = 10\ 800$ lt

Öğretmen ve diğer çalışanlar için $45 \times 18 = 810$ lt

Çikolata vb. yiyecek alanlar için $450 \times 5 = 2250$ lt

$10\ 800 + 2250 + 810 = 13\ 860$ lt

Çözümler bittiğinde gruplardan elde ettikleri sonuçları paylaşımları istenir. Çözümler arasında tahmin etme stratejisini kullanan öğrencilerin var olup olmadığı kontrol edilir. Tahmin etme stratejisi ile problemin çözümünü gerçekleştiren öğrencilerden sonuçlarını paylaşımları istenir. Çözümler doğru değil ise bütün öğrencilerden tahmin etme becerilerini kullanarak tekrar çözüm yapmaları istenir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra tahmin etme stratejisi ile yapılan problem çözümleri üzerinde sınıfça tartışma yapılır. Daha sonra öğretmen tarafından tahmin etme stratejisi hakkında ayrıntılı bilgi verilir. Problemin, tahmin etme stratejisi kullanılarak olası çözümü tahtada öğrencilere gösterilir. Tahmin etme stratejisinde problemin tam çözümü yerine tahmini çözümünün yeterli olduğu belirtilir. Fermi problemlerinin varsayımlarda bulunarak tahmin etme stratejisi ile olası tahmini çözümlerinin olduğu açıklanır. Öğrencilerden diğer problemleri de tahmin etme stratejisini kullanarak çözmeleri istenir.

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

Öğrencilere verilen çalışma kağıtları üzerinde yer alan problem üzerinde düşünmeleri için zaman verilir. Problemi çözmek için hangi değerlere ihtiyaçları olduğu sorulur ve grup içinde tartışmaları istenir. Daha sonra öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda anlaşılmayan ya da eksik görülen durumlar üzerine uygun sorular yöneltilerek öğrencilerin cevaba ulaşması için yol gösterici olunur.

Problemin çözümü için aşağıdaki sorulara yanıt aranır.

- Evde kaç kişi yaşamaktadır?
- Hangi amaçlarla su kullanılmaktadır?
- Su kullanım amacına göre bir hafta içindeki sıklığı nedir?

Çözümler bittiğinde gruplardan elde ettikleri sonuçları paylaşımları istenir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra çözümler üzerinde sınıfça tartışma yapılır. Problemin çözümü öğrencilerle birlikte gerçekleştirilir.

Çözüm:

Evde ortalama 4 kişinin yaşadığı varsayılabilir.

Banyo, mutfak, kişisel ihtiyaçlar ve temizlik için su kullanımı yapıldığı varsayılabilir.

Bir kişinin haftada 3 kez banyo yaptığı, çamaşır makinesinin haftada 2 kez, bulaşık makinesinin de 4 kez kullanıldığı varsayılabilir.

Duş için 120 lt su kullanılsa $4 \times 3 \times 120 = 1440$

Mutfak için günde 60 lt su kullanılsa $60 \times 7 = 420$

Bulaşık makinesi 15 lt su kullanılsa $15 \times 4 = 60$

Çamaşır makinesi 50 lt su kullanılsa $50 \times 2 = 100$

Bir kişinin günlük kişisel ihtiyaçları için 40 lt su kullanılsa $40 \times 4 \times 7 = 1120$

Temizlik için haftalık 250 lt su kullanılsa

$$1440 + 420 + 60 + 100 + 1120 + 250 = 3\ 390$$

Problem 3: Bir yılda yürüdüğünüz toplam mesafe ne kadardır?

Öğrencilere verilen çalışma kağıtları üzerinde yer alan problem üzerinde düşünmeleri için zaman verilir. Problemi çözmek için hangi değerlere ihtiyaçları olduğu sorulur ve grup içinde tartışmaları istenir. Daha sonra öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda anlaşılmayan ya da eksik görülen durumlar üzerine uygun sorular yöneltilerek öğrencilerin cevaba ulaşması için yol gösterici olunur.

Problemin çözümü için aşağıdaki sorulara yanıt aranır.

- Düzenli olarak her gün gidilen yerlere olan uzaklık ne kadardır?
- Hangi zamanlarda ne kadar yürünmesi gerekir?
- Evde geçirilen zaman dilimleri nelerdir ?
- Gün içinde yapılan yer değiştirmeler ne kadardır?

Çözümler bittiğinde gruptan elde ettikleri sonuçları paylaşmaları istenir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra çözümler üzerinde sınıfça tartışma yapılır. Problemin çözümü öğrencilerle birlikte gerçekleştirilir.

Çözüm:

Haftada 5 gün okula gidiş geliş yapıldığı ve bu mesafenin 2 km olduğu varsayılabilir.

Sınıf okulun 2. katında ve her teneffüste okul bahçesine inip çıkıldığı varsayılabilir.

Hafta içi okulda, evde, sokakta günlük hareket ederken 3 km yürüdüğü varsayılabilir.

Hafta sonunda günlük 5 km yürüdüğü varsayılabilir.

Okula gidiş geliş 4 km haftalık $4 \times 5 = 20$ km

Okul içinde günlük hareket 3 km haftalık $3 \times 5 = 15$ km

Okul dışı günlük hareket 2 km $2 \times 5 = 10$ km

Hafta sonu günlük 5 km $5 \times 2 = 10$ km

Bir haftalık toplam yürüyüş 55 km

Bir yıllık toplam yürüyüş $55 \times 52 = 2\ 860$ km

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

Öğrencilere verilen çalışma kağıtları üzerinde yer alan problem üzerinde düşünmeleri için zaman verilir. Problemi çözmek için hangi değerlere ihtiyaçları olduğu sorulur ve grup içinde tartışmaları istenir. Daha sonra öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda anlaşılmayan ya da eksik görülen durumlar üzerine uygun sorular yöneltilerek öğrencilerin cevaba ulaşması için yol gösterici olunur.

Problemin çözümü için aşağıdaki sorulara yanıt aranır.

- Evde kaç kişi yaşamaktadır?
- Evin çöp biriktirilmesi gereken alanları nelerdir?
- Bir günde mutfak atıkları ne kadar olur?
- Bir günde diğer evsel atıklar ne kadar olur?

Çözümler bittiğinde gruptan elde ettikleri sonuçları paylaşmaları istenir. Öğrencilerin çözümleri tek tek kontrol edildikten sonra çözümler üzerinde sınıfça tartışma yapılır. Problemin çözümü öğrencilerle birlikte gerçekleştirilir.

Çözüm:

Ailenin 4 kişi olduğu varsayılabilir.

Mutfak atıkları her gün için ortalama 5 kg olduğu varsayılabilir.

Diğer evsel atıkların günlük 2 kg olduğu varsayılabilir.

Günlük çöp miktarı ortalama 7 kg ise yıllık $7 \times 365 = 2\,555$ kg

Problemlerin tahmin etme stratejisi kullanılarak yapılan olası çözümleri bittikten sonra tahmin etme stratejisinin rutin olan ve rutin olmayan problemlerin çözümü için bir problem çözme stratejisi olduğu vurgulanır. Konuyu pekiştirmek amacıyla da öğrencilerden Sıra Sizde bölümünde yer alan biri Fermi problemi olmak üzere iki problemi tahmin etme stratejisi ile çözmeleri istenir. Öğrencilerden iki farklı problem türü içinde strateji kullanımını gerçekleştirmeleri beklenir. Bütün problem türlerinde gerekli stratejiyi kullanarak çözüm yapmanın önemi üzerinde durulur. Çözümler için yeterli süre verilir ve sonuçları paylaşımlarının ardından tek tek çözümleri yapılır.

Sıra Sizde Problem 1: Okulunuzun kütüphanesinde yaklaşık olarak kaç tane kitap vardır?

- Kütüphanenin büyüklüğü ne kadardır?
- Kütüphanede tahmini kaç tane raf vardır?
- Bir rafta ortalama kaç kitap bulunur?

Çözüm:

Kütüphanede yaklaşık 30 raf vardır.

Her bir rafta ortalama 90 kitap vardır.

Toplam $30 \times 90 = 2700$ kitap olduğu söylenebilir.

Sıra Sizde Problem 2: Boyunuzu ölçmek için üst üste koymanız gereken A4 kâğıdı kaç tanedir?

- Bir tane A4 kâğıdının yüksekliği kaç mm'dir?
- Boyunuz ortalama kaç cm'dir? (7. sınıf öğrencisinin boyu)
- Bir top A4 kâğıdında kaç adet A4 kâğıdı vardır?
- Bir top A4 kâğıdının yüksekliği kaç cm'dir?

Çözüm :

1 top A4 kâğıdında 500 adet kâğıt vardır ve yüksekliği 5,3 cm'dir.

Bir tane A4 kâğıdının yüksekliği yaklaşık olarak $5,3 / 500 = 0,01$ mm'dir.

Öğrenci boyu ortalama 150 cm olduğu varsayılabilir. (12 yaş)

$150\text{ cm} = 1500\text{ mm} / 0,01\text{ mm} = 150.000$ tane kâğıt üst üste konulmalı (30 top)

BÖLÜM III.

Ölçme ve Değerlendirme	• Ders süresince problemlerin anlaşılıp anlaşılmadığı soru-cevap yöntemi ile kontrol edilmiştir. • Çözüm için gerekli strateji seçimi sınıf içi tartışma ile saptanmıştır. • Öğrenilen stratejiyi kullanarak Fermi problemleri ve rutin olmayan problemlerden oluşan Sıra Sizde bölümündeki problemleri öğrencilerden çözmeleri istenmiştir.
-------------------------------	--

ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Tuğba GENÇER

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	ESOGÜ, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü	2010

İŞ TECRÜBESİ

Tarih	Kurum	Görev
2010-2014	Alanya Dereköy Ortaokulu (Antalya)	Öğretmen
2014-2018	Silahtarağa Ortaokulu (İstanbul)	Öğretmen
2018-	Göktürk Turgut Özal Ortaokulu (İstanbul)	Öğretmen

YABANCI DİLLER

Orta düzeyde İngilizce