T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEMEL EĞİTİM ANA BİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN PROBLEM ÇÖZME VE ELEŞTİREL DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZLEN YILDIZ
20744013

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. ZEYNEP YILDIZ

2023

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEMEL EĞİTİM ANA BİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN PROBLEM ÇÖZME VE ELEŞTİREL DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZLEN YILDIZ
20744013
ORCID NO: 0009-0009-8944-150X

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. ZEYNEP YILDIZ

Temmuz 2023

Özlen YILDIZ tarafından hazırlanan “Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin öğrencilerin Problem Çözme ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı çalışma, **10/07/2023** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunmuş ve jürimiz tarafından Temel Eğitim Ana Bilim Dalı Sınıf Öğretmenliği Programında **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman	**İmza**
Doç.Dr. Zeynep YILDIZ	……

Jüri Üyeleri	**İmza**
Dr. Öğr. Üyesi Nihan ŞAHİNKAYA	……
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa EROL	……..……

ÖZET

MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN PROBLEM ÇÖZME VE ELEŞTİREL DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Araştırmanın amacı 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin problem çözme becerileri ve eleştirel düşünme becerilerine olan etkisini ortaya çıkarmaktır. Araştırma İstanbul ili Fatih ilçesine bağlı bir devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Araştırma grubunu 2021-2022 eğitim öğretim yılı 2. döneminde 4. sınıfta eğitim görmekte olan iki farklı şubeden toplamda 60 öğrenci oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, araştırmada "ön test-son teste dayalı deney ve kontrol gruplu" deneysel desen modeli kullanılmıştır. Belirlenen deney grubuna sekiz hafta uzman görüşü alınarak oluşturulmuş matematiksel modelleme etkinlikleri araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise bağımsız değişken ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamış, mevcut müfredata göre matematik programı, kendi sınıf öğretmeniyle yürütülmüştür. Araştırmada veri toplama aracı olarak, Sezgin (2011), tarafından geliştirilen "Problem Çözme Becerisi Belirleme Ölçeği" ile Demir (2006), tarafından geliştirilen "Eleştirel Düşünme Ölçekleri" kullanılmıştır. Verilerin analizini gerçekleştirmek için SPSS 23.0 programı kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının her biri için öğrenci sayısı 30 olduğundan dolayı verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini incelemek için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Yapılan ölçüm sonucunda verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Verilerin normal dağılım göstermemesi durumunda kullanılan Mann Witney U testi, grupların ön test-son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubunun kendi içinde ön test ile son test puanları arasındaki farklılığı tespit etmek için bağımlı gruplar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Araştırma bulguları incelendiğinde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut müfredatın uygulandığı kontrol grubunda problem çözme becerisi açısından deney grubu lehine anlamlı bir fark oluşmuştur. Eleştirel düşünme ölçekleri açısından bakıldığında açıklama, analiz, çıkarım, değerlendirme, yorumlama, öz düzenleme alt basamaklarının her birinde deney grubu lehine artış olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eleştirel Düşünme, İlkokul Matematik Eğitimi, Matematiksel Modelleme Etkinlikleri, Problem Çözme

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MATHEMATICAL MODELING ACTIVITIES ON STUDENTS' PROBLEM-SOLVING AND CRITICAL THINKING SKILLS

The study aims to reveal the effect of mathematical modeling activities on 4th-grade students' problem-solving and critical-thinking skills. The research was conducted in a public school in the Fatih district of Istanbul province. The research group comprised 60 students from two classes studying in the 4th grade in the 2nd semester of the 2021-2022 academic year. Accordingly, an experimental design model with a " pre-test-post-test based experiment and control group" was used in the study. Mathematical modeling activities created by taking expert opinions for eight weeks were applied to the experimental group by the researcher. In the control group, no study was conducted on the independent variable, and the mathematics program was carried out with the classroom teacher according to the current curriculum. "Problem-Solving Skill Identification Scale," developed by Sezgin (2011), and "Critical Thinking Scales," developed by Demir (2006), were used as data collection tools in the study. SPSS 23.0 program was used to analyze the data. Since the number of students for each experimental and control group was 30, the Shapiro-Wilk test was used to examine whether the data showed normal distribution. As a result of the measurement, it was determined that the data did not show normal distribution. Mann Witney U test, which is used when the data do not show normal distribution, was applied to determine the significance of the difference between the pre-test and post-test mean scores of the groups. The dependent groups' Wilcoxon Signed Rank Test was used to determine the difference between the pre-test and post-test scores of the experimental and control groups. When the research findings were examined, a significant difference was observed between the experimental group, in which mathematical modeling activities were applied, and the control group, in which the current curriculum was applied in favor of the experimental group regarding problem-solving skills. Regarding critical thinking scales, it was determined that there was an increase in favor of the experimental group in each sub-steps of explanation, analysis, inference, evaluation, interpretation, and self-regulation.

Keywords: Critical Thinking, Primary School Mathematics Education, Mathematical Modeling Activities, Problem-Solving

ÖN SÖZ

Araştırmamın her aşamasında tecrübesi ve bilgisiyle beni destekleyen değerli danışmanım Doç. Dr. Zeynep YILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin yazım süreci boyunca desteğini esirgemeyen, her koşulda yanımda olan, öneri, bilgi ve görüşlerini esirgemeyen değerli dostum Dr. Gülsüm HATİPOĞLU'na, tezimin istatistiksel analizinde bana yardımcı olan, sevgili yol arkadaşım Büşra KARADUMAN'a teşekkür ederim.

Araştırmamın gerçekleşmesinde çok önemli yeri olan uygulama sürecini geçirdiğim 4. sınıf öğrencilerine, süreç boyunca desteğini esirgemeyen okul yönetimi ve değerli sınıf öğretmenlerine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Son olarak tüm bu süreçte daima yanımda olan ve her türlü manevi desteği sunan sevgili eşime, hayatımın her döneminde desteğini bir an olsun esirgemeyen çok kıymetli aileme teşekkür ederim.

Özlen YILDIZ

Haziran, 2023; İstanbul

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖN SÖZ v
TABLOLAR LİSTESİ ix
1. GİRİŞ 1
1.1. Araştırmanın Önemi 8
1.2. Araştırmanın Amacı 11
1.3. Araştırmanın Problemi 11
1.4. Araştırmanın Alt Problemleri 11
1.5. Sayıltılar 12
1.6. Sınırlılıklar 12
1.7. Tanımlar 12
2.KURAMSAL ÇERÇEVE 14
2.1. Model ve Matematiksel Modelleme 14
2.1.1. Matematiksel Modelleme Perspektifleri 19
2.1.2. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri 22
2.1.3. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Prensipleri 23
2.1.4. Grup Çalışmasının Önemi 27
2.1.5. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Öğretmenin Rolü 28
2.2. Problem ve Problem Çözme 30
2.2.1. Problem Çözme Süreci ve Stratejileri 32
2.2.2. Problem Çözme ve Matematiksel Modelleme Etkinlikleri 35
2.3. Üst Düzey Düşünme 36
2.3.1. Eleştirel Düşünmenin Tanımı ve Özellikleri 38
2.3.2. Eleştirel Düşünme Becerileri 39
2.3.2. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ve Eleştirel Düşünme 41
2.4. İlgili Araştırmalar 42
2.4.1. Matematiksel Modelleme ile İlgili Araştırmalar 42
2.4.2. Problem Çözme ile İlgili Araştırmalar 51
2.4.3. Eleştirel Düşünme Becerileri ile İlgili Araştırmalar 55

3. YÖNTEM 59
3.1. Araştırmanın Modeli 59
3.2. Örneklem 59
3.3. Veri Toplama Araçları 61
3.3.1. Problem Çözme Becerisi Belirleme Ölçeği (PÇBBÖ) 61
3.3.2. Eleştirel Düşünme Ölçekleri 63
3.4. Veri Toplama Süreci 64
3.4.1. Deney Grubu Veri Toplama Süreci 64
3.4.2. Kontrol Grubundaki Uygulama Süreci 69
3.5. Verilerin Analizi 71
4. BULGULAR 73
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 73
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 75
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 76
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER 87
5.1. Sonuçlar 87
5.2. Tartışma 89
5.3. Öneriler 94
KAYNAKÇA 97
EKLER 107

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Basamaklar 19
Tablo 2. Modelleme Perspektiflerinin Sınıflandırılması..... 20
Tablo 3. Problem Çözme Stratejileri ve Özellikleri..... 34
Tablo 4. Ön Uygulamanın Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik Sonuçları..... 62
Tablo 5. Modelleme Etkinlikleri ve MEB 4. Sınıf Matematik Kazanımları İlişkisi.. 65
Tablo 6. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Problem Çözme Başarı Testi" Ön Test - Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı 73
Tablo 7. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Problem Çözme Başarı Testi" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması 73
Tablo 8. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Problem Çözme Başarı Testi" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 74
Tablo 9. Deney Grubundaki Öğrencilerin Grup İçi "Problem Çözme Başarı Testi" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 74
Tablo 10. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Problem Çözme Başarı Testi" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması……74
Tablo 11. Kontrol Grubu ve Deney Grubu Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme Ölçeği" Grup İçi Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması……... 73
Tablo 12. Kontrol Grubu ve Deney Grubu Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme Ölçeği" Gruplar Arası Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması……73
Tablo 13. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Analiz Ölçeği" Ön Test - Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı..... 74
Tablo 14. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme -Analiz Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması..... 76
Tablo 15. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Analiz Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 77
Tablo 16. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Analiz Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 77
Tablo 17. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Analiz Ölçeği" SonTest Puanlarının Karşılaştırılması 77
Tablo 18. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Değerlendirme Ölçeği" Ön Test - Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı..... 78
Tablo 19. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Değerlendirme Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması..... 78

Tablo 20. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Değerlendirme Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 78

Tablo 21. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Değerlendirme Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 79

Tablo 22. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Değerlendirme Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması 79

Tablo 23. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Çıkarım Ölçeği" Ön Test - Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı..... 79

Tablo 24. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Çıkarım Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması..... 80

Tablo 25. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Çıkarım Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 80

Tablo 26. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Çıkarım Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 80

Tablo 27. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Çıkarım Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması 81

Tablo 28. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Yorumlama Ölçeği" Ön Test - Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı..... 79

Tablo 29. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Yorumlama Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması..... 79

Tablo 30. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Yorumlama Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 82

Tablo 31. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Yorumlama Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 82

Tablo 32. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Yorumlama Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması 82

Tablo 33. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Açıklama Ölçeği" Ön Test - Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı..... 83

Tablo 34. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Açıklama Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 83

Tablo 35. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Açıklama Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 83

Tablo 36. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Açıklama Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması..... 84

Tablo 37. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Açıklama Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması 82

Tablo 38. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği" Ön Test Puanlarının Normallik Dağılımı 84

Tablo 39. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması..... 85

Tablo 40. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması 85

Tablo 41. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi “Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği” Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması 85
Tablo 42. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin “Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği” Son Test Puanlarının Karşılaştırılması 86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Modelleme Döngüsü 15
Şekil 2: Galbraith ve Stillman'nın Modelleme Diyagramı 16
Şekil 3: Modellemedeki Temel Basamaklar (Mason, 1988) 18
Şekil 4: Okulda Zaman Problemi Öğrenci Örnekleri 67
Şekil 5: Okulda Zaman Problemi Öğrenci Örnekleri 68
Şekil 6: Okulda Zaman Problemi Öğrenci Örnekleri 68
Şekil 7: Kutup Ayısı Problemi Öğrenci Örnekleri 70
Şekil 8: Kutup Ayısı Problemi Öğrenci Örnekleri 70
Şekil 9: Kutup Ayısı Problemi Öğrenci Örnekleri 70

KISALTMALAR LİSTESİ

NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics (Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi)
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
OECD	: Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Teşkilatı
PISA	: Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
TIMSS	: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
TDK	: Türk Dil Kurumu

1. GİRİŞ

Sürekli değişen küresel ekonomide matematiğin önemi de gittikçe artmakta ve buna bağlı olarak esnek ve yaratıcı düşünebilen, geleceğe yönelik matematiksel ve teknolojik yeterliliklere sahip bireylere olan ihtiyaç da gitgide artmaktadır. "Tanımlama, açıklama, tahmin etme, temsil etme, verileri düzenleme" gibi matematiksel aşamalar bu yeterliliklerin gelişmesine temel sağlar (English & Watters, 2005). Ayrıca sonuçların planlanması, izlenmesi ve açıklanmasını içeren çok boyutlu projelerde iş birliği içinde çalışma becerisi günümüz dünyasında sürekli artan bir öneme sahiptir (Lesh & Doerr, 2003). En son 2018 yılında güncellenen Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) Matematik öğretim programı değişen dünyaya uyum sağlayacak bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Özellikle teknolojide yaşanan gelişmeler, eğitim-öğretim yaklaşımlarındaki yenilikler, toplumların ve bireylerin uyum sağlamasını gerektiren hızlı değişim üstlenilen rolleri de etkilemiştir. Artık bireylerden, etkili iletişim becerilerine sahip, problem çözebilen, kritik akıl yürütme becerisi gösterebilen, üretken bir şekilde bilgiyi kullanan, empatik ve girişimci olmaları beklenmektedir (MEB, 2018). Günümüzde yaşanan değişimlere uyum sağlayan niteliklere sahip bireyleri yetiştirmede eğitime önemli roller düşmektedir. Programın, bu niteliklere sahip bireylerin yetişmesinde yalnızca bilgi aktarmayı değil bireysel farklılıkları da dikkate alan nitelikte olması gerektiği Matematik öğretim programında özellikle vurgulanmıştır. Bu şekilde öğrencilerin hazır bulunuşluluğunu dikkate alan, üst düzey düşünme becerilerini kullanmaları için fırsat yaratan, kalıcı ve anlamlı öğrenme sağlayan, gerçek dünya ile ilişkili, değişen dünyaya uyumlu bir öğretim program bütünü ortaya çıkarılmıştır (MEB, 2018).

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000), Okul Matematiğinin Prensipleri ve Standartları (Principles and Standarts for School Mathematics) kitabında, problem çözme becerisi matematiğin odağı olarak nitelendirilmiştir. Buradan yola çıkarak problem çözme sürecinde kullanılan akıl yürütme ve ispat standardının öğrencinin karar verme ve cevapları anlamasına olanak sağlayan mantıksal düşünme süreçleri olduğuna vurgu

yapılmıştır. Öğrencilerin, elde ettikleri cevapları gerekçelendirme alışkanlığını geliştirmeye ihtiyaçları olduğu ve mantıksal deliller aracılığıyla fikirlerin kanıtlanmasının değerini öğrenmelerinin önemine değinilmiştir. Yine Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin, İletişim standardı maddesinde**,** matematik dersinde oluşan fikirlerin ifade edilmesinin önemli olduğu; öğrencilerin matematikte iletişimi, tartışmalara imkân tanıyan etkinlikler içinde kendi fikirlerini karşılaştırarak öğrendiği ve sözel etkinlikler içerisinde geliştirdiği vurgulanmıştır. Bu standarda göre, bir fikri, başkalarına aktarmaya veya sağlam bir şekilde ifade etmeye çalışmaktan daha iyi bir yol yoktur (NCTM, 2000). Ayrıca ilk kez 1989 yılında yayınlanan ve 2000 yılında güncellenen standartlarda problem çözmenin yanı sıra matematiği günlük hayata transfer etme becerisi üzerinde de durulmuştur.

Matematiği günlük yaşama transfer etme becerisi Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD)'nin finansal desteği ile yapılan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) matematik okuryazarlığı bölümünün amaçlarından biridir. Bu amaç öğrencilerin okulda öğrendiklerinden nasıl çıkarımlar yapacaklarını, hayat içinde farklı alanlarda öğrendiklerini nasıl kullanacaklarını bildiklerinden nasıl anlam çıkaracaklarını değerlendirmektir şeklinde ifade edilmiştir. Bu sebeple matematik içeriklerinin ve sorularının pek çoğu, problem çözme becerisi için matematiksel düşünme becerisine sahip olmayı gerektiren gerçek yaşam problemlerinden oluşur (Taş vd., 2016). Bununla ilişkili olarak matematik programında matematiksel yetkinlik, matematik ile kazanılan matematiksel düşünme becerisini günlük hayatta karşılaşılan problemleri çözmek için kullanabilme, şeklinde tanımlanmıştır (MEB, 2018). MEB (2009) İlköğretim 1-5. sınıflar matematik dersi öğretim programının içeriğini oluşturan öğeler öğrencilerin;

- Problem çözme sürecinde kendine ait matematiksel düşünce ve gerekçelendirmelerini ifade edebilecekleri,
- Matematiksel kavramlar arasında bağlantılar kurabilecekleri ve günlük hayatlarına transfer edebilecekleri,
- Matematiksel fikirlerini anlamlı bir şekilde ifade etmek için matematiksel kavramları ve dili kullanabilecekleri,
- Problem çözme becerilerini günlük yaşamın problemlerinde bir strateji olarak kullanabilecekleri,

- Model oluşturabilecekleri, oluşturdukları modelleri matematikle ilişkilendirebileceklerini belirtmektedir.

Buradan yola çıkarak MEB matematik programının değişen dünyanın değerlerine koşut olarak problem çözmeyi günlük yaşamla ilişkilendirerek ele aldığını ve matematiksel modellemeye ayrıca önem verdiği görülmektedir. Ancak yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır ki ders kitaplarındaki standart problemler öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirme konusunda başarılı değildir (Lesh, 2006). Yıllarca matematik eğitimi alan öğrenciler üzerinde yapılan araştırmalar, öğrencilerin matematik problemlerini çözmek için gerekli olan yeterliliklere sahip olmadıklarını ve özellikle rutin dışına çıkan problemlerde kendilerine güvenmediklerini göstermektedir (Asman & Markowitz, 2001; Higgins, 1997). Matematiksel modelleme etkinlikleri tüm bunları gerçekleştirebilecek en önemli araçtır (English & Watters, 2005). Modelleme süreci gerçek yaşam problemi ile başlayan ve gerçeklik ile matematik arasında hareket eden bir süreçtir (MaaB, 2007). Blum ve Kaiser (1997), modelleme becerilerini; problemi tanıma ve anlamlandırma, gerçekçi model kurma, kurduğu gerçeğe dayalı modelden matematiksel modele geçebilme, elde edilen matematiksel model aracılığıyla problemi çözme, problem çözümünden elde edilen sonuçları gerçek yaşama entegre etme ve çözümü kontrol etme becerileri olarak saptamıştır (Koyuncu, vd., 2017). Geleneksel yöntemler, matematiği günlük yaşama transfer etmede, matematiksel düşünmede ve problem çözme becerisini geliştirmede yetersiz kalınca eğitimciler matematiksel modelleme ile ilgili araştırmalar yapmaya yönelmiştir (Mousoulides vd., 2006a). Yapılan çalışmalar matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmede matematiksel modelleme etkinliklerinin oldukça etkili olduğunu göstermiştir (Doruk & Umay, 2011).

Öğrenciler matematik dersinde öğrendiklerini günlük yaşantılarıyla nasıl ilişkilendirecekleri konusunda zorluk yaşamaktalar. Bunun nedeni öğrencilerin düşünmelerine fırsat vermeyen yalnızca sonuca odaklanan tek düze işlenen konular olabilir. Matematik eğitiminin etkili olabilmesi için sınıf ortamına öğrencilerin etkin olduğu farklı yaklaşımları taşımak önemlidir. Bu yeni yaklaşımı kullanan sınıflardaki öğrenciler, matematik eğitiminde sıralarında oturup yalnızca hesaplama problemleri yapmazlar. Bilakis kendi bilgilerini keşfetmeye ve problem çözmek için stratejilerini bulmaya ve stratejilerinin işe yarayıp yaramadığını tartışmaya teşvik edilirler

(Bransford vd., 2018). Matematiksel modelleme etkinlikleri sözü edilen bu yaklaşımlardan biri olabilir. Sağırlı'ya (2010) göre matematik eğitimi alan öğrencilerin sıkça sorduğu sorulardan biri, "Matematik ne işe yarar?" sorusudur (Özalp, 2006). Öğrencilerin bu soruyu sorması aslında oldukça normaldir. Çünkü matematik genellikle gerçek hayattan kopuk ve sadece okullarda gerçekleştirilen bir etkinlik olarak görülmektedir. Oysa matematik, gerçek dünyadaki durumlara çözümler üreten sistematik bir düşünme biçimidir ve modelleme etkinlikleri matematik ile gerçek dünya arasında bağlantı kurmada en etkili araçlardan biridir (Niss, 1989). Gerçek dünya ile kastedilen ise günlük hayata yani doğa ve topluma dahil olan her şeydir (Blum, 2002).

Matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematiği ilişkilendirmesi açısından, genellikle hızın ve doğruluğun önemli olduğu, matematiğin bilişsel olarak düşük düzeyde olduğu ve çocukların düşüncelerinin zorlanmadığı "geleneksel" matematikten farklıdır. Wickstrom ve Yates'in belirttiği gibi, matematiksel modelleme, öğrenciler için daha zorlayıcı ancak onların kendi matematiksel fikirlerini üretmeleri açısından daha motive edici ve ödüllendirici bir süreçtir (English, 2021).

Arslan ve Altun'a (2007) göre birçok araştırma, öğrencilerin öğrenim hayatlarının ileri evrelerinde bile gerçek yaşamda karşılaştıkları problemleri çözmeleri için ihtiyaç duydukları matematik becerilerini açığa çıkaramadıklarını göstermiştir. Öğrencilerin problem çözerken sahip olmaları gereken problemi anlama, analiz, çözüm aşamalarını belirleme ve sonuçların doğruluğunu değerlendirme gibi bilişsel etkinliklerde yetersiz kaldıkları izlenmiştir. Onlar daha çok, karşılarına çıkan probleme hızlıca bakıp, ezberledikleri şekilde hangi işlemin gerektiğine karar verip gördükleri sayılarla işlemi hızlıca yapma ve böylece sonucu bulma eğilimindedirler (Arslan & Altun, 2007). Bunun en iyi göstergesi PISA sonuçlarıdır. 2000 yılından beri üç yılda bir yapılan PISA, katılımcı ülkelerdeki zorunlu eğitimi bitiren öğrencilerin bulundukları eğitim kademesinde edinmeleri gereken temel bilgi ve becerilere ulaşıp ulaşamadıklarını ölçmek amacıyla yapılmaktadır (PISA, 2015). PISA sonuçlarından yararlanarak ülkeler, kendi öğrencileriyle farklı katılımcı ülkelerin öğrencilerinin sahip olduğu bilgi beceri düzeylerini karşılaştırarak eğitim seviyelerini artırmak amacıyla yeni politikalar belirlemektedirler (PISA, 2015). PISA matematiksel okur yazarlık tanımında matematiksel süreçlerin her biri, tanımlama, yorumlama, analiz yapabilme,

matematiksel modelleme süreçlerine bağlanır (OECD, 2018). PISA sonuçlarına bakıldığında Türkiye üstbilişsel becerilerin ölçüldüğü 5. düzeyde ve üst düzeylerdeki öğrencilerin yer aldığı yüzdelere bakıldığında OECD ülkelerinin gerisinde kaldığı görülmektedir. Türkiye'nin yoğun olarak standart problem çözme basamağının yer aldığı 1. düzeyde kalması durumuna bakarak; sonuca farklı yollarla gidilebilecek açık uçlu problemlerle çalışabilmek için gerekli olan iletişim, tahmin, hipotez, açıklama gibi karmaşık süreçlere uyum sağlama becerilerinin yeterince gelişmediği sonucuna ulaşılabilir (Şahin, 2014). Hızla değişen günümüz dünyasında matematiği gerçek dünyada kullanabilme becerisi kazanmak daha da önemli hale gelmiştir. Bugünkü dünyada çocukların derslerde çözdükleri tipik problemler artık ihtiyaç duyulan yeterliliklere hizmet etmiyor. Matematiksel problem çözme süreci, verilenler, istenenler ve çözümden oluşan formdan daha fazlasını içermelidir (English & Watters, 2005). Günümüz dünyasında birçok meslek artık, örüntü ve düzenlilikleri fark etmeyi gerektiren matematiksel düşünme becerisi gerektirmektedir. Başka bir deyişle, problem çözücülerin belirli bir problem durumunu yorumlamak ve düşünmek için daha üretken yollar geliştirmesi gerekir (Lesh & Zawojewski, 2006). Bir durumu matematiksel olarak yorumlamak, durumun yüzey özelliklerinden ziyade yapısal özelliklerine odaklanılan modellemeyi içerir (English & Lesh, 2003).

Matematiksel modelleme gerçek hayatla bağlantı kuran karmaşık problem çözme deneyimi ile öğrencilerin modeller oluşturmasını sağlayarak matematiği günlük hayatlarıyla ilişkilendirmelerine ve matematiksel dili somutlamalarına katkı sağlamaktadır (Blum & Niss, 1989). National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), öğretmenlerin derslerde öğrencilerinin hipotez geliştirme becerilerini kullanmaları için fırsatlar yaratmaları gerektiğini savunur (NCTM, 2000). Öğrenciler böylece düşüncelerini ifade etme, sınıf arkadaşlarından akıl yürütmeyi öğrenme ve başkalarının düşüncelerine değer verme gibi kazanımlar elde ederler (Jacobs & Spangler, 2017). Öğretmenler, matematiksel fikirler üzerine grup ve sınıf tartışmalarını kolaylaştırarak öğrencilerin dikkatini düşüncelerine yönlendirebilir. Böylece üst düzey düşünme becerilerinin gelişimini de desteklemiş olurlar. Araştırmalar, öğrencilerin matematiksel tartışmalara yüksek düzeyde katılım gösterdiklerini ve daha yüksek başarıya sahip olduklarını göstermiştir (Jacobs & Spangler, 2017). Rutin olmayan problem çözme, rutin problemlere göre daha üst düzey bir beceri olarak karakterize edilir. Öğrencilerin problem çözme ve akıl yürütme

becerilerini geliştirmeleri için gerekli olan üst düzey beceriler için onları rutin olmayan problemlerle buluşturmak önemlidir. Bu tür etkinlikler öğrencilere araştırma, akıl yürütme ve çözüm süreci hakkında karar verme fırsatı vererek problem çözme becerilerini geliştirir (Gök & Erdoğan, 2017). Matematiksel modelleme, öğretmenlerden öğretmesi beklenen müfredata yeni boyutlar ekler. Öğrencileri eleştirel ve proaktif matematiksel düşünürler olmaya doğru ilerleten bilgi, beceri ve düşünme yolları kazandırma potansiyeline sahiptir (Anhalt vd., 2021). Modelleme etkinlikleri, özellikle matematik, bilim ve teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı geleceğe yönelik alanlara öğrencileri hazırlamak için eğitimde vurgulanması gereken önemli bir unsurdur. Bu nedenle, özellikle çok erken sınıflardan itibaren gerçek yaşam durumlarında meydana gelen karmaşık sistemlerin modellemesini başlatmak ve incelemek önemlidir (Mousoulides vd., 2007). Matematiksel modelleme, matematik eğitimi araştırmacılarının son yıllarda ilgisini çeken bir konudur (Mousoulides vd., 2005).

Yapılan araştırmalarla ortaya konulan, modelleme sürecine yönelik pek çok yaklaşım mevcuttur. Bu farklı yaklaşımlar incelendiğinde ortaya çıkan etkili bir modelleme süreci, öğrencileri önemli matematiksel yapıların gelişimini ortaya çıkaran rutin olmayan problem durumlarıyla meşgul ederek başlar. Rutin olmayan problemi çözme sürecinde ortaya çıkan modeller diğer problem durumlarında, kullanılabilecek genelleştirilebilir bir sisteme (veya modele) dönüşür. Bu bağlamda örneğin, model ortaya çıkarma etkinlikleri olarak adlandırılan problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin ürettiği ürünler kısa cevapların ötesine geçer ve matematik dünyası içinde bir sistem kurar. Bu sistem matematik için mühim olan varsayımlar oluşturma, basitleştirme, açıklama, sonucu varsayma ve değerlendirmeyi içeren farklı problem durumlarında yeniden kullanıma açık manipüle edilebilir vasıtaları (ör. modeller) içerirler (Lesh & Doerr, 2003a, 2003b). Tüm bu süreç öğrencilerin yeniden başa döndüğü, çözümleri kontrol ettiği ve grup halinde çalışırken birbirleriyle tartıştıkları durumları içerir. Buradan hareketle Modelleme etkinlikleri ile eleştirel düşünme arasında ilişki olduğu söylenebilir. Eleştirel düşünme, ortaya konulan varsayımların, fikirlerin ve dayanakların objektif bir şekilde analiz edilerek geçerliliğinin ya da doğru olup olamadığının değerlendirilmesidir (Beyer, 1988). Eleştirel düşünme faaliyetleri içinde yer alan problem çözme, karar verme, ortaya konulan görüşleri gerekçelendirme, fikirleri karşılaştırmayı kapsayan pek çok zihinsel adımı içerir.

Matematik dersi öğretim programının amacını, problem çözerken öğrencilerin kendi gerekçelendirme becerilerini kullanmaları, matematiği günlük yaşamla bağlantılandırabilmeleri, üstbilişsel düşünme süreçlerini geliştirebilecekleri kendi öğrenmelerini denetleyebilecekleri yeterliliklere ulaşma olarak özetlenebilir (MEB, 2018). Programın özel amaçlarında bulunan problem çözme ile ilgili vurgu özellikle üstbilişe ait olan kişinin kendi öğrenme ve düşünmesine bakabilmesi ve bunları sözel olarak dışa vurabilmesi, ayrıca başkalarından gelen hipotezlere eleştirel olarak bakıp gerekçelendirmelerdeki hataları bulabilmesi üzerinedir.

Dewey, öğrencileri ortaklaşa eylemlere yönlendiren, iş birliği içinde problem çözmeyi destekleyen sınıf ortamının çocukların eleştirel düşünme becerileri kazanmalarında önemli olduğunu vurgular. Modelleme etkinlikleri öğrencilerin gruplar halinde bir problem üzerinde düşünmelerini, tartışmalarını ve iş birliği içinde çözüm üretmelerini gerektirdiği için Dewey'in yaklaşımına uymakta bunun için eleştirel düşünme üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir. Grup içinde oluşturulan nihai modelleri akranlarına iletmek, modellemenin önemli bileşenidir, burada öğrencilerin modellerini, sonuçlarını ve çıkarımlarını açıklayıp gerekçelendirdikleri ve akranlarından eleştirel fakat yapıcı geri bildirim aldıkları aşamadır. Öğrenciler, akranlarının modelleri hakkında eleştirel sorular sormanın yanı sıra modellerini hem açıklama hem de gerekçelendirme becerilerini geliştirme fırsatları yakalarlar. Matematiksel fikirleri ve argümanları etkili bir şekilde ifade etmek, dinlemek ve yapıcı ve eleştirel geri bildirimde bulunmak ve problem çözme sırasında yeni anlayışlar keşfetmek ve iletmek yirmi birinci yüzyılın önemli becerileri olarak kabul edilmektedir; bu tür beceriler matematiksel modellemenin doğasında vardır (Suh vd., 2017). Felsefi sorgulamayı içeren modelleme, yirmi birinci yüzyıl yeterliliklerini geliştirmek için zengin fırsatlar sunar (English, 2021). Öğrenciler bir model oluştururken, ellerindeki verilerle ilgili kritik sorular sorma, modelleri üzerinde derinlemesine düşünme, sonuçlarını gerekçelendirme ve iletme becerilerini erken dönemde geliştirilmelidir (English, 2021).

Matematiksel modelleme çalışmalarının ilkokuldan ileri kademelere kadar eğitimin her aşamasında yer alması fikri son dönemde pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmış olsa da ülkemizde ilkokul öğrencileriyle yapılan çalışmalar oldukça yetersiz sayıdadır ve yapılanlar daha çok modelleme yeterliliklerini kapsamaktadır,

bu nedenle bu araştırmanın konusu olarak modelleme etkinliklerinin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi olarak saptanmış ve çalışmanın örneklemini ilkokul 4. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. İlkokul öğrencileriyle yapılan böyle bir çalışmanın alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1. Araştırmanın Önemi

Matematik öğretiminin amaçlarından biri, öğrencinin günlük hayattan edindiği düşünme alışkanlıklarını matematik diline dönüştürmektir. Bu bağlamda öğrencilere günlük hayatta karşılaşabilecekleri problemleri çözme becerileri kazandırılması matematiğin temel hedeflerindendir. Bu nedenle matematik öğretiminde öğrencilere problem çözdürürken örneklerin gerçek yaşamdan alınması önemlidir. Matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerinin yer alması öğrencilere gerçek hayat durumlarında problem çözme ve analitik düşünme becerisi kazandırması açısından da son derece önemli olduğu vurgulanmıştır (Erbaş vd., 2014). Kaçar'a (2019) göre, matematiksel dilini kavrayan ve bu dili karşılaştığı farklı durumlara uygulayan kişiler sayesinde gelişim olanaklı olur. Bu ilerlemenin en önemli faktörlerinden biri olan teknolojik gelişmelerin matematiksel dilin kavranamaması durumunda gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Matematik yaşamın her alanında bu kadar önemliyken öğretiminin etkili bir şekilde yapılması zorunludur (Kaçar, 2019).

Matematik öğretiminde amaç öğrencilerin bilgi edinmesinden öte bilgiyi nasıl kullanacağını öğrenmesidir. Bu da üst düzey düşünme becerileriyle ilgili bir olgudur. Öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin gelişimi, onların gerçek hayata uyumlanmaları açısından vazgeçilmez olduğu sıkça vurgulanmıştır (Elias & Kress, 1994). Modelleme etkinlikleri matematiksel düşünmenin gerekli olduğu gerçek yaşam durumlarının simülasyonlarıdır (Lesh vd., 2000). Etkinlikler sırasında ortaya çıkarılan yapılar genişletme, gözden geçirme, yeniden düzenleme, iyileştirme, değiştirme veya uyarlama gibi öğrencilerin sürekli başa dönmesini gerektiren bir dizi aşamadan oluştuğu için modelleme süreci üstbilişsel düşünmeyi destekler (Lesh & Lehrer, 2003). Baykul'a (2004) göre, okullarda öğretilen matematiğin amacı, öğrencileri gerçek dünyaya hazırlarken sahip olmaları gereken üstbilişsel düşünme ve problem çözme becerilerini kapsayan bilişsel faaliyetleri kazanmalarını sağlamak olmalıdır. Bu nedenle öğrenciler matematik derslerinde keşfederek öğrenmeye teşvik edilmeli, problem çözümleri için onlara fırsatlar verilmeli ve öğrencilerin ortaya koyduğu farklı

çözümler dikkate alınmalıdır (Kaçar, 2019). Bu sayede öğrencilerde yaygın olarak görülen ve öğrenim hayatının bir noktasında oluşmuş olan matematikle ilgili önyargıların da üstesinden gelmek mümkün olabilir.

Umay'a (1997) göre, matematiksel dilin zorluğu onun soyut doğasından kaynaklanmakla birlikte bir önyargının da eseridir. Öğrenciyi merkeze alan, düşüncelerini korkusuzca söylemelerine olanak tanıyan, farklı düşünme stratejileri geliştirmelerini sağlayan, ilk yıllardan itibaren günlük hayatla bağ kurulan bir matematik eğitiminin öğrencilere problem çözme ve matematiksel düşünme becerisi kazandırarak bu önyargıları aşmada yardımcı olacağı düşünülmektedir (Umay, 1997). Buradan da anlaşıldığı gibi matematik eğitiminin zorluğu günlük yaşamla bağlantısının yeterince kurulamamasından kaynaklı öğrencilerde gelişen önyargı ve korkulardır. Öğrenciler modelleme etkinliklerinde gerçek yaşam problemleri üzerinde çalışırken matematik ve gerçek dünya arasında bağlantı kurmaktan zevk aldıkları için motivasyonları da yüksek olur (Zbiek & Conner, 2006). Öğrencileri gerçek yaşama hazırlarken onlara matematiği kullanabilecekleri, öğrendikleri kavramları ve sistemleri uygulayabilecekleri fırsatlar yaratan açık uçlu problemlerle uğraşmalarına ve bu yolla tecrübe kazanmalarına olanak sağlamak gerekir. Bu sebeple öğrencilerin öğrenim hayatlarının ilk yıllarından başlayarak rutin olmayan problemlerin içerdiği gerçek yaşam deneyimleriyle karşılaşmalarını sağlayan, problem çözüm sürecinde yaratıcı yollar bulmaları için zengin olanaklar sunan modelleme etkinlikleri ilkokuldan itibaren derslerde kullanılmalıdır (English, 2006b).

Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarla matematiksel modelleme aracılığıyla, öğrencilerin her yaşta, gerçek yaşam durumlarını anlamlandırmak için matematiği kullanarak üretken düşünme becerileri kazandıklarını ve bu anlamlandırma stratejilerini yetişkinliğe taşıyabileceklerini ortaya koymuşlardır (Wickstrom & Yates, 2021). Mengi'ye (2019) göre, matematiksel modelleme süreci öğrencilere, gerçek yaşam problemlerine uygun varsayımlar oluşturma, matematiğe dair kendi bilgilerinden yararlanarak modeller kurma, birlikte çalıştığı arkadaşlarıyla fikirlerini konuşarak karşılaştırma olanakları sağlar. Öğrencilerde eleştirel ve üstbilişsel becerilerin geliştirilmesi maksadıyla modelleme etkinliklerinin kullanılmasının etkili bir yol olduğu ortaya konulmuştur (English, 2006). Yeni matematik dersi öğretim programında (MEB, 2018) matematiksel modelleme konusuna "matematiksel

yetkinlik ve bilim / teknolojide temel yetkinliklerde" yer verilmektedir ancak bu konunun öğretiminin nasıl yapılacağı ya da bu konuya ilişkin etkinlik örneklerine yer verilmediği görülmektedir (Arseven, 2019). Matematiksel modelleme etkinlikleri geleneksel matematik eğitiminde kullanılan rutin problemlerin gerçekleştirmekte zorlandığı problem çözme ve eleştirel düşünme becerisini kazandırmada daha etkin olduğu düşünüldüğü için bu araştırmaya ihtiyaç duyulmuştur. Böylece farklı etkinlik örnekleri yaratılarak alandaki eğitimciler de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

İlgili alan yazına baktığımızda matematiksel modellemeye ilişkin çalışmaların arttığı ve bu çalışmaların çoğunlukla ortaokul ve lise öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmalar olduğu saptanmaktadır. Mengi (2019), 7. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada matematiksel modelleme yaklaşımının öğrencilerin problem çözme becerisi ile üst düzey düşünme becerilerine etkisini incelemiştir. Kandemir (2011) 6. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmasında modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine ve problem çözme becerilerine olan etkisini incelemiştir. Akyol ve Şendurur (2019) 8. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmalarında modelleme etkinliklerinde bilişsel araç kullanımının öğrencilerin düşünme becerilerine etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Çetinkaya (2020) çalışmasını lise öğrencileriyle gerçekleştirmiş ve matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etkisini incelemiştir. Zengin (2019) modelleme etkinliklerini değerlendirme türleri açısından incelediği çalışmasını 8. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirmiştir. Doruk (2010) matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modelleme etkinliklerinin etkisini ortaya koyduğu çalışmasını 6 ve 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirmiştir. Dışbudak (2014) modelleme etkinliklerinin akademik başarı ve matematiğe karşı tutuma etkisini incelediği araştırmasında 6. sınıf öğrencileriyle çalışmıştır.

İlkokul öğrencileriyle gerçekleştirilen modelleme etkinliklerinde öğrencilerin problem çözme becerileri ve eleştirel düşünme becerileri üzerine yapılan çalışmanın olmaması bu çalışmaların daha çok ilkokul yıllarından sonraki sınıflarda yapılması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Zulkardi (2018) ilkokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmasında matematiksel modellemenin eleştirel düşünmeyle olan ilişkisini ortaya koymuş ve öğrencilerin düşünme becerilerini nasıl etkilediğini göstermiştir. Ulusal düzeyde böyle bir çalışmanın yapılmamış olmasından dolayı

yapılan çalışma problem çözme becerileri ve eleştirel düşünmeye etkisi bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmesi bakımından önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalarda öğretmenlerin modelleme konusunda bilgisinin azlığı dolayısıyla etkinliklerini uygulamaktan kaçındığı vurgulanmıştır (Dede & Yılmaz, 2013). Bu açıdan çalışma sürecinde oluşturulacak matematiksel modelleme etkinliklerinin alan yazına katkı sağlaması ve öncelikle ilkokul öğretmenlerine buradan başlayarak genel olarak tüm eğitimcilere modelleme üzerine düşünme fırsatı vermesi amaçlanmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine olan etkisini ortaya çıkarmaktır. Bu araştırmada matematiksel modelleme yaklaşımının gerektirdiği aşamaların tam olarak uygulanması, bu uygulama sonunda öğrencilerde problem çözme başarısının artması, yaklaşımın eleştirel düşünmeye olan katkısının araştırılması amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Problemi

Araştırmanın problemi 'Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi ne var mıdır?' şeklinde belirlenmiştir.

1.4. Araştırmanın Alt Problemleri

(1) İlkokul 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi var mıdır?

(2) İlkokul 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisi var mıdır?

(3) İlkokul 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri alt boyutlarına (Analiz, değerlendirme, çıkarım, yorumlama, açıklama, öz düzenleme) etkisi var mıdır?

1.5. Sayıltılar

(1) Araştırmaya katılan tüm öğrencilerin katılımının gönüllü ve samimi olduğu,

(2) Oluşturulan etkinlikler için alınan uzman görüşlerinin yeterli olduğu,

(3) Uygulamada kullanılacak etkinliklerin araştırmanın amacına hizmet ettiği varsayılmıştır.

1.6. Sınırlılıklar

Yapılan araştırma,

(1) İstanbul il sınırları içinde Fatih ilçesinde 2021-2022 eğitim öğretim yılında MEB'e bağlı bir devlet okulunda eğitim görmekte olan bulunan toplam 60 ilkokul 4. sınıf öğrencileriyle sınırlıdır.

(2) Çalışma için oluşturulmuş ölçme konusunu kapsayan matematiksel modelleme etkinlikleriyle sınırlıdır.

(3) Yapılan 8 haftalık uygulama ile sınırlıdır.

(4) Oluşturulan iki odak gruptan elde edilen verilerle sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Eleştirel Düşünme: Eleştirel düşünme, herhangi bir inancı veya bilgi biçimini, onu destekleyen kanıtların ve yöneldiği diğer sonuçların ışığında incelemek için ısrarlı bir çabadır.

İlkokul Matematik Eğitimi: Temel matematik bilgi ve becerisi ile problem çözmeyi ve bu problemleri günlük yaşama uygulama becerisini kazandırmak amacıyla yapılan eğitimdir.

Matematiksel Modelleme Etkinlikleri: Gerçek dünyadan alınmış bir problemin soyutlanarak matematiksel olarak ifade edildiği, gerçeklik ve matematik arasında hareket edilen döngüsel bir süreçtir (Haines ve Crouch, 2010).

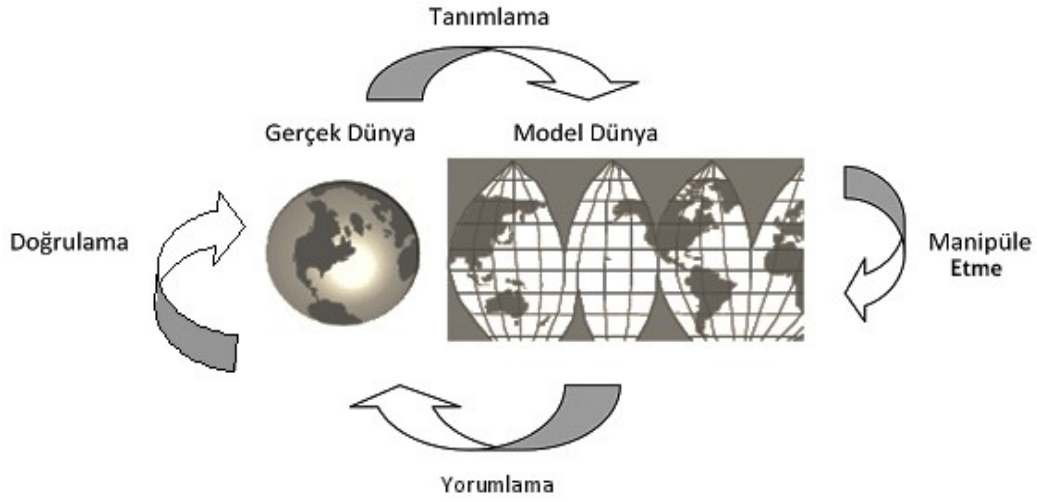
Problem Çözme: Kişinin kendisine engel oluşturan bir durumla karşılaştığında durumu analiz edip çeşitli stratejiler geliştirmesi, bu stratejileri uygulaması ve sonucu değerlendirmesi sürecidir (Green & Gilhooly, 2010).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Model ve Matematiksel Modelleme

Model, ilişkilerden, işlemlerden ve kurallardan oluşan sistemleri ifade etmek için kullanılan gösterimlerdir (Lesh & Doerr, 2003). Model için gerçek sistemin basitleştirilmiş temsili denilebilir. Model ve modelleme birbirinden farklı olmakla birlikte birbiriyle ilişkili iki kavramdır. Genel olarak, model ile anlatılan bir ürünken modelleme ile ifade edilen bu ürünü ortaya çıkarma sürecidir denilebilir (Sandalcı, 2013). Modeli, karmaşık gerçek hayat durumlarını daha iyi anlayabilmek için zihinde oluşan kavramsal sistemler ve bunların dış temsilleri olarak da tanımlayabiliriz. Modelleme ise problem durumunu anlama ve yorumlama sürecinde probleme ilişkin örüntüler bulma, modeller ve şemalar kullanma ve oluşturma olarak tanımlanmıştır (Kertil, 2008). Buradan yola çıkarak matematiksel modellemeyi, bir problemin, bir gerçek hayat durumunun matematiksel olarak ifade edilmesi yani matematik diline dönüştürülmesi olarak tanımlayabiliriz. Matematiksel modellemenin bir özelliği de ortaya çıkan modellerin farklı problem durumları için genellenebilir ve uygulanabilir olmasıdır. Matematiksel modellemenin geleneksel problem çözme yönteminden esas farkı, matematik aracılığıyla farklı durumlarda kullanılabilir bir ürün ortaya koyulması olarak ifade edilebilir (Biber & Özdemir, 2015). Matematiksel modellemede gerçek hayat problemleriyle ilgilenen öğrenciler modelleme sürecinde farklı yollar, stratejiler ve hatta farklı çözümler bulabilirler. Buna bağlı olarak, Lesh ve Doer'a (2005) göre, modelleme sürecinde öğrenciler bir döngüden geçer. Belli basamakları olan bu döngüye Modelleme Döngüsü adı verilmiştir. Sözü edilen bu döngüde sürekli başa dönmek mümkündür. Lesh ve Doer (2005), bu döngüyü şu şekilde şematize etmişlerdir.

Şekil 1: Modelleme Döngüsü



Lesh ve Doerr (2003) Akt; Biber ve Özdemir, 2015

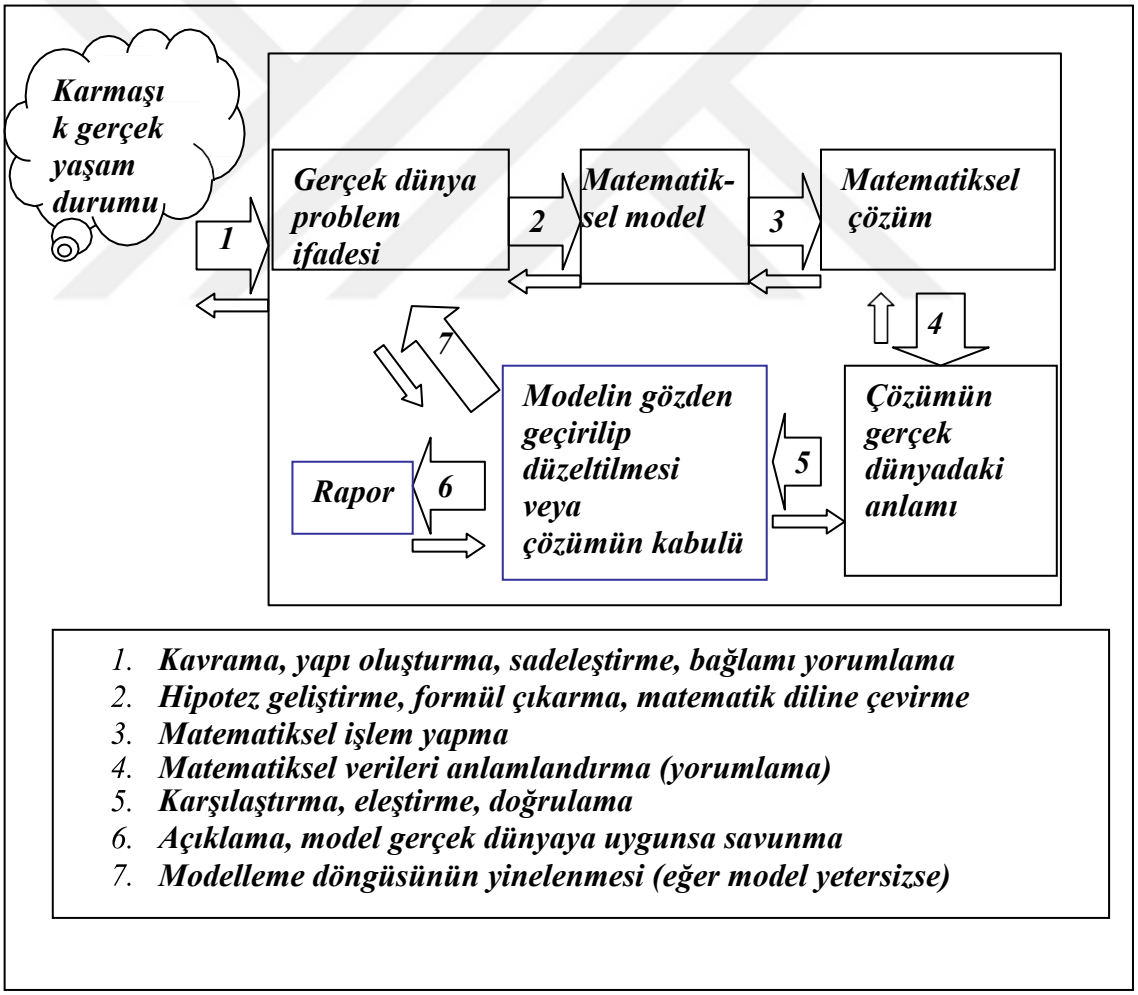
Matematiksel modelleme döngüsü dört aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama verilen gerçek hayat probleminin bir modele aktarıldığı basamak olan tanımlama basamağıdır. İkinci aşama, oluşturulan modele ilişkin tahminlerde bulunma ve işlemlerin yapıldığı manipüle etme basamağıdır. Üçüncü aşama olan yorumlama basamağı tahmin ve transfer etme süreçlerini içerir. Yorumlama basamağında elde edilen sonuçlar gerçek hayat durumuna uygulanır. Son aşama olan doğrulama basamağında ise uygulanan modelin uygunluğuna bakılır. Burada sözü edilen aşamalar belirli bir sıra izliyor gibi görünse de uygulama sırasında öğrenciler bu sırayı takip etmek zorunda değiller. Matematiksel modelleme süreci öğrencilerin döngüdeki basamakların yerlerini istedikleri gibi değiştirip geri dönüşler yapabilmelerine olanak sağlar. Bu da sürecin esnek düşünmeye ve üstbilişe katkı sağlayan özelliklerinde biridir. Modelleme süreci içinde öğrenci döngü sırasında, tekrarlarla, yeniden başa dönmelerle probleme dair farklı yorumlar yapabilmekte, çeşitli düşünme biçimleri üretebilmekte böylece en uygun modeli seçebilmektedir (Biber & Özdemir, 2015). Soru sorma, farklı stratejiler kullanma, cevaplar üretme ve ardından yeni sorular sormadan oluşan yinelemeli kendi kendini düzeltme döngüsü, öğrencilerin matematiği bir disiplin olarak anlamaları için gereken bilişsel bağlantıları geliştirmelerine yardımcı olur (Muller & Burkhardt, 2007). Haines ve Crouch'a (2007) göre, matematiksel modelleme, gerçek dünya problemlerinin çeşitli basamaklardan geçerek soyutlandığı, matematiksel dile dönüştürüldüğü, çözüldüğü ve yorumlandığı döngüsel bir süreçtir. Sözünü ettikleri

aşamalar, gerçek yaşam problem durumu yani problemin tanımlandığı aşama, bir modelin oluşturulması, matematiksel olarak çözme, çözümleri yorumlama, çözümü değerlendirme, gerçek yaşam problem durumunu tekrar gözden geçirmeden ve döngüyü tekrarlamadan önce modeli iyileştirmedir (Haines & Crouch, 2007).

Modelleme süreci gerçek hayat ile matematik arasında gidip gelmeyi gerektirir. Süreç sonunda elde edilen model gerçek hayat ile uyumlu değilse süreç yeniden gözden geçirilir.

Galbraith ve Stillman'nın modelleme diyagramında öğrencilerin modelleme aşamaları aşağıda Şekil 2'de ifade edilmiştir.

Şekil 2: Galbraith ve Stillman'nın Modelleme Diyagramı



Modelleme diyagramında gösterilen döngü geçişleri şu şekilde ifade edilebilir:

1. Dağınık şekilde verilen gerçek yaşam durumunun gerçek yaşam problemine dönüştürülmesi aşamasında;

- Sorunun bağlamını netleştirme
- Basitleştirici varsayımlarda bulunma
- Stratejik varlık (lar)ı belirleme
- Stratejik varlık (lar)ın doğru unsurlarını belirleme

2. Gerçek yaşam probleminin matematiksel modele dönüştürülmesi aşamasında;

- Matematiksel modele dahil edilmek üzere bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi
- Formüllerin uygulanabilmesi için öğeleri matematiksel olarak temsil etme
- İlgili varsayımlarda bulunma
- Hesaplamayı etkinleştirmek için teknoloji/matematik tablolarını belirleme
- Formüllerin birden çok duruma uygulanmasını otomatikleştirmek için kullanılabilecek teknolojiyi belirleme

3. Matematiksel modeli uygulanabilecek matematik çözümüne dönüştürme aşaması;

- Uygun formüllerin uygulanması
- Cebirsel sadeleştirme işlemlerini sembolik formüllere uygulayarak daha karmaşık fonksiyonlar üretme
- Hesaplama yapmak için teknoloji/matematiksel tabloların kullanılması
- Formül uygulamasının birden çok duruma genişletilmesini otomatikleştirmek için teknolojiyi kullanma
- Grafik gösterimler üretmek için teknolojiyi kullanma
- Gösterim sözdizimi kurallarını (matematiksel veya teknolojik) doğru kullanma

4. Matematiksel dilden gerçek dünyadaki anlama geçme aşaması

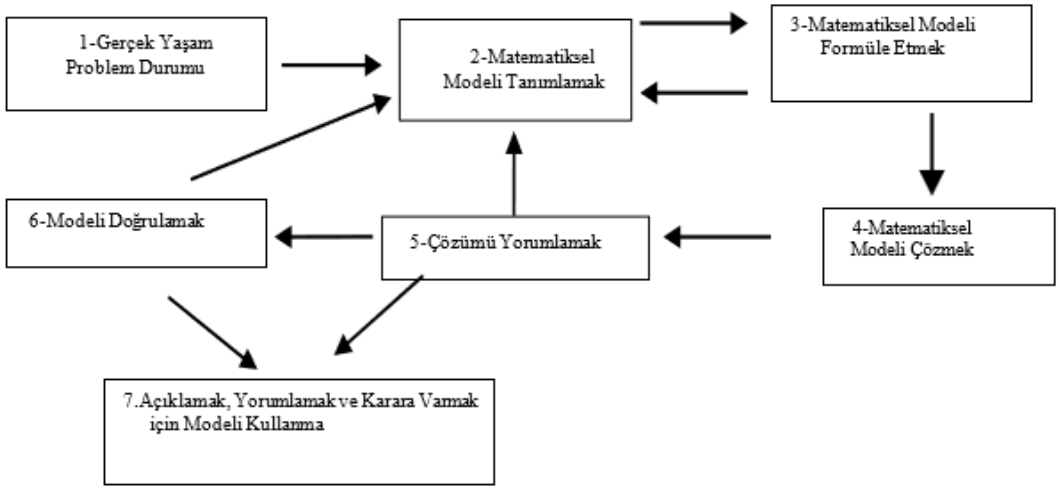
- Matematiksel sonuçları gerçek dünyadaki benzerleriyle tanımlama
- Ara ve nihai matematiksel sonuçları bağlamsallaştırma
- Yorumları gerekçelendirmek için argümanları birleştirme

5. Sonucun gerçek dünya manasından modelin yenilendiği ve sonucun netleştiği aşama

- Beklenmeyen ara sonuçların gerçek durumla bağdaştırılması
- Matematiksel sonuçların gerçek dünyadaki etkilerini dikkate alma
- Problemin matematiksel ve gerçek dünya taraflarının bağdaştırılması
- Kısıtlamaların gevşetilmesinde geçerli bir çözüm için kabul edilebilir bir sınır olduğunun farkına varılması (Galbraith & Stillman 2006).

Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrenciler, geleneksel problem çözme sürecinden farklı olarak, kendi zihinsel süreçlerine bakmayı, akranlarının görüşleriyle kendi fikirlerini karşılaştırmayı, akranlarının ifade ettiği düşünceleri tartmayı ve onlarla etkili bir diyalog geliştirmeyi öğrenmektedir (Biber & Özdemir, 2015). Modelleme sürecini oluşturan basamaklar farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ifade edilmiştir. Bunlardan biri de Mason (1988), tarafından oluşturulmuş olup aşağıda şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3: Modellemedeki Temel Basamaklar (Mason, 1988)



Modelleme sürecini açıklayan Mason'a (1988) göre, modelleme (şekil 3) basamaklar arasında geçişlere imkân tanıyan ve bunu doğrusal olmayan bir şekilde yapan bir süreçtir. Mason, modelleme sürecini açıklarken 1. ve 6. basamakların yer aldığı sol tarafın gerçek yaşam ile ilgili olduğunu, 3. ve 4. basamakların yer aldığı sağ tarafın ise matematik dünya ile ilgili olduğunu ifade eder. Modelleme sürecinin ortasında yer alan 2. ve 5. basamaklarda ise iki dünya arasındaki ilişkiyi açıkladığını belirtir. Eğer ortaya

çıkan modelden elde edilen matematiksel sonuçlar gerçek yaşam sonuçlarına dönüşmüyorsa 6. basamak olan doğrulama basamağından yeniden 2. Basamağa, modeli tanımlama basamağına dönülür. Bu geri dönüşler sürecin doğrusal değil döngüsel olduğunu gösterir.

Berry ve Houston'un (1995), ortaya koyduğu matematiksel modelleme sürecinde gerçekleştirilmesi hedeflenen temel basamaklar aşağıda tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Basamaklar

Temel Basamaklar	Açıklamaları
1-) Problemi anlamlandırma	Problem durumu içindeki gerçek yaşam problemi belirlenir. Kullanılabilir veriler toplanır.
2-) Değişkenleri belirleme	Modelde kullanılacak araçlar ortaya çıkarılır.
3-) Model oluşturma	Ortaya konulan varsayımlardan yola çıkılarak şema, grafik, tablo, denklem, eşitsizlik, formül gibi matematiksel yapılar ortaya çıkarılarak gerçek yaşam durumunu ifade edebilecek matematiksel model oluşturulur.
4-) Problemi matematik yoluyla çözme	Matematiksel model vasıtasıyla matematiksel çözüm yapılır. Burada matematik bilgisi işe koşulur.
5-) Çözümü yorumlama	Matematik aracılığıyla ortaya konulan çözümler değerlendirilir. Modelin doğrulanması için gerekli veriler netleştirilir.
6-) Modeli değerlendirme	Karar verilen veriler aracılığıyla model denetlenir. Model sorgulanır.
7-) Modeli geliştirme	Modelin niteliği ortaya konulan varsayımların temeline dayanır, varsayımlarda oluşacak bir geliştirme modelin geliştirilmesi için bir araç olur. Varsayımlar ortaya konularak yeni modeller de oluşturulabilir. Döngü tekrar edilir.
8-) Rapor	Problemin nasıl çözüldüğünü ifade etmek amacıyla yazılı ya da sözlü olarak hazırlanan rapordur. Bu rapor süreç sonunda sunulur.

Berry ve Houston (1995), Akt.Bukova- Güzel ve Hıdıroğlu

Berry ve Houston'un (1995), oluşturduğu ve Tablo 1'de gösterilen modelleme sürecinin temel basamakları sekiz aşamadan oluşmaktadır. İlk basamakta görüldüğü gibi süreç gerçek yaşam problemini anlamakla başlar. Bu basamakta problem tanımlanır ve analiz edilir. İkinci basamakta matematiksel model oluşturmak için

gerekli araçların neler olduğu tartışılır ve uygun olanlar seçilir. Üçüncü basamakta model oluşturulur. Daha sonra oluşturulan matematiksel model yardımıyla matematiksel çözüme gidilir. Bu aşamada matematik bilgisinden faydalanılır. Yorumlama basamağında matematiksel çözümün sonuçları değerlendirilerek doğruluğu kontrol edilir. Eğer herhangi bir şüphe oluşursa model yeniden gözden geçirilir. Son aşamada çözümün gerçek yaşama uygunluğunda bir sıkıntı görülmediyse çözüm yazılı veya sözlü olarak rapor haline getirilir ve sunulur.

2.1.1. Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Matematiksel modelleme üzerine çalışan araştırmacılar kendi felsefi yaklaşımlarına göre farklı matematiksel modelleme perspektifleri geliştirmişlerdir. Kimi araştırmacılar matematiksel modellemeyi eğitimde yeni bir paradigma olarak değerlendirmiştir (Lesh & Doer, 2003). Haines ve Couch'a (2007) göre, modelleme gerçek yaşam problemlerine ilişkin farklı çözümler geliştirme ve modeller ortaya koyma olarak tanımlanabilir. Buradan iki farklı yaklaşım olan teorik ve gerçek dünyaya uygun modellemenin geliştiği söylenebilir. Aşağıda tablo 2'de teorik bakış açısı dikkate alınarak oluşturulmuş modelleme ile ilgili farklı perspektifler bir arada yer almaktadır.

Tablo 2. Modelleme Perspektiflerinin Sınıflandırılması.

Modelleme Perspektifleri	Esas Amaçlar	Kilit Araştırmacılar
Gerçekçi/Uygulamalı modelleme	Modelleme becerisi kazandırmak, gerçek dünyayı problem aracılığıyla anlama	Burkhardt, Haines ce Crouch, Kaiser ve Schwarz Pollak
Bağlamsal temelli modelleme	Gerçek yaşam ile matematik ilişkisini anlama	Chamberlin, Larson, Lesh ve Caylor
Eğitimsel modelleme	Kavram öğretimi, öğretime ilişkin pedagojik hedefler	Niss, Blum, Zbiek, Conner
Sosyo-eleştirel modelleme	Eleştirel bakış açısı kazanma	D'Ambrosio, Barbosa, Skovsmose
Epistemolojik veya teorik modelleme	Matematiksel düşünmeyi geliştirme	Freudenthal, Gravemeijer
Bilişsel modelleme	Modelleme sürecindeki zihinsel süreçleri ortaya çıkarma	Borromeo Ferri

Altı farklı perspektiften her biri modellemenin farklı bir yönüne vurgu yapmaktadır. Gerçekçi/ Uygulamalı modellemede, Burkhardt, Haines, Crouch, Kaiser ve Schwarz Pollak gibi isimler ön plana çıkmışlardır. Bu yaklaşımda hedef modelleme becerilerini

geliştirmektir. Yani matematiksel modelleme burada araç olmaktan çok bir amaçtır. Matematiksel modelleme becerilerini kazanan öğrenciler daha sonra bu becerileri mühendislik veya diğer alanlarda uygulayabileceklerdir. Geçekçi ve otantik problemlerle deneyim kazanmak ve modelleme yeterliliklerinin geliştirilmesi en önemli kazanımdır.

Bağlamsal temelli modelleme yaklaşımında öne çıkan isimler, Chamberlin, Iversen ve Larson, Lesh ve Caylor, Lesh ve Doer, Pierce ve Stacey, Sriraman'dır. Bu yaklaşımın önde gelen temsilcileri olan Lesh ve Doer (2003), modelleme süreci ile öğrencilerin gerçek yaşam durumlarını yorumlama ve anlamlandırma becerileri kazanabileceklerini ayrıca benzer durumlar için kullanabilecekleri modeller geliştirerek matematikselleştirebilme becerisini kazanacaklarını vurgular. Matematiksel modelleme etkinlikleri vasıtasıyla zengin öğrenme deneyimi sağlanması temel amaçlardandır. Öğrencilere verilen gerçek yaşam durumları yapaylıktan uzaktır, böylece matematiksel kavramlar uygun bağlamlar içinde anlamlı hale gelerek kavranılmış olur. Sınıf ortamında gerçek yaşama uygun problemler sayesinde yaratılan zenginleştirilmiş öğrenme deneyimi ile öğrenciler karmaşık gerçek yaşam durumlarının içindeki matematiği görmesi sağlanmış olur.

Eğitimsel modelleme, öğretimsel ve kavramsal olarak iki alt başlığı içeren ve bu iki farklı modelleme yaklaşımlarını kaynaştıran bir perspektiftir. Bu yaklaşım, matematiksel modelleme ile uygun öğrenme ortamları yapılandırılarak matematiksel kavramların öğrenilmesini amaçlar. Eğitimsel modellemede öğrencilerin keşfetmesi ve geliştirmesi beklenen kavramların gelişimi hedeflendiğinden, ele alınan problemlerin açık uçlu olmaktan uzak olduğu görülür (Bukova-Güzel, 2021).

Sosyo-eleştirel modelleme, matematiğin sosyal ve kültürel boyutlarına odaklanır. Öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile eleştirel bir bakış açısı kazanacaklarını ve bu bakış açısıyla içinde bulundukları kültürü değerlendirebilecekleri varsayılır. Modelleme etkinlikleriyle kazandırılması amaçlanan en önemli yetkinlik eleştirel düşünmedir. Modelleme sürecinde yapılan tartışmalar, sürecin döngüsel olması ve geri dönüşlere imkân tanıması, soruların açık uçlu olması eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede önemli rol oynarlar.

Epistemolojik veya teorik modelleme, Freudenthal'ın teorisinden yola çıkarak oluşturulmuştur. Freudenthal'ın ortaya koyduğu matematize etme kavramı bu modelleme yaklaşımının merkezinde yer alır. Bu yaklaşımda hedef gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanılan matematiksel kavramların ve teorilerin ortaya çıkarılmasıdır. Amaç matematiksel düşünceyi geliştirmek olduğu için, gerçek yaşam durumlarından matematiksel teoriler ve kavramlar ortaya çıkarılırken modelleme süreci bir pusula olarak kullanılır.

Bilişsel modelleme perspektifinde amaç modelleme etkinliklerinde ortaya çıkan düşünme süreçlerini belirlemektir. Bu yaklaşımda modelleme problemlerini çözerken öğrencilerin hangi bilişsel ve üstbilişsel imgeleri kullandığı, hangi aşamalarda güçlükler yaşadığı belirlenir. Bilişsel modellemede amaç modelleme problemlerinin çözümünü öğretmekten ziyade tanımlayıcı bir durum olarak kullanılmasıdır. Öğretmenler için öğrencilerin düşünme süreçlerini belirleme ve anlama, ayrıca yaşadıkları güçlükleri ortaya çıkararak destekleme stratejileri geliştirmelerinde yol gösterici olarak kullanılır.

2.1.2. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Matematiksel modelleme etkinlikleri soyut matematiksel kavramların daha iyi anlaşılmasını amaçlayan bir süreç olup bu süreçte öğrenciler gerçek yaşamdan verilmiş bir durumun matematiksel modelini ortaya çıkarırlar (Lesh & Lamon, 1992). Matematiksel modelleme, durağan, tek yönlü bir kavram değildir, bunun aksine açık uçlu, rutin olmayan, gerçek yaşama dayanan bir problemi çözme sürecini açıklayan bir kavramdır. Bu yönüyle sonuçta tek bir doğru cevabın olduğu ve bunun da bir rakam ya da bir kavramla ifade edildiği geleneksel problem çözme sürecinden farklıdır. Birçok araştırmacının vurguladığı gibi, bu modelleme süreci, verilenlerden hedeflere doğrusal bir ilerlemeden ziyade döngüsel olarak düşünülmelidir (Corte vd., 2000). Modelleme etkinliklerinin özü gerçek yaşam durumunu çözmek için matematiğin kullanılmasıdır denilebilir. Süreç içinde gerçek yaşam ile matematik arasında geçişler yapılır. Modelleme süreci birkaç aşamayı içeren karmaşık bir süreçtir. Verilen gerçek yaşam durumunu tanımlamak ve anlamak ilk aşamadır, daha sonra durumda gömülü olan problemin unsurlarını ve ilişkilerin özünü tanımlayan matematiksel bir model inşa edilir, oluşturulan bu matematiksel model ile gerçek yaşam durumu matematik diliyle ifade edilmiş olur. Daha sonraki aşamada model üzerinde çalışılarak problemin

çözümüne ulaşmak için hesaplamalar yapılır. Bir sonraki aşamada ise model gerçek yaşam durumuna aktarılır ve pratik duruma uygun olup olmadığı kontrol edilir. Son aşamada sonuçlar bir sunumla paylaşılır. Böylece bağlam temelli olan matematiksel modelleme etkinlikleri, esnek matematiksel yeterlilikleri geliştirmek ve içerik ile süreci harmanlamak için ideal ayarları sağlar. Sorular üretme, bu soruları cevaplayabilecek araçları kullanma, çözüme ulaşma ve yeni sorular bulmaktan oluşan yinelemeli kendi kendini düzeltme döngüsü öğrencilerin matematiği bir disiplin olarak anlamaları için gereken bilişsel bağlantıları geliştirmelerine yardımcı olur. Matematiksel modellemenin içerdiği tüm bu süreç bir problem çözme süreci olsa da geleneksel problem çözmeden farklıdır. Lesh ve Harel'a (2003) göre, modelleme süreci geleneksel problem çözmeden üç başlık altında şu şekilde ayrılmaktadır:

1) Matematiksel modelleme etkinliklerinin geleneksel sözel problemlerden ilk ve en önemli farkı öğrencilerin gerçek yaşama uygun sembolik olarak tanımlanmış bir durumdan anlam çıkarmalarını gerektiren modeller oluşturmalarıdır.

2) Matematiksel modelleme etkinliklerini geleneksel problemlerin çoğundan çarpıcı biçimde farklı kılan bir başka özellik, modellerin geliştirilmesi gereken gerçek yaşam durumlarının çoğunda, modele kimin ihtiyacı olduğu ve neden veya hangi amaçla ihtiyaç duyulduğu açıktır. Örneğin amaç bir grup öğrencinin nehri geçebilmesi için bir tekne yapmaksa, öğrencilerin üretmesi gereken ürün (tasarımı belirtilmemiş olan) teknedir ve tasarımın yeterli olup olmadığının testi, nehri güvenli bir şekilde geçme kriterlerine dayanmaktadır.

3) Matematiksel modelleme faaliyetlerinin üçüncü bir ayırt edici özelliği, amaç tek bir izole durumdan daha fazlasını ele almak olmadıkça, modellerin geliştirilmesine çok fazla çaba harcamanın nadiren mantıklı olmasıdır. Yani, model geliştirme, esas olarak ürünün paylaşılabilir (diğer insanlarla), yeniden kullanılabilir (diğer durumlarda) ve değiştirilebilir (başka amaçlar için) olması amaçlandığında değerlidir. Matematiksel modelleme doğası gereği sosyal bir faaliyettir.

2.1.3. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Prensipleri

Matematiksel modelleme etkinliklerinde dikkat edilmesi gereken altı prensip vardır. Gerçeklik Prensibi, Model Oluşturma Prensibi, Öz Değerlendirme Prensibi, Yapı

Belgelendirme Prensibi, Model Genelleme Prensibi ve Etkili Prototip Prensibi olarak sıralanan prensipler alan yazına dayanarak şu şekilde açıklanmışlardır.

Gerçeklik Prensibi: Bu prensip anlamlılık ilkesi olarak da adlandırılır (English 2008; Lesh & Caylor, 2007). Anlamlılık ilkesi olarak adlandırılmasının nedeni öğrencilerin verilen problem durumunu kendi kişisel bilgi ve tecrübelerine dayanarak anlamlandırmalarıdır (Lesh vd., 2000). Gerçeklik prensibi, modelleme etkinliklerinde sunulan senaryonun öğrencinin hayatında gerçekleşebilecek bir probleme dayanması gerektiği anlamına gelir (Chamberlin & Moon, 2005). Problem ne kadar gerçekçi olursa öğrencilerin duruma aşinalıklarından dolayı yaratıcı çözümler bulma olasılıkları o kadar artar. Modelleme probleminde sunulan senaryoyu bu ilkeye göre test etmenin yolu, "Bu gerçek hayatta gerçekten olabilir mi?" diye sormaktır. Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrenciler sanki bir müşteri/danışana yardım ediyormuş gibi hareket ederek modeller geliştirirler, bu özellik modellemenin gerçeklik prensibine dayanır. Böylece öğrenciler problemin gerçek bir gereksinimden ortaya çıktığı düşüncesini benimseyerek birine yardım etme ihtiyacını hissederler (Bukova-Güzel, 2021).

Model Oluşturma Prensibi: Model oluşturma prensibi, öğrencilerden çözmesi istenen problem için şu soru sorulmasını gerektirir, "Bu görev modelleme yapmayı gerektiriyor mu?" Problem öğrencilerde bir modeli inşa etme, değiştirme, genişletme, iyileştirme ihtiyacı yaratıyor mu? (Lesh vd., 2000). Bir modelleme problemine verilen başarılı yanıt ortaya bir model konulmasıyla gerçekleşir. Model, belli unsurlardan, bu unsurlar arasındaki bağlantılardan, bu unsurların nasıl etkileşime girdiğini ortaya koyan işlemlerden ve bağlantılar ile işlemlere uygulanan kalıplardan veya kurallardan oluşan bir sistemdir. Bu faaliyetlerin sonucunda matematiksel modelleme etkinlikleri sentez düzeyinde yaratıcı ve üst düzey düşünmeyi ortaya çıkarmak için tasarlanmıştır (Chamberlin & Moon, 2005).

Lesh ve diğerleri (2000) çalışmalarında, matematiksel etkinlikler, öğrencilerin matematik dünyasında karşılığı olan bir modeli geliştirme, denetleme, iyileştirme ve genişletme ihtiyacını nasıl yaratabilir? Sorusunu sorarak bu soruyu yanıtlamak için görev geliştiricilerin kendilerine şu soruyu sormalarının yararlı olacağını belirtir, "Ne tür durumlar, ben ve diğer yetişkinler de dahil olmak üzere herhangi birinin model oluşturmasını gerektirir?" Bu sorunun yanıtı için şu açıklamaları yapar:

1) Gerçek olayları tahmin etmek, geçmiş olayları yeniden yapılandırmak veya erişilemeyen olayları simüle etmek için temeldeki kalıplara veya düzenliliklere dayalı tahminler yapmak gerektiğinde modellere ihtiyaç duyulur.

2) Varsayımsal kalıpları ve düzenlilikleri tanımlamak veya çok fazla veya yetersiz bilginin mevcut olduğu karar verme durumlarını tanımlamak gibi amaçlarla açıkça talep edildiğinde modellere ihtiyaç duyulur.

3) Verilen kararları doğrulamak veya açıklamak gerektiğinde modellere ihtiyaç vardır.

4) Alternatif sonuçları gerekçelendirmek ve değerlendirmek için modellere ihtiyaç vardır (Lesh vd., 2000).

Öz Değerlendirme Prensibi: Öz değerlendirme ilkesi şunu sorar: "Problem ifadesi, alternatif çözümlerin yararlılığını değerlendirmek için güçlü bir şekilde uygun kriterler öneriyor mu?" "Amaç açık mı?" "Ne, ne zaman, neden, nerede ve kim için sorularına yanıt verilebiliyor mu?" "Öğrenciler, yanıtlarının ne zaman iyileştirilmesi gerektiğine veya belirli bir amaç için ne zaman geliştirmeleri veya genişletmeleri gerektiğine kendileri karar verebiliyorlar mı?" Öğrenciler ne zaman bitirdiklerini bilecekler mi? "Yoksa öğretmenlerine sürekli olarak, bu yeterince iyi mi diye sormaları gerekecek mi?" sorularının yanıtları verilmelidir (Lesh vd., 2000). Öz değerlendirme ilkesi öğretmen söylemeden öğrencilerin çözümlerinin uygun olup olmadığına kendilerinin değerlendirebilmesidir (Chamberlin & Moon, 2005). Bu ilke yaratıcı ve eleştirel düşünmeyi de destekler, çünkü üst düzey düşünme becerileri öz değerlendirme gerektirir. Bu prensip aynı zamanda çocukların problem üzerinde çalışırken modellerinin aşamalı olarak değerlendirmelerini ve gözden geçirmelerini sağlar (English, 2008). Matematiksel modelleme etkinliklerinin döngüsel olmasını sağlayan geri dönüşleri öğrencilerin kendi kendilerine verdikleri kararlarla yapmaları yine bu prensibin gereğidir. Problem çözümü sırasında grup olarak çalışırken ilerleme kaydetmeleri için, (a) mevcut düşünce tarzlarındaki eksiklikleri tespit etmeleri, (b) alternatif fikirleri karşılaştırıp en çok ve en az faydalı olanları seçmeleri, (c) alternatif düşünme yollarından gelen güçlü yönleri bütünleştirmeleri ve zayıflıkları en aza indirmeleri (d) en umut verici yorumları genişletmeleri veya iyileştirmeleri ve (e) yapılan uyarlamaları değerlendirmeleri gerekir (Lesh vd., 2000). Bu basamakların her

birinde öğrencilerin kendi düşünme yollarını değerlendirmeleri gerektiği dolayısıyla öz değerlendirme prensibiyle bağlantılı oldukları görülmektedir.

Yapı Belgelendirme Prensibi: Yapı Belgelendirme prensibi, matematiksel modelleme etkinliklerinin bazen, "düşünceyi açığa çıkaran etkinlikler" olarak adlandırılmasının nedenidir (Lesh vd., 2000). Bu ilke, öğrenciler modeller üzerinde çalışırken kendi düşünme biçimlerini oluşturmaları gerektiğini belirtir (Chamberlin & Moon, 2005). Model-belgelendirme İlkesi şu soruya odaklanır, "Yanıt, öğrencilerin durum hakkında nasıl düşündüklerini (verilenler, hedefler, olası çözüm yolları) açıkça ortaya koyuyor mu?" (Lesh & Caylor, 2007). Temel olarak model-belgelendirme ilkesi, problem çözücülerin kendi düşünme biçimlerini, değerlendirmeleri, paylaşılabilirlik ve yeniden kullanılabilirliğin ortaya çıkma olasılığının daha yüksek olması için belgelendirmelerini sağlar.

Daha da önemlisi, matematiksel modelleme etkinliklerinin araştırma ve değerlendirme için kullanılması amaçlandığında, öğrencilerin geliştirdiği modellerin önemli yönlerinin gözlemlenmesini sağlayan belgeleme sistemi oluşturduğu için bu ilke kesinlikle gereklidir.

Lesh ve diğerleri (2000) çalışmalarında, bir etkinlik yapı belgelendirme ilkesini karşıladığında, öğrencilerin çözümleri, çözüm süreçleri hakkında nasıl düşündüklerini olabildiğince açık bir şekilde ortaya koymaları gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca düşünme biçimlerini açıkça ortaya koymalarını kolaylaştıran grup çalışmalarıyla bu etkinlikleri gerçekleştirmelerinin önemine değinmiştir (Lesh vd., 2000).

Model Genelleme Prensibi: Yapı paylaşılabilirlik ve yeniden kullanılabilirlik prensibi olarak da adlandırılan bu ilke, matematiksel modelleme etkinlikleri sonunda ortaya çıkan ürünün paralel bir durumda yeniden kullanılabilir olmasıdır. Geliştirilen model diğer modellere benzer bir model gerektiren durumlara genellenebilirse, o zaman yanıt için başarılıdır denilebilir. Bu ilke şu soruyu yanıtlamayı gerektirir, "Geliştirilen model yalnızca onu geliştiren kişi için mi faydalıdır ve yalnızca problemde sunulan belirli duruma mı uygulanabilir, yoksa paylaşılabilir, taşınabilir, kolayca değiştirilebilir ve yeniden kullanılabilir bir düşünme biçimi mi sağlıyor?" (Lesh vd., 2000). Model genelleme prensibini

karşılayan problemler, öğrencileri kişisel araçlar geliştirmenin ötesine geçerek genel düşünme biçimleri geliştirme ihtiyacıyla da karşı karşıya bırakır. Bu nedenle, başkaları tarafından kullanılabilecek tanımlamalar, açıklamalar veya tahmin prosedürleri isteyen bu tür problemler, herhangi bir genelleme biçimi gerektirmeyen problemlerden çok daha güçlü bir şekilde matematiğin kullanımını gerektirir.

Etkili Prototip Prensibi: En Basit Prototip İlkesi olarak da adlandırılan bu prensip şu sorulara odaklanır, "Durum, önemli bir modele duyulan ihtiyacı yaratırken olabildiğince basit mi?" "Üretilen ürün, yapısal bakımdan benzer nitelikte diğer durumlarda kullanabilmek için faydalı bir prototip sağlıyor mu?" Bu ilkenin karşılanıp karşılanmadığının bir göstergesi de etkili prototip oluşturan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrenciler tarafından tamamlandıktan aylar ve hatta yıllar sonra bile hatırlanma eğiliminde olduğu gerçeğinde yansıtılır (Lesh & Caylor, 2007). Etkili prototip ilkesi, oluşturulan modelin başkaları tarafından kolayca anlaşılması ve yorumlanabilmesini de içerir (Chamberlin & Moon, 2005).

2.1.4. Grup Çalışmasının Önemi

Matematiksel modelleme etkinliklerinde, geleneksel olarak uygulanan ve ders kitaplarında yer alan, öğrencilerin tek bir sonuca ulaşmak amacıyla kullandıkları bir formülle çözülen problemlerden farklı olarak öğrenciler, girift bir yapıya sahip bir problem durumunu çözümlemeye odaklanır, fikirlerini deneyip değerlendirir ve model oluşturur (Doruk, 2010). Modelleme etkinlikleri, doğası gereği sosyal deneyimlerdir (Lesh & English, 2003)**.** Bu sebeple etkili iletişim, ekip çalışması ve yansıtmayı teşvik ettikleri için küçük çocukların argümantasyon geliştirmeleri için sağlam bir temel sağlar. Modelleme etkinlikleri, çocukların açıklamalar, gerekçeler ve matematiksel temsiller içeren paylaşılabilir ürünler geliştirmelerinin gerektiği küçük grup çalışmaları için özel olarak tasarlanmıştır (English & Watters, 2005). Çocuklar değerlendirirken ve ürünlerini iletmeye hazırlanırken çok sayıda soru, varsayım, çatışma, çözüm ve revizyon ortaya çıkar. Ürünler başkalarıyla paylaşılacağı ve başkaları tarafından kullanılacağı için ekip üyelerinin denetimine tabi tutulmalıdır. Modelleme çalışmasında çocukların modellerini açıklamaları, gerekçelendirmeleri ve grup raporlarını sınıf üyelerine sunmalarını konusunda ortak bir sorumluluğa sahiptir (English & Watters, 2005). Grup çalışmaları öğrencileri tartışabilecekleri, ötekinin

fikrini dinleyebilecekleri ve bununla beraber kendi fikirlerini yenileyebilecekleri etkili bir öğretim yöntemidir.

Geleneksel problemlerde önemli olan doğru cevabı vermek olduğundan ve bu tür problemlerin tek bir cevabı olduğundan öğrencileri grup çalışması yapmaya teşvik etmez. Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin üzerinde çalıştıkları problemler gerçek yaşama uygun senaryolardan oluştuğu ve açık uçlu oldukları, ayrıca farklı çözüm stratejileri ile çözmeye açık oldukları için grup çalışması için çok uygundur. Birçok araştırmacı modelleme etkinliklerinin bu yönünü vurgular. Pek çok öğrenci de çözüm sürecinde grup halinde çalışmayı daha çok istemektedir, çünkü süreç içinde zorlandıkları ve ilerleyemedikleri noktada birbirlerinin fikirlerinden yararlanarak birlikte problemlerin üstesinden gelmek için diğer öğrencilerin bakış açılarından yararlanmaktadırlar (Şahin & Eraslan, 2018). Modelleme etkinlikleri öğrencilerin birinin diğerine yardım ettiği çalışmalardan çok iş birliği içinde çalıştığı etkinliklerdir. Grup üyeleri ortaklaşa, birbirlerinin fikirlerini dinleyerek model ortaya koyarlar. Grup çalışmasında öğrenciler birbirlerinin fikirlerini dinleyerek kendi aralarında bir değerlendirme süreci başlatırlar böylece öğretmenin değerlendirmenin merkezinde yer almaktan çıkması sağlanırken grup içinde yürütülen tartışmalarla öğrencilerin sözel becerilerinin gelişmesi olanağı da ortaya çıkmaktadır (Kertil, 2008).

Modelleme etkinlikleri ile ilgili yapılan uygulamalar üçer kişilik grupların çalışmaların verimini artırdığı gözlemlenmiştir (Şahin, 2014). Grupların daha fazla sayıdaki öğrenciden oluşması grup içinde farklı grupların oluşmasına ya da bazı öğrencilerin kenarda kalmasına neden olduğu gözlemlenmiş bu sebeple üç kişinin en uygun sayı olduğu belirlenmiştir.

2.1.5. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Öğretmenin Rolü

Modelleme etkinliklerinde öğretmenin rolünü belirlemek önemlidir. Bunun nedeni modellemenin doğasına en uygun yöntemin öğrenci merkezli yaklaşım olmasıdır. Geleneksel yöntemler öğretmenin müdahalesine izin veren, öğrencinin öğretmen yardımına ihtiyaç duyduğu, açıklama, yönlendirme ve onay mercinin öğretmen olduğu bir sistem üzerine kuruludur. Modelleme etkinlikleri bu sistemin oldukça uzağındadır. Steen ve Forman (2001) çalışmalarında, öğrenci merkezli yaklaşımda matematik öğretimi için öğretmenin rolünü şu şekilde açıklar:

*Öğrencilerin başkalarıyla çalışmayı öğrenmelerine yardımcı olur,

*Kendi birikim ve tecrübelerini deneyimlemeleri için olanaklar yaratır,

*Çeşitli stratejileri keşfetmeye teşvik eder,

*Problemde verilen mevcut verilerin görüş alışverişiyle değerlendirilmesini destekler,

*Problemleri çözmek için gereken eksik bilgileri bulmalarını teşvik eder (Steen & Forman, 2001).

Bu belirlemeler modelleme etkinliklerinde öğretmenin rolünü de özetliyor. Matematik öğretiminde böyle bir yaklaşım hem öğrenciler hem de öğretmenler için zorlayıcı olabilmektedir. Açık uçlu, tek bir doğru cevabın olmadığı, eksik bilgi içerebilen gerçek yaşam problemleri özellikle bu tür problemlere aşina olmayan öğrenciler için başlangıçta oldukça zorlayıcıdır. Öğrenciler nasıl ilerleyecekleri, hangi işlemleri yapacakları, yaptıklarının doğru olup olmadığını sürekli öğretmene sorma eğiliminde olabilirler. Burada öğretmenlerin alışık oldukları öğreten, değerlendiren olma rolünden çıkmaları ve yönlendirme yapmak ya da ipucu vermekten kaçınmaları gerekir. Blum ve Ferri (2009) çalışmalarında, nitelikli bir eğitim için, öğrencinin bağımsızlığını üst düzeyde tutarak öğretmenin rehberliğini en alt düzeye indirmenin önemini vurguladıkları çalışmalarında, özellikle öğrenciler modelleme görevleriyle meşgulken, bu dengenin en iyi şekilde bağımsızlığı gözeten öğretmen müdahaleleriyle sağlanacağını ve genellikle stratejik müdahalelerin yeterli olduğunu belirtir. Bu öğrencilere meta düzeyde ipuçları veren müdahaleler anlamına gelir, “Meseleyi kafanızda canlandırın!”, “Amacınız ne?”, “Sonuca ne kadar yaklaştınız?”, “Eksikler neler?”, “Bu çözüm gerçek duruma uyuyor mu?” vb. (Blum & Ferri, 2009). Sınıflarda matematik derslerinde bu standartlar çoğunlukla göz ardı edilir. Bilhassa öğretmen müdahaleleri öğrencilerin kendi başına çalışmasına olanak verecek nitelikte değildir.

Modelleme etkinliklerinde süreç ve bu süreç içinde öğrencilerin nasıl düşündüklerinin tespit edilmesinin önemi yapılan birçok çalışmada vurgulanmıştır. Bu sebeple modelleme etkinliklerinde rehberlik görevi gören öğretmen, öğrenci gruplarını ve grupta yer alan her bir öğrenciyi izlemeli ve daha da önemlisi

dinlemelidir, böylece süreç içinde düşünme biçimlerinin nasıl olduğuna dair bilgi sahibi olabilir (Şahin & Eraslan, 2018).

2.2.Problem ve Problem Çözme

Matematik öğretiminde en önemli amaç problem çözmedir. Problem çözme yeteneğiyle öğrenciler bir yandan düşünmeyi öğrenirken bir yandan da kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirirler. Problem her ne kadar öyle algılanıyor olsa da yalnızca matematik dersi için geçerli olan bir kavram değildir. Yılmaz ve Köse (2015) çalışmalarında, problemi kişinin yoluna çıkan ve sorun olarak gördüğü, bu nedenle çözmeye ihtiyaç duyduğu, bununla birlikte çözmek için önceden belirlenmiş bir yolun olmadığı kişinin sahip olduğu birikimle çözüme ulaşabileceği bir durum olarak tanımlamıştır. Blum ve Niss (1991) ise problemi, cevaplamak için doğrudan yöntemlere/prosedürlere/algoritmalara vb. sahip olmayan birine entelektüel olarak meydan okuyan sorular olarak tanımlar. Aydın ve Yazgan (2018) çalışmalarında, bir durumun problem olması için gerekli şartları açıklarken bunların aynı zamanda matematiksel bir problem için de geçerli olduğunu belirtir. Bu şartları, kişinin çözüme ulaşmak için gereksinim içinde olduğu ya da istek duyduğu; hazır çözüm yollarına sahip olmadığı, çözüm için bir adım atması gerektiği bir durum olarak tanımlarlar (Aydın & Yazgan, 2018). Problem çözme ise bir problemi çözüme ulaştırana kadar gidilen yolun tamamını kapsar (Blum & Niss, 1991). Polya'ya (1962) göre, problem çözme, varılmak istenen bir sonuç için çaba harcamak buna rağmen istenen sonuca varamamaktır.

Problem çözme süreci ve stratejilerine geçmeden önce problem çeşitlerinden söz etmek gerekir. Literatürde problemler için birçok sınıflandırma yapılmıştır. Bununla beraber en genel şekilde problemleri rutin ve rutin olmayan problemler olarak iki grupta toplayabiliriz. Ders kitaplarında en çok yer verilen, öğrencilere dört işlem becerileri kazandırmayı ya da matematiksel kavramları öğretmeyi amaçlayan problem çeşididir. Xin'e (2019) göre, problem çözerken işlem seçimine odaklanmanın geleneksel öğretimin ayırt edici özelliğidir ve bunu da "anahtar kelime" stratejisiyle yapar. Anahtar kelime stratejisi, öğrencilerin dikkatini bir problemin altında yatan matematiksel yapıya veya ilişkilere yönlendirmez ve çağdaş müfredat standartları tarafından vurgulanan matematiksel modellemeyi teşvik etmez (Xin, 2019). Rutin problemler gerek bu tür anahtar kelimeleri gerekse birbirine benzeyen belli kalıp

ifadeleri içermelerinden dolayı öğrencilerin üzerine düşünmelerine fırsat vermeyen yapıdadırlar. Sürekli aynı kalıp ifadelerle karşılaşan öğrenciler ezberlenmiş yollarla çözüme ulaştıkları için rutin problemlerle matematiksel düşünme ve akıl yürütme becerilerini geliştirmeleri pek mümkün değildir. Literatürde bu tür problemler kelime problemi olarak da adlandırılır. Verschaffel vd. (2000) çalışmalarında, kelime problemi olarak adlandırdıkları rutin problemlerin özelliklerini şu şekilde sıralamışlardır:

(I) Her kelime probleminin sadece bir (kesin ve sayısal) doğru cevabı vardır.

(II) Cevap, bir veya daha fazla matematiksel işlem gerçekleştirerek elde edilebilir.

(III) Problem, doğru çözümü bulmak için gereken tüm bilgileri içerir.

(IV) Okul kelime probleminde kişiler, nesneler, yerler, planlar vb. gerçek dünyadakinden farklıdır.

(V) Gerçek dünya, problemde açıklanan durumda ihmal edilir.

Rutin olmayan problemler, kalıp ifadeler ya da çözüm için yönlendirici anahtar kelimeler içermeyen, çözümü ön görülebilir, önceden zaten bilinen bir yol olmayan problemler olarak tanımlanabilir. Sıra dışı problemler olarak da adlandırılan bu tür problemleri çözebilmek için işlem becerisinin ötesine geçmek ve üstbilişsel beceriler olan sınıflama, örüntü bulma, organize etme gibi becerilere sahip olmayı gerektirir (Aydın & Yazgan, 2018). Rutin olmayan problemler sonuçtan ziyade sürecin önemli olduğu problemlerdir. Öğrenciler rutin problemlerle sıklıkla karşılaştıkları halde bu tür problemlere derslerde oldukça az yer verildiği görülmektedir. Oysa, PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlarda üst sıralarda yer alan ülkelerin matematik derslerinde bu çeşit problemlere yoğun olarak yer verdiği tespit edilmiştir (Yazgan & Arslan, 2017). Rutin olmayan problemlerle varılmak istenen asıl olarak problem çözmek için gerekli olan araçları kavramak, doğru stratejiler geliştirmek, ulaştığı sonucu değerlendirmek olarak nitelenebilir (Başdamar, 2019). Öğrenciler rutin problemleri çözerken probleme bir göz atıp belirli ipuçlarından yola çıkarak verilen sayılarla işlem yapıp çözüme ulaşıyorlar. Bu şekilde problem çözmenin problem çözme becerilerine bir katkısının olması pek mümkün görünmüyor. Rutin olmayan problemlerle karşılaşmayan öğrenciler için bu problemler zorlayıcı gelebilir. Öğrencilerin üzerine düşünmesini ve farklı bağlantılar kurmasını gerektiren bu yapılar öğrencilere ne kadar erken yaşta

tanıtılırsa problem çözme başarısına ve üst düzey düşünme becerilerine katkısı o kadar yüksek olacaktır. Bu problemlerle ilk karşılaştıklarında öğrenciler problem içinde bir bağlantı ve yol bulamadığında karmaşa içine düşer ve orada bağlantısız yollarla çözüme ulaşmaya çalışırlar, oysa problemi çözmek için bir kalıba ihtiyaç yoktur, tek gereken bir sistematiğe sahip olmaktır (Başdamar, 2019). İlkokul çağından itibaren rutin olmayan problemlere maruz kalmak bu tür sorunları ortadan kaldıracaktır. Kalıpları ve kuralları değil ama stratejileri öğretmek öğretmenin görevlerindendir.

2.2.1.Problem Çözme Süreci ve Stratejileri

Gerek matematiksel gerekse farklı alanlarda karşımıza çıkan problem durumlarında uygulanabilecek kesin bir yol olmamakla birlikte her problem için çeşitli stratejiler ve çözüm yolları kullanılır. Problem çözmek için kullanılan stratejiler bireyin süreç içinde gösterdiği her tür bilişsel faaliyet olarak tanımlanabilir (Altun vd., 2007). Problem çözme sürecinde kullanılan stratejilerden en iyi bilineni Polya'nın dört adımdan oluşan aşamalarıdır. Bu adımlar şöyle sıralanabilir:

(1) **Problemi anlama**. Bu aşama problemin ne olduğunu anlamayı gerektirir. Problemi anlamak için şu sorular sorulabilir:

(i) Verilenler nelerdir?

(ii) İstenen nedir? Her bölümü kendi cümlenizle belirtin.

(2) Bir plan yapma. Bu aşamada verilenler ile istenen arasındaki bağlantı araştırılır. Yapılacak işlemler biliniyorsa bir plan var demektir. Değilse, bağlantı bulmak için yardımcı veya benzeri sorunları düşünmek gerekebilir. Problemi çözmek için çeşitli denemeler yapılabilir. Bu denemelerden sonra sonunda bir çözüm planı elde edilir. Aslında, bir plan yapmak uygun bir stratejiye bağlıdır. Problem çözerken kimi zaman tek bir strateji yeterli olurken kimi zaman pek çok strateji kullanılabilir.

Problem çözme sürecinde kullanılan temel stratejiler; (1) Tüm olasılıkları listeleme (2) Tahminde bulunma ve tahmini kontrol etme (3) Çizim yapma (4) Model oluşturma (5) Denklem kurma (6) Daha basit, benzerlik taşıyan bir problemi çözme (7) Geriye doğru çalışma (8) Tablo oluşturma (9) Akıl yürütme.

(3) Planı uygulama. Sürecin bu noktasında belirlenen strateji kullanılarak problem adım adım çözülür. Çözüm bulunamazsa strateji değiştirilir.

(4) Geriye dönme. Bu aşamada, cevabın makul olup olmadığı ve çözüm için başka bir yol olup olmadığına bakmak için çözüm kontrol edilir. Bu strateji ile çözülebilecek ilgili problemler de göz önünde bulundurulur (Polya, 1988).

İlkokul öğrencileri için problem çözmede kullanılabilecek stratejiler şu şekilde sıralanabilir: a) Şekil çizme b) Düzenli bir şekilde liste yapma c) Benzerlikleri bulma d) Problemi sadeleştirme e) Geriye doğru çalışma f) Tahmin ve denetleme g) Denklem kurma h) Tablo yapma i) Değerlendirme j) Canlandırma (Başdamar, 2019). Verschaffel vd. (1999) çalışmalarında, problem çözmeye dair beş adımı şu şekilde tanımlamıştır:

(1) Problemin zihinsel bir temsilini oluşturmak (Bir resim ya da şema çizmek, liste ya da tablo yapmak, alakalı olmayan verileri ayırt etmek için gerçek dünya bilgilerini kullanmak).

(2) Problemin olası çözüm yollarını belirlemek (Bir gidiş yolu şeması yapmak, tahminde bulunmak ve kontrol etmek, bir model oluşturarak problemi basitleştirmek).

(3) Gerekli hesaplamaları yapmak.

(4) Sonucu yorumlamak ve bir cevap formüle etmek.

(5) Çözümü değerlendirmek.

Bu adımları takip etmek problem çözme becerisini kazanmak ve geliştirmek için faydalıdır. Aşağıda tablo 3'te problem çözme stratejileri ve kısaca açıklamaları yer almaktadır.

Tablo 3. Problem Çözme Stratejileri ve Özellikleri

Stratejiler	Açıklama
Geriye doğru çalışma	En sondan başlanarak başa doğru ilerleyerek veriler üzerinde tek tek çalışılır.
Bir model bulma	Problemi fiziki bir yapı oluşturarak ifade etme.
Beyin fırtınası	Problem anlaşıldıktan sonra olası çözümler yorumsuz not alınır. Aralarından seçim yapılır.
Daha basit, benzer bir problem çözme	Mevcut problemin daha basit bir benzeri bulunarak çözülür. Böylece karmaşık yapı daha anlaşılır olur.
Fazlalık olan verileri eleme	Problem taranarak çözüm için gereksiz açıklamalar çıkarılır.
Akış şeması	Çözüme gitmek için adım adım gidilecek yol aşamalar halinde yazılır.
Tahmin etme	Kimi zaman yalnızca tahmin yeterli olabilir, yaklaşık, yuvarlanmış sayılarla sonuca gidilebilir.
Tüm olasılıkları kapsamlı listeleme	Çözüm için bütün haller ortaya konur. Tüm olasılıklar düzenli bir şekilde yazılır.
Eleme	Çözüm için denemeler yapıp işe yaramayanların kenara alınıp not edilmesi.
Mantıksal muhakeme	Çıkarım ile çözülen problemlerde muhakeme stratejisi kullanılır.

Problem çözme stratejilerinin ilkokul yıllarından itibaren matematik dersinin ana konularından biri olması önemlidir. Yukarıda sayılan strateji çeşitliliğine rağmen geleneksel problem çözme yöntemlerinden belli başlı olanların ötesine pek çıkılmadığı yapılan araştırmalarla gösterilmiştir. Bunlardan biri Altun'un (1995) çalışmasında gösterilmiştir. Bu araştırmaya göre, ilkokul öğrencileri problem çözme stratejisi olarak yüksek oranda verilen ve istenenleri yazmayı, şekil çizmeyi, işlemleri sıralama ve çözüme gitmeyi kullanmaktalar. Bununla beraber düşük oranda çözümü kontrol etme, daha basit bir problem çözme, özetleme, farklı çözüm yollarını da deneme stratejilerini kullanmaktalar.

2.2.2. Problem Çözme ve Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Matematiksel modelleme süreci aynı zamanda problem çözme sürecidir. Modelleme etkinliklerinde kullanılan problemler standart olmayan veya gerçek yaşam problemleri olarak nitelendirilen problemlerdir. Okullarda yaygın olarak kullanılan rutin problemler öğrencilerde problem çözme konusunda birtakım kalıp varsayımlar geliştirmelerine neden olurken bu durumun problem çözme becerisine ve matematiksel düşünmeye katkısı olmayacağı birçok araştırmada ortaya konulmuştur. Ayrıca, bu problemlerdeki gerçek hayat bağlamları genellikle yeterince gerçekçi değildir ve bu nedenle öğrencilerin matematiği gerçek dünyada kullanma becerilerini desteklemez (Erbaş vd. 2014).

Rutin problemleri çözerken öğrenciler hangi işlemi yapacaklarına odaklanır. Standart olmayan sözel problemler ise modelleme yapılarak çözülebilen yalnızca matematik işlem becerisi kullanılmasının çok ötesinde, kendine has durumları da gerektiren problemlerdir (Olkun vd., 2009). Öğrenciler ne kadar çok bu tür problemlerle karşı karşıya gelirse problem çözme becerileri de o kadar gelişir. Fransız ve Alman araştırmacılar önde gelen ilköğretim okullarında, çocukların problem çözme davranışı üzerine yaptıkları araştırmada, "Bir sınıfta 15 kız ve 12 erkek öğrenci vardır. Öğretmen kaç yaşında?" gibi anlamsız sorular sorduklarında çok sayıda öğrencinin, problemlerin anlamsızlığının farkında olmadan, bu problemleri içlerindeki sayıları birleştirerek "çözdüğünü" bulmuşlar (Verschaffe, 1997). Sözü edilen araştırma doğrudan çocukların matematik dersinde gerçek dünya bilgilerini askıya almalarını test etmek için tasarlanmasa da çıkan sonuç dolaylı bir doğrulama olarak kabul edilebilir. Doruk (2010), tarafından matematiği günlük yaşama transfer etmede modellemenin etkisi üzerine yapılan araştırmada, 6 ve 7. sınıf düzeyindeki öğrencilere uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin, öğrenciler için matematiği yalnızca sınıfta gördükleri bir bilgi olmaktan çıkarıp günlük yaşam içinde de kullanabilecekleri bir beceriye dönüştürebildiğini göstermiştir. Böylece öğrencilerin gerçek yaşamda matematikten faydalanabilme düzeylerini artırabileceğimiz sonucuna ulaşılmıştır. Matematik ile gerçek dünyayı bağdaştırabilmeleri problem çözerken yaşanan gerçek dünya bilgisini askıya alma sorununu çözeceği düşünülebilir. English ve Watters, (2004), tarafından öğrencilerin modelleme problemi üzerinde çalışırken matematiksel düşünmeyle meşgul olduğu ve bu süreçte ihtiyaç duyduğu kavramsal araçları

ürettikleri bunun da çocukların matematiksel düşüncesini ortaya çıkardığı ve beslediğini ifade etmişlerdir.

2.3. Üst Düzey Düşünme

Eğitim sisteminde 2005 yılında yapılan değişiklikle yapılandırmacı yaklaşım programda yerini almış böylece öğrenciyi merkeze alan yeni eğitim metotları tartışılmaya başlanmıştır. Öğrencinin merkezde olması düşünme becerilerinin gelişimini destekleyen çalışmalara da olanak sağlar. Zira öğrencinin merkezde olmasındaki amaç onların düşünme ve sorgulama becerilerini geliştirmektir. Güneş'e (2012) göre, düşünme ve sorgulama bilişsel beceriyi canlandırır, kavramsallaştırma ve problem çözme becerilerini besler. Üst düzey düşünme becerileri analiz, sentez, karşılaştırma, çıkarım, yorumlama, değerlendirme ve problem çözmek için kullanılan tümevarım ve tümdengelimli akıl yürütmeleri içeren karmaşık prosedürlerden oluşan bir süreçtir (Budsankom vd., 2015). Literatürde üst düzey düşünme becerileri farklı değişkenler açısından ele alınmıştır. Krulik ve Rudnick (1993) çalışmalarında, üst düzey düşünmenin 1) Hatırlama, 2) Temel düşünme, 3) Eleştirel düşünme 4) Yaratıcı düşünmeyi içerdiğini belirtmektedir. Pressisen'e (1985) göre, üst düzey düşünme becerileri şu şekilde sınıflandırılabilir;

1) Problem çözme: Bilinen veya tanımlanmış bir zorluğu çözme süreci; zorlukla ilgili gerçekleri bir araya getirip gerekli olan ek bilgileri belirlemek; alternatif çözümler önermek ve bunları uygunluk açısından kontrol etmek.

2)Karar verme: Düşünme sürecini harekete geçirerek çeşitli alternatifler arasından en iyi yanıtı seçmek. Bir konu alanında ihtiyaç duyulan bilgileri bir araya getirip alternatif yaklaşımların avantajlarını/dezavantajlarını karşılaştırmak, hangi ek bilgilerin gerekli olduğunu belirleyip en etkili yanıtı bulmak.

3) Eleştirel Düşünme: Argümanları analiz etmek ve belirli 'anlamlar' ve yorumlara ilişkin içgörü oluşturmak için temel düşünme süreçlerini kullanmak. Tutarlı, mantıksal akıl yürütme kalıplarını geliştirmek ve anlamak. Belirli gelişmelerin altında yatan varsayımları ve önyargıları anlamak. Özlü ve ikna edici sunum tarzına ulaşmak.

4) Yaratıcı Düşünme: Estetik, yapıcı fikirler geliştirmek veya icat etmek. Kavramlar kadar algılarla da ilgili olan ve rasyonel olduğu kadar sezgisel de olabilen orijinal fikirler veya ürünler ortaya koymak.

Budsankom (2015), çalışmasında üst düzey düşünmeyi etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla, sınıf ortamı, aile yapısı, psikolojik yapı, entelektüel özellik açısından farklı alanları incelemiştir. Burada sınıf ortamıyla kastedilen, sınıf iklimi yani fiziksel ve psikolojik atmosfer, öğretme ve öğrenme yöntem ve teknikleri, öğretmen davranışıdır. Düşünme becerileri kazandırmada sınıf ortamının önemine özellikle vurgu yapılmıştır. Fikir ve duyguların özgürce ifade edildiği, öğrenme ve öğretme yöntemlerinde çeşitliliğin olduğu, öğretmenin kolaylaştırıcı ve teşvik edici olduğu sınıf ortamının üst düzey düşünme becerilerinin gelişimini desteklediği birçok araştırmada vurgulanmaktadır.

Üst düzey düşünme becerilerine bakarken üstbiliş kavramına da bakmamız gerekir. Çünkü üstbiliş bireyin öğrenme stratejileri, bilgi ve becerileri gibi düşünme eylemlerinin tamamını kapsayan bir kavramdır (Hıdıroğlu, 2018). Üstbiliş, bireyin kendi öğrenmesini neyin kolaylaştırdığının ve kendi öğrenme sürecinin farkında olması olarak tanımlanabilir (Flavell, 1979). Üstbilişsel becerileri yeterince gelişmemiş öğrenciler kendi öğrenme ve düşünme süreçlerini takip edemedikleri, hatalarını yakalamakta zorlandıkları ve hatta konuyu anlayıp anlamadıkları gibi meselelerle ilgili farkındalıkları düşük olduğu için öğretmenin yardımına daha çok ihtiyaç duyarlar. Bu noktada grup çalışmalarının önemi büyüktür. Özellikle, başarısız öğrencilerin başarılı öğrencilerle bir arada çalışma fırsatı yaratacak, farkındalıklarını ve üstbilişsel becerilerini geliştirecek öğretmenlerin önemi büyüktür (Hıdıroğlu, 2018). Grup çalışmalarında öğrenci eğer sürece tam anlamıyla dahil olursa birlikte düşündükleri, birbirlerinin düşünmelerini takip ettikleri, ötekinin düşüncesi üzerine kendi düşüncesini yenilediği bir süreç gerçekleşir. Bu özellikle matematiksel modelleme etkinliklerinin temel bileşeni olduğu için, modelleme süreci üstbilişsel becerilerin gelişimi açsından çok büyük bir öneme sahiptir. English ve Watters (2005) çalışmalarında, ilkokul öğrencileriyle gerçekleştirdikleri modelleme etkinliklerinin sonuçlarını açıklarken modelleme problemlerinin doğası gereği sosyal aktiviteler olmasından kaynaklı, çocuklar nihai ürünlerine ulaşmak için çalışırken çok sayıda

soru, varsayım, tartışma, çatışma ve çözümle meşgul oldukları için modellemenin üstbilişlerine ve eleştirel düşünmelerine katkısına vurgu yaparlar.

2.3.1. Eleştirel Düşünmenin Tanımı ve Özellikleri

Eleştirel düşünmeye ilişkin farklı tanım ve yaklaşımlar mevcut olmasına karşın kabul edilen bir gerçek var ki o da eleştirel düşünmenin okul başarısını artırdığı, öğrenmeyi desteklediği ve okulun öğrencilere kazandırması gereken en önemli becerilerden biri olduğudur. Üzerine çok çalışılan bir konu olduğu için literatürde çok sayıda eleştirel düşünme tanımı vardır. Bu çalışmada bunlardan birkaçına değinilecektir. Beyers (1995), eleştirel düşünmeyi, bir kişinin bir şeyin geçerliliğini değerlendirmek için kullandığı disiplinli bir düşünce tarzı olarak tanımlamıştır. Brookfield'ın (1987) bakış açısına göre, eleştirel düşünme, "tartışma, konuşma, öneri veya deney veya durum belgesi gibi bir belge ile sonuçlanan düşünme sürecidir. Kişinin hayatındaki önemli konulara yeni bir yaklaşım tarzıyla veya eylemlerinin temelini daha derinden anlamasıyla sonuçlanabilir. Eleştirel düşünme temelde bir değerlendirme olarak tanımlanabilir ve ortaya konulan kanıtları değerlendirdiğimiz, hangilerinin kabul edilebilir hangilerinin kabul edilemez olduğuna kanaat getirdiğimiz bir süreç olarak ifade edilebilir (Ruggiero, 2016). Eleştirel düşünme sorularla ortaya çıkan meseleleri analiz ettiğimiz bir süreçtir. Yılmaz (2022), eleştirel düşünmeyi kendi düşüncelerimizi ve başkalarının düşüncelerini açıklamak ve anlamak için geliştirdiğimiz sistematik düşünme biçimi olarak tanımlamıştır. İdeal eleştirel düşünür için şunları söylemek mümkündür, her zaman meraklı, sorgulayıcı, mantığa dayalı düşünen, farklı fikirlere açık, esnek düşünen, kendisiyle yüzleşebilen, adilce değerlendirme yapabilen, sağduyu sahibi, kendi düşünmesi üzerine düşünmeye istekli, problemlerle ilgili net, karmaşık konularda düzenli, alakalı bilgileri gayretle arayan, dayandığı temeller konusunda makul, soruşturma yapmaya odaklanmış ve araştırmanın izin verdiği kadar kesin sonuçları aramada ısrarcıdır (Spicer vd., 1995). Tüm bu tanımlardan yola çıkarak eleştirel düşünmenin ne olmadığı üzerinden giderek de bir açıklamaya ulaşabiliriz, buna göre eleştirel düşünme destekleyici bir kanıt olmadan inanç, otorite veya duyguya dayalı olarak, ezberleme yoluyla elde edilen bilgiler ve çıkarımlar değildir diyebiliriz.

Qablan vd., (2019) çalışmalarında, eğitimde eleştirel düşünme üzerine yaptıkları çalışmada eleştirel düşünmeyi belirleyen kriterleri şu şekilde açıklamışlardır:

1- Açıklık: Eleştirel düşünme kriterleri arasında en önemlilerinden biri olarak tanımlanan bu kriter diğer kriterlerin ana kapısı olarak kabul edilir. Önemlidir çünkü terimler veya cümleler net değilse, düşünceyi anlayamayız; bununla birlikte konuşmacının veya öğrencinin amaçlarının açık olması, onları yargılamamızı engeller ve anlama çabamızı artırır.

2- Kesinlik: Düşünmede kesinlik, incelenen konuya süreç içerisinde dengeli bir şekilde eklemeler yapabilme payını vermek anlamına gelir.

3- Uygunluk: Bu, tartışma veya problemin soru veya tez ifadesi arasındaki ilişkinin kapsamını belirlemek anlamına gelir. Problem veya konuyla ilişkili olmayan unsurları ayırt edebilmek için kapsamı belirlemek önemlidir.

4- Derinlik: Problemin veya konunun entelektüel olarak işlenmesi anlamına gelen bu kriter, genellikle problemin veya konunun karmaşıklığı ile orantılıdır.

5-Genişlik: Eleştirel düşünme geniş veya kapsayıcı düşünme olarak da tanımlanır; bu tanımla bağlantılı olan genişlik kriteri, sorunun veya konunun tüm yönlerinin dikkate alındığı anlamına gelir.

6- Mantık: Eleştirel düşünmenin mantıklı olması büyük önem taşır.

Spincer (1995) çalışmasında, eleştirel düşünmeyi, bağlamsal düşüncelerin açıklanması ile sonuçlanan, bir hedef doğrultusunda gerçekleşen, öz-düzenleyici yargı ve belli bir çıkarım ile sonuçlanan bir süreç olarak tanımlar. Burada ifade edilen yorumlama, analiz, değerlendirme, çıkarsama, açıklama, öz-düzenleme becerileri aynı zamanda eleştirel düşünmenin altı alt boyutu olarak da sıralanmıştır.

2.3.2. Eleştirel Düşünme Becerileri

Eleştirel düşünmenin öğrencilere ne şekilde kazandırılabileceğine dair çok sayıda fikir ortaya atılmıştır. Bu fikirler arasında pek bir uzlaşmaya varılmamasına karşın eleştirel düşünmenin bir beceri olduğu ortak kabul gören bir düşüncedir. Beceri sözcüğü TDK'da, kişinin yetenek ve eğitimine uygun bir şekilde bir işin üstesinden gelmesi ve hedefe bağlı olarak sonuca ulaşma yeterliliği şeklinde ifade edilmiştir. Eleştirel düşünmenin beceri olduğu kabulü onun aynı zamanda eğitim yoluyla kazandırılabileceğinin de kabulüdür. Burada hangi becerilerin eleştirel düşünmeyi oluşturduğuna değinilecektir.

Potts (1994) yaptığı çalışmada, eleştirel düşünme için belirlediği beceriler şunlardır:

- Bilgi parçaları arasında analojiler ve diğer türden ilişkiler bulmak,

- Problemleri yapılandırmak ve çözmek için kullanılabilecek bilgilerin uygunluğunu ve geçerliliğini belirlemek,

- Çözümleri veya sorunları iyileştirmenin alternatif yollarını bulmak ve değerlendirmek.

Ennis (1987) çalışmasında, eleştirel düşünme eğilimleri ve becerilerinin bir sınıflandırmasını tasarlamış ve dört temel alanı temsil eden on iki beceriyi listelemiştir. Bunlar, açıklık, temel, çıkarım ve etkileşimdir.

- **Açıklık:** Temel ve ileri düzey açıklama olmak üzere iki gruba ayırır. Temel açıklama, bir soruya odaklanmayı, argümanları analiz etmeyi ve temel kategoride açıklama ve/veya meydan okuma soruları sormayı ve yanıtlamayı içerir. Gelişmiş açıklama ise, terimlerin tanımlanmasını ve tanımların değerlendirilmesini ve varsayımların belirlenmesini içerir.

-**Temel**: Ennis'in ikinci eleştirel düşünme alanı olan temel, kişinin çıkarımlarını destekleme ve kanıtları değerlendirme yeteneklerini ifade eder. Kaynağın güvenilirliğini ve gözlem raporlarını değerlendirmeyi içerir.

-**Çıkarım:** Tümdengelimleri ve tümevarımları değerlendirmeyi içeren çıkarım alanı, ayrıca tümevarımları başlatmayı, değerlendirmeyi ve değer yargıları oluşturmayı içerir.

-Etkileşim: Son alan olan etkileşim, başkalarıyla etkileşime girmeye ve bir eyleme karar vermeye odaklanır.

Ayrıca eleştirel düşünme becerileri şunları da içerir: a) sorunu tanımlamak, b) olası çözümleri değerlendirmek için kriterler belirlemek, c) alternatif çözümler formüle etmek, d) geçici olarak ne yapacağınıza karar vermek, e) toplam durumu dikkate alarak gözden geçirmek ve karar vermek, f) uygulamayı izlemek (McLean, 2005). Eleştirel düşünme becerisine sahip bir kişinin hangi özelliklere sahip olduğuna ilişkin çalışmalar da mevcut. Bunlardan biri olan Ennis (2011) çalışmasında, ideal eleştirel düşünürlerin sahip olduğu becerileri şu şekilde açıklar:

1. Bir soruya odaklanır,

2. Argümanları analiz eder,

3. Açıklayıcı sorular sorar ve yanıtlar arar,

4. Modeller oluşturur ve matematiği kullanır,

5. Bilgi aldığı kaynağı iyi tahlil eder,

6. İzler ve çıkarımlarını değerlendirir,

7. Mevcut bilgisini kullanır,

8. Sadeleştirmeler yapar ve bunları değerlendirir,

9. Genellemeler yapar ve bu genellemelerin dayanaklarını ortaya koyar,

10. Değer yargılarını ortaya koyar,

11. Terimlerin tanımlarını ifade eder,

12. Belirtilmemiş varsayımları değerlendirir,

13. Varsayımsal düşünür,

14. Yanlış etiketlerle uğraşır,

15. Düşünmesi üzerinde farkındalığı vardır ve kalitesini test eder,

16. Süreci özenli bir şekilde takip eder,

17. Retorik stratejiler kullanır.

2.3.2. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ve Eleştirel Düşünme

Eğitimin önemli amaçlarından biri de öğrencilerin yansıtıcı, yaratıcı ve eleştirel düşünme ile problem çözme gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmektir (Güneş, 2012). Öğrencilerin öğrenme ortamında kendi düşünme süreçlerini izleyip değerlendirebilecekleri fırsatlar yaratan etkinliklere yer veren, bunun yanında öğrencilerin gözlem yapabildiği, süreci planladığı, takip ettiği ve değerlendirdiği uygulamalarla zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin öğrenme süreci içinde kendini etkin olarak var edebilmesinin etkisiyle üstbilişsel becerileri artıracağı, öz düzenlemeye katkı sağlayacağı, farkındalık geliştirmede etkili olacağı birçok araştırmada ifade edilmektedir. Matematiksel modelleme, öğrencileri verileri yorumlayarak, araştırmalara katılarak ve bilgileri matematiksel olarak temsil ederek gerçek dünya sorularını araştırmak için matematiği kullanmaya teşvik eden bir

süreçtir. Başka bir deyişle, matematiksel modelleme, bir durumu ortaya çıkarmak, üzerine düşünüp fikirler geliştirmek ve tanımlamalar yapmak için kullanılan kavramsal sistemler olarak tanımlanabilir (English & Watters, 2005). Tipik olarak, matematiksel modelleme, kavram öğretimi ve rutin problemlerle öğrencileri meşgul eden geleneksel matematik öğretiminden farklıdır. Bunun yerine, öğrenciler "olağan okul deneyiminin ötesinde" düşünmeye ve "bir amaç veya bir hedefe ulaşmak için iş birliği içinde, gerekli olan kavramsal araçlar yaratmak" ile meşgul olurlar (Wickstrom & Yates, 2021). Modelleme sürecinde kullanılan problemler ucu açık ve dağınıktır bu da öğrencinin çözüm için daha çok düşünmesini, fikirler üretip arkadaşlarıyla tartışmasını, karşılaştığı zorluklarda başa dönüp sürece yeniden bakmasını gerektirir. Bu, iş birliği, iletişim, kritik düşünme ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek ve uygulamak için bir fırsat sağlar (Zulkardi, 2018). Bu anlamda modelleme etkinliği sırasında öğretmen akıl yürütmeyi ve eleştirel düşünmeyi teşvik etmek için sorular sorar, çocukları iletişim kurmaya ve matematiksel fikirlerini temsil etmeye teşvik eder (Alsina, 2021).

Modelleme etkinlikleri aktif öğrenme uygulanmasıdır. Öğrencilerin aktif öğrenme içinde olması demek matematiksel modelleme uygulayarak öğrencileri daha anlamlı ve aktif çalışacakları bir sürecin parçası haline getirmek demektir. Ayrıca modelleme, yaşam deneyimi ve matematik arasında köprü kurabilir. Araştırmacılar modellemenin öğrencileri daha derin bir anlayışa teşvik edebileceğini ve olağandışı problemler için bir çözüm yansıtması, yorumlaması ve formüle etmesi için eğitebileceğini söylemektedir, bunun için çalışmalarında modelleme temelli öğrenmede öğrencilerin eleştirel düşünme becerileriyle ilgilenmektedir (Amaliaı vd., 2017).

2.4 İlgili Araştırmalar

Bu bölümde alan yazında araştırmanın kapsamına da uygun olarak matematiksel modelleme, problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerini de içine alacak şekilde eleştirel düşünme üzerine yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.4.1. Matematiksel Modelleme ile İlgili Araştırmalar

Mengi (2019) yaptığı çalışmada, matematiksel modelleme yaklaşımının öğrencilerin problem çözme ve üstbilişsel becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Nitel araştırma yönteminden biri olan eylem araştırması desenini kullanmış ve 8 adet eylem

planını haftalık olarak 7. sınıf öğrencilerine uygulamıştır. Süreç içerisinde problem çözmeye karşı olumsuz tutum içinde olan öğrenciler de tutum değişiklikleri açısından incelenmiştir. Araştırmanın sonunda öğrencilerin problem çözmeye karşı tutumlarında olumlu yönde değişim olduğu saptanmıştır, uygulanan problem çözme testlerinde her öğrencide başarı artışı olduğu ortaya konmuş ve yapılan düzey belirleme testinde de başarı artışı olduğu belirtilmiştir.

Şahin (2014) çalışmasında, 4. sınıf öğrencileri ile yaptığı araştırmada model oluşturma sürecini ve etkinliklerini incelemeyi ve ayrıca öğrencilerin yaşadığı güçlükleri ortaya koymayı amaçlamıştır. Video ile kayıt altına alınan süreç sonunda bu kayıtlar incelenmiş ve Blum ve Ferri'nin (2009), modelleme döngüsü kullanılarak hem kayıtlar hem de öğrencilerin çalışma kağıtları incelenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak öğrencilerin sosyal etkileşimde bulunma, matematiksel dili kullanma, verileri yorumlama ve varsayımları sorgulamaya hazır olduklarını saptamıştır. Öğrencilerin problem ile gerçek yaşam arasında bağ kurarak modeller oluşturabildiği ve modelleri gerçek yaşamla bağlantılandırarak sınadıklarını tespit etmiştir. Bunun yanında problemi anlama, genellenebilir modeller oluşturma, gerçek yaşamla bağ kurarak modeli gerekçelendirmekte bazı zorluklar yaşadıklarını da saptamıştır.

Doruk (2010) yaptığı araştırmada, matematiksel modelleme etkinliklerinin matematiği günlük yaşama transfer etme becerilerinin gelişimine nasıl etkilediğini incelemeyi amaçlamıştır. 6 ve 7. sınıflardan oluşan deney gruplarıyla modelleme etkinlikleri üzerine çalışılmış, "Günlük Yaşama Transfer Testi" ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile çalışmanın bulguları elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, her iki sınıf düzeyinde de matematik ile günlük yaşamı ilişkilendirme, matematik dilini günlük yaşamda kullanma becerilerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Modellemenin matematiği günlük yaşama transfer etmedeki bu etkisine sınıf düzeyinin etkisinin olmadığı da ayrıca belirtilmiştir.

Kandemir (2011), matematiksel modelleme etkinliklerinin 11. sınıf öğrencilerinin duyuşsal özellikleri, problem çözme becerileri ve teknoloji kullanımına ilişkin düşüncelerine olan etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucuna göre modelleme etkinlikleri öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmiş, bu etkinliklere karşı olumlu tutum göstermişler ve derslerde kullanılmasını arzu ettiklerini ifade etmişlerdir. Matematiğe karşı tutumlarında, matematik kaygılarında, bilgisayar

kullanımı konusundaki düşüncelerinde anlamlı bir farklılık olmazken, etkinlikler sırasında hesap makinesi kullanımını bilişsel kolaylaştırıcı olarak değerlendirmişlerdir.

Delikanlı (2019) araştırmasında, matematiksel modelleme yaklaşımının öğrencilerin matematik dersine karşı tutumlarına, kalıcılığına ve başarısına etkisini incelemiştir. 4. sınıf öğrencileriyle çalışan araştırmacı nitel ve nicel modellerin birlikte kullanıldığı karma modele göre araştırmasını geliştirmiştir. Deney gruplarına doğal sayılar konusunu içeren modelleme etkinlikleri uygulanmış ve süreç sonunda nicel veriler için başarı testi, tutum ölçeği ve kalıcılık testi uygulanmıştır. Nitel veriler için ise yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Nicel verilerin sonucunda başarı testi, kalıcılık testi ve tutum ölçeğinde deney grubunun lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde modelleme etkinlikleriyle yapılan dersleri sevdiklerini bunun da öğrenmelerini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmacı tarafından öğretmenlerle de yarı yapılandırılmış görümeler gerçekleştirilmiş bu görüşmelerin sonucunda öğretmenlerin modelleme etkinlikleriyle öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenme deneyimi yaşadığı ve matematiği günlük hayatla bağdaştırabildiklerini belirtmişlerdir. Kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğü yaşanabileceğini de ayrıca vurgulamışlardır.

Sandalcı (2013) 6. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmasında, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin cebir konusundaki başarılarına ve matematiği günlük yaşama transfer etme düzeylerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Yarı deneysel bir çalışma yürüten araştırmacı nicel ve nitel modellerin bir arada kullanıldığı karma modeli tercih etmiştir. "Cebir başarı Testi" ve "Matematik ve Günlük Yaşam Testi" kontrol ve deney gruplarına uygulanmış ayrıca öğrencilerle mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilere "niçin?", "açıklar mısın?" gibi açık uçlu sorular sorulmuş ve yanıtlarını düşünerek vermeleri için uygun ortam sağlanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre modelleme etkinliklerinin uygulandığı gruplar cebir konusunda yapılan testte daha başarılı olmuşlar böylece modelleme etkinliklerinin akademik başarıya olumlu katkısı olduğu sonucuna varılmıştır. Matematiği günlük yaşamla ilişkilendirme konusunda da yine deney grubu lehine sonuçlar alınmış böylece modellemenin öğrencilerin matematiği günlük hayata transfer etmelerine katkısı olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin başlarda probleme uygun modeller oluştururken zorlandıkları

ancak süreç ilerledikçe ve öğrenciler benzer yapıdaki problemlerle karşılaştıkça bu zorlukların azaldığı görülmüş. Yapılan mülakatlarda da görülmüştür ki öğrencilerin konuyu kavramalarında modelleme etkinliklerinin katkısı olduğu, iş birliği yapmada, öğrenme sorumluluğunu almada da yine modelleme etkinliklerinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Kal (2013) araştırmasında, 6. sınıf öğrencileriyle çalışmış ve matematiksel modelleme problemlerinden oluşan etkinlikleri uygulayarak öğrencilerde problem çözmeye karşı tutumlarını nasıl etkilediğini incelemiştir. Karma araştırma modeli kullanan araştırmacı haftada dört saat deney grubu öğrencilerine matematiksel modelleme etkinlikleri uygulamıştır. Araştırmanın nicel verilerini kendisinin geliştirdiği tutum ölçeği ile değerlendirmiş, nitel veriler için ise görüşme formları kullanmıştır. Görüşme formları modelleme problemlerinin sınıf içinde kullanılması ile ilgili sorulardan oluşmaktadır. Bu veriler betimsel analiz ve içerik analiziyle değerlendirilmiştir. Sonuç olarak modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme tutumlarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiş ayrıca öğrencilerin modelleme problemlerini çözmekten keyif aldıkları ve süreç içinde zorlanmadıkları da yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkmıştır.

Zengin (2019), derslerinde matematiksel modelleme etkinliklerini kullanmak isteyen öğretmenler için bu etkinlikleri derslerine bir ölçme ve değerlendirme yaklaşımı olarak nasıl entegre edebileceklerini göstermek amacıyla bu araştırmayı gerçekleştirmiştir. Çalışmanın amacı modelleme süreçlerini incelemek ve bu süreçler için geliştirilmiş farklı değerlendirme yaklaşımlarını ortaya koymaktır, böylece öğretmenler için bu değerlendirme türlerinden hangilerini, nasıl kullanacaklarına dair bir bakış açısı geliştirmektir. Konuya hem literatür hem de uygulama açısından yaklaşmıştır. Uygulamayı 8. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak, Diefes-Dux ve diğerleri'nin (2012) çalışmalarından aldığı "geribildirim kodları ve değerlendirme rubriği" nden yararlanmıştır. Araştırmacı ses kayıtlarından elde ettiği verileri kategorilere ayırmış, hangi geribildirim koduna uyuyorsa o kategoride değerlendirmiştir. Analizler süreç odaklı ve biçimlendirici değerlendirme yöntemiyle yapılmıştır. Matematiksel modelleme problemlerinden oluşan etkinlikleri öğretmenlerin nasıl değerlendirebileceklerine ilişkin soruya yanıt aranan çalışmada dört modelleme etkinliği uygulanmış, her bir etkinlik için ayrı ayrı değerlendirme

yapılmıştır. Tüm etkinlikleri kapsayan sonuca göre, süreç sonunda grupların rubrik puanlarında artış olduğu gözlenmiş; değerlendirme türlerine bakılacak olursa her bir değerlendirmenin tek başına kullanımının da etkili olduğu bunun yanında hepsinin bir arada kullanılmasının sürece katkısının daha fazla olduğu açıklanmıştır. Süreç odaklı değerlendirme ve biçimlendirici değerlendirmenin bir arada kullanılması öğrencilere zorlandıkları noktalarda rehberlik edilmesini sağlamış böylece öğrencilerin hiçbir sonuca ulaşamamasındansa öğretmenin rehberliğinde bir sonuca ulaşmasının daha olumlu sonuçlar doğurduğu açıklanmıştır. Süreç içinde öğrencilere, "evet, çok güzel, doğru yoldasın…" "şu noktaya dikkat ettiniz mi?" gibi anlık dönütlerle yapılan değerlendirmeler sürecin ilerlemesinde son derece önemli olduğu açıklanmıştır.

Kertil (2008), çalışmasını matematik öğrenmen adaylarıyla gerçekleştirmiş ve bir grup üzerinde derinlemesine araştırmalar için uygulanan özel durum çalışmasını kullanmıştır. Öğretmen adaylarının modelleme problemlerini çözme becerilerini ortaya çıkarmayı amaçlayan araştırmacı çalışmasını hem bireysel hem de grup çalışması şeklinde gerçekleştirmiştir. Böylece adayların her iki durumda da nasıl beceriler ortaya koyduklarını ayrı ayrı değerlendirip bunları karşılaştırma şansı elde etmeyi amaçlamıştır. Nitel veriler betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiş ve modelleme sürecinde elde edilen bulgulara göre yorumlanmıştır. Bununla beraber yarı yapılandırılmış görüşmeler de yapılmış bu görüşmelerde öğrencilerin süreç içinde nerelerde zorlandıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Tüm bu veriler ışığında öğretmen adaylarının modelleme problemi çözme yeterliliklerinin iyi olmadığı sonucuna varılmış, özellikle varılmak istenen hedefi netleştirme, model oluşturma, modeli uygulama, şekilsel gösterimlerden faydalanma aşamalarında zorlandıklarını açıklamıştır. Böylece öğretmenlerin eğitim ortamlarında modelleme etkinliklerini uygulayabilmeleri için öncelikle kendilerinin bu yeterliliklere sahip olması gerektiği bunun için de öğretmen yetiştirme programlarında bu yeterlilikleri geliştirmeye yönelik bir müfredatın oluşturulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Dede ve Yılmaz (2013), araştırmalarında öğretmen adaylarının modelleme yeterliliklerini incelemişlerdir. Problemi anlama, yorumlama, model kurma, modelle çözüme gitme, sonucu yorumlama ve doğrulama aşamaları olarak ortaya koyan araştırmacılar bu yeterliliklerin uygulayıcıda var olmasının önemini vurgulamışlardır. Adayların modelleme problemi çözme süreçlerini kaydeden araştırmacılar kayıtları

tematik kodlama ile analiz etmişlerdir. Araştırmanın sonucunda adayların tüm aşamaları gerçekleştirdikleri yalnız "gerçek bir durumda matematiksel sonuçları yorumlama" aşamasında yetersiz kaldıkları sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin modelleme döngüsüne ilişkin bilgilendirilmelerinin sürece katkısının olduğu belirtilmiştir.

Hıdıroğlu (2017), 6. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmada modelleme sürecinde oluşturulan gerçek yaşam problem durumu modellerinin incelemesi amaçlanmıştır. Nitel veriler içerik analiziyle değerlendirilmiştir. Öğrencilere uygulanan dört matematiksel modelleme etkinliği sonucunda öğrenci çalışma kağıtları, öğretmen gözlemleri veri olarak kullanılmıştır. Modelleme sürecinde kullanılan gerçek modeller tablo, grafik, şekil, resim türüdür. Bu çalışmada öğrencilerin probleme uygun modeller oluşturmakta zorlandıkları, zihinlerindeki modeli kâğıda aktaramadıkları, gereksiz çizimler yaptıkları gözlenmiştir. Problemlerde geçen uzunluk ve ağırlık kavramlarını birbirine karıştırmalarından kaynaklı da gerçekçi modeller kurmadıkları, sonucu tahmin etmekte sıkıntı yaşadıkları ifade edilmiştir.

English ve Watters (2005), çalışmalarında, bir yüzme takımının olimpiyatlar için seçimini içeren bir modelleme problemi üzerinde çalışan 4. sınıf öğrencilerinden oluşan dört sınıfın matematiksel modelleme süreçlerini incelemişlerdir. Problem, çocukların 3 yıllık uzunlamasına bir modelleme deneyimleri programına katılımının ikinci yılında uygulanmıştır. Bu ikinci yıl boyunca çocuklar bir hazırlık etkinliği ve üç kapsamlı modelleme problemini tamamlamışlar, iki yıl boyunca düzenli öğretmen toplantıları, çalıştaylar ve yansıtıcı analiz oturumları yapılmıştır. Çocuklar olimpiyat problemi üzerinde çalışırken çeşitli modelleme döngüleri sergilerken matematiksel modelleme konusunda varyasyon, puanların toplanması ve sıralanması, ters orantı ve değişkenlerin ağırlıklandırılması gibi farklı yaklaşımlar benimsemişlerdir.

Fulton (2019) çalışmasında, matematiksel modellemenin Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaokul öncesi öğrenciler için müfredata nadiren dahil edildiğini bu nedenle çoğu ilkokul öğretmeninin modelleme konusuna yabancı olduğunu belirtmiştir. Buradan yola çıkarak bu çalışmasında ilkokul öğretmenleriyle bir çalışma yapmayı ve öğretmenlerin modelleme bilgilerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışmasında öncelikle öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini

uygularken dahil etme, ilgililik, erişim ve katılım gibi sınıf değerleri aracılığıyla öğrencilerini nasıl destekleyebileceğini açıklar. Bunu alan notlarının analizinden ve öğretmen çalışma gruplarından alınan transkriptlerden elde edilen bulgularla, öğretmenlerin bu değerleri göz önünde bulundurarak modelleme görevleri oluşturduğunda, modellemenin tüm öğrencilere çözüm sürecinde matematiği kullanma fırsatları sağladığını gösterir. Fulton, çalışmasında öğretmenlere çeşitli modelleme etkinlikleri vermiş ve bunları sınıflarında uygulamalarını sağlamıştır. Matematiksel modellemeyi hayata geçirmede öğretmenlerin en iyi nasıl destekleneceğini anlamayı amaçlar. Uygulamalar sonucunda öğretmenlerle yapılan görüşmelerde, onların en çok üzerinde durduğu noktanın öğrencilerin ilgisini çeken problemlerin kendi hayatlarıyla bağlantılı olanlar olduğunu belirtir. Öğretmenler öğrencilerin deneyimlerine dayanan problemlerle karşılaştırmanın önemine vurgu yapmışlardır. Ayrıca modelleme etkinliklerini ilkokul düzeyinde grup çalışması olarak gerçekleştirmenin önemine vurgu yapmışlar, bireysel olarak çalışmanın güçlüğünü ifade etmişlerdir.

Mousoulides ve Sriraman (2008) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin modelleme problemleri ile çalışırken zaman içinde nasıl bir gelişim gösterdiklerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Altıncı ve sekizinci sınıflardan oluşan deney grubuna üç ay boyunca modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Öğrenciler iki hafta boyunca aynı problem üzerinde çalışmışlar ve her modelleme etkinliği şu aşamaları içermiştir: (a) öğrencileri modelleme etkinliği bağlamına alıştırmak için tasarlanmış matematiksel olarak zengin bir "gazete makalesi" içeren bir ısınma görevi, (b) makale hakkında cevaplanacak "hazırlık" soruları ve (c) veri tabloları, şekiller ve grafikler dahil olmak üzere çözülmesi gereken problem. Sonuçlar, öğrencilerin modelleme problem etkinlikleri boyunca çalıştıkça geliştiğini ve ayrıca modelleme etkinlikleriyle ilgili deneyim kazanmanın modelleme süreçlerini etkileyen modelleme yetenekleri gibi bir dizi faktörü ortaya çıkardığını göstermiştir. Çalışmada öğrencilerin modelleme yetenekleri ile modellemenin süreç bileşenleri (modelleme süreçleri) arasındaki etkileşimin sürekli ve karşılıklı olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılar, öğrencilerin modelleme yeteneklerinin, bir modelleme problemini çözme şeklini etkilediğini benzer şekilde, öğrenciler modelleme problemleri üzerinde çalışırken ve modelleme döngülerinde ilerledikçe, modelleme yeteneklerinin de şekillenip daha da geliştiğini belirtmişlerdir.

Eraslan (2012) çalışmasında, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının bir modelleme problemi üzerinde düşünce süreçleri ve süreçlerdeki zorlukları veya tıkanıklıkları ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırma, bir üniversitenin ilköğretim programında Matematik Öğretiminde Modelleme dersini alan kırk beş son sınıf öğrencisini kapsamaktadır. Uygulamanın ardından aralarından üç öğretmen adayı seçilmiş ve ardından bir odak grup görüşmesi yapılmıştır. Grubun konuşmasının transkripsiyonu incelenmiş ve niteliksel olarak analiz edilmiştir. Bu çalışma, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde başarılı bir şekilde çalışabildiklerini ve modelleme süreçlerinin bazı aşamalarında zorlanırken kendi mevcut matematiksel anlayışlarını ve iletişim becerilerini geliştirebildiklerini ortaya koymuştur. Tüm süreçte öğretmen adayları sürekli doğrusal olmayan bir şekilde modelleme etkinliği üzerinde çalışmışlar. Çalışmada kullanılan Takım Sıralama Problemi, öğrencilere kendi matematiksel fikirlerini keşfetme, derin düşünme, araştırma ve geliştirme fırsatı vererek yeni bir öğrenme ortamı sağlamıştır. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının gerçek yaşam probleminden gerçek dünyaya geçiş sürecinde zorluklarla karşılaştıkları görülmüş bu durumla ilgili araştırmacı, öğrencilerin gerçek duruma uygun alternatif modeller geliştirmede engelleri olduğunu tespit etmiştir.

Ulu (2017) çalışmasında, ilkokul öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri uygulamalarında ortaya çıkan düşünme süreçlerini ve yaşadıkları olası zorlukları belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, ölçüt örnekleme ile seçilen 4. sınıftaki 22 öğrenci oluşturmuştur. Araştırma verileri klinik görüşme yöntemiyle toplanmış ve içerik analizi kullanılarak raporlanmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin gerçekçi çözüm sunanlar ve gerçekçi çözüm üretemeyenler olarak iki grup oluşturdukları görülmüştür. Gerçekçi bir çözüm sağlayamayan öğrencilerin daha fazla olduğu tespit edilmiş bu öğrencilerin, problem metninde yer alan gizli durumları ortaya çıkarmada yetersiz kalan düz anlama yoluyla gerçek durumun zihinsel temsilini oluşturmaya çalıştıkları görülmüş. Metindeki gizli eylemleri fark etmemeleri, problemi yapılandırmadan matematiksel bir denklem kurmalarına ve dolayısıyla gerçekçi olmayan çözümler bulmalarına neden olmuştur. Gerçekçi çözümler üretebilenler ise problemdeki karakterler, zaman, mekan ve olaylar arasındaki ilişki bağlamında işlemlerine karar vererek problem metninin zihinsel temsilinin eleştirel okuma ve çıkarımsal anlama olmasını sağlamıştır. Öğrenciler metin içinde gizli

durumlara göre gerekli ekstra bilgileri toplayarak yeni problemler kurmuşlar ve gerçek modele yönelmişlerdir. Böylece problem durumu analiz edilerek çeşitli bağlamlarda, öğrencilerin çoklu koşullara göre çözmesi sağlanmıştır. Gerçekçi çözümlere sahip öğrencilerin, doğrulama sürecini gerçek yaşam bağlamında çözümlerinin tutarlılıklarını ve tutarsızlıklarını belirlemek için kullandıkları, gerçekçi olmayan çözümlere sahip öğrencilerin ise işlemlerini kontrol etmek için kullandıkları görülmüştür.

Hıdıroğlu ve diğerleri (2014), yaptıkları çalışmanın amacı öğrencilerin modelleme problemine çözüm yaklaşımlarını incelemektir. Araştırmanın verileri öğrencilerin çözüm kağıtları ve süreç içinde yapılan kayıtların çözümlenmesiyle oluşturulmuştur. Analiz için yedi aşamalı modelleme sürecinden yola çıkılarak hazırlanan dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. On ortaöğretim öğrencisiyle çalışan araştırmacılar çalışmalarının sonucunda, öğrencilerin ilk basamaklarda zorlanmazken basamaklar ilerledikçe çözümde sıkıntı yaşadıkları, özellikle modeli doğrulama aşamasını gerçekleştirmede sorun yaşadıklarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar öğrencilerin daha fazla modelleme problemiyle karşılaşarak bu sorunu aşabileceklerini belirtmektedir.

Erdem ve diğerleri (2017), çalışmalarında, son yıllarda birçok ülke müfredatında yoğun bir şekilde yer alan matematiksel modellemeye Türkiye'de ortaokul ders kitaplarında ne ölçüde yer verildiği ve ders kitaplarındaki modelleme kavramıyla matematiksel modellemenin ne ölçüde yansıtıldığını araştırmışlardır. Doküman incelemesi yaparak, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında kullanılan ortaokul matematik ders kitaplarında yer verilen model ve modelleme ifadelerini incelemiş ve öğrenme alanı açısından içerik analizi yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar ortaokul matematik ders kitaplarında modelleme kavramının matematiksel modelleme aracı olmaktan çok "matematiği modelleme" olarak kullanıldığını göstermektedir. Ders kitaplarında kullanılan modelleme kavramının sadece somut ve görsel yapılarla sınırlı olduğu, ders kitaplarında kullanılan modellemenin amacının problemi matematikselleştirmekten çok matematiksel kavramları somut ve görsel formlara dönüştürmek olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut matematik standartlarında matematiksel modelleme üzerine hem öğretmenler hem de öğrenciler için daha iyi öğrenme fırsatlarına sahip olmak için bu sınırlı ve problemli modelleme anlayışının

matematiksel modellemenin amacını yansıtacak şekilde gözden geçirilmesini önermişlerdir.

2.4.2. Problem Çözme ile İlgili Araştırmalar

Ulu ve diğerleri (2016), 5. sınıf öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada okuduğunu anlamanın problem çözme becerisine etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Bunun için okuduğunu anlama ile problem çözme stratejilerini içeren bir müdahale programı uygulamışlardır. Çalışma ön test son test kontrol gruplu model kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda verilen rutin olmayan problem testinde çıkan sonuçların analizinde deney grubunun lehine bir fark oluştuğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak okuduğunu anlama stratejilerinin rutin olmayan problem çözme başarısını orta düzeyde etkilediği sonucuna varılmıştır. Çalışmadan çıkan bir diğer sonuç problem çözme stratejilerinin uygulandığı deney grubu kontrol grubuna göre başarı artışı olmuştur. Bu artış oranı orta düzeydedir. Çalışmada ayrıca yürütülen strateji eğitiminde, rutin olmayan problemlerde yapılan hataları düzeltme oranlarına bakılmış ve deney grubunun lehine sonuç alınmıştır. Strateji eğitimi okuduğunu anlama ve problem çözme stratejilerini kapsamaktadır. Buradan çıkan sonuç ise yüksek düzeyde başarı artışı olduğu yönündedir.

Taş ve Deniz (2018) yaptıkları çalışmada, 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları üzerine çıkarımda bulunmak amacıyla öğrencilerin öğrenilmiş çaresizlik durumlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu sebeple problem bilişsel esneklik ile problem çözme becerisi arasındaki korelasyonu incelemişlerdir. Çalışmalarını tarama yöntemiyle gerçekleştirmişler ve veri toplama aracı olarak problem çözme testi ve bilişsel esneklik ölçeği kullanmışlardır. Araştırmanın sonucunda elde ettikleri bulgular ise, matematik dersi ile ilişkili öğrenilmiş çaresizlik durumları ile problem çözme becerileri arasında anlamlı bir ilişki bulunurken bu ilişki negatif yöndedir. Aynı şekilde matematik dersine yönelik öğrenilmiş çaresizlik durumları ile bilişsel esneklikleri arasında da negatif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulunmuş. Bununla beraber problem çözme becerileri ile bilişsel esneklikleri arasındaki korelasyona bakıldığında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuş. Bu da demek oluyor ki, öğrencilerin bilişsel esneklikleri arttıkça problem çözme becerileri de artmakta; bunun yanında öğrenilmiş çaresizlik artıkça öğrencilerin problem çözmeleri ve bilişsel esneklikleri azalmaktadır. Öğrencilerde problem çözme

becerilerini artırmanın yolu onlardaki olumsuz tutuma neden olan öğrenilmiş çaresizlik durumunu giderecek ve bilişsel esnekliklerini yükseltecek çalışmalar yapmak önemlidir.

Arslan ve Altun (2007), ilköğretim öğrencilerine rutin olmayan problemleri öğretmeyi amaçladıkları bu deneysel çalışmayı yedi ve sekizinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirmişlerdir. Farklı problem çözme stratejilerini uyguladıkları çalışma sonunda öğrencilerde rutin olmayan problem çözme becerisinin artışını ve oluşturulan öğrenme ortamının etkililiğini test etmişlerdir. Bunun sonucunda yedinci sınıf öğrencilerinin en çok problemi basitleştirme stratejisini kavramakta zorlandıkları ve örüntüleri tespit etme stratejisini hiç kullanamadıkları izlenmiş. Öğrencilerin daha rahatlıkla uygulayabildikleri stratejiler ise tahmin etme, kontrol ve listeleme stratejileri olduğu gözlenmiştir. Sekizinci sınıf öğrencilerinde ise gene örüntü bulma stratejisinde zorlandıkları tespit edilmiştir. Bununla beraber yapılan öğretim programının öğrencilerin strateji uygulama becerilerini etkilediği bunun için öğretim programında özellikle rutin olmayan problem çözme stratejilerinin öğretimine yer verilmesinin önemli olduğu vurgulanmıştır.

Kablan ve diğerleri (2019) çalışmalarında, rutin olan ve rutin olmayan problem öğretim yöntemi olarak buluş yoluyla öğretim ve düz anlatım metotlarını karşılaştırmışlardır. Düz anlatımda öğrencilere problemi çözmeleri için kullanacakları kurallar doğrudan verilerek bunları ezberlemeleri sağlanırken buluş yoluyla anlatımda kuralların anlamının kavratıldığı vurgulanmıştır. Deneysel desen kullanılarak sekiz ders saati olarak yürütülen çalışma sekizinci sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına bakınca rutin problem çözme becerisine etkisi bakımından her iki yöntemin de eşit derecede etkiye sahip olduğu aralarında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Rutin olmayan problem çözme becerisine bakıldığına bir fark oluştuğu bu farkın da buluş yoluyla öğretim yöntemi lehine oluştuğu tespit edilmiştir.

Yılmaz (2019) çalışmasını, sınıf öğretmeni adaylarıyla gerçekleştirmiştir. Araştırmacı öğretmen adaylarının rutin olmayan problem çözme becerilerini incelemiştir. Araştırma durum çalışması yöntemiyle gerçekleştirilmiş olan nitel bir çalışmadır. Katılımcılar aldıkları eğitimle Polya'nın problem çözme aşamalarını öğrenmiş ve bu aşamaları kullanarak rutin ve rutin olmayan problemlerle çalışmışlardır. Araştırmanın veri toplama sürecinde katılımcılara bir tane rutin olmayan problem verilmiş ve bu

problemi öğrendikleri aşamaları kullanmak suretiyle çözmeleri istenmiş. Katılımcılar problem çözmenin ilk basamakları olan anlama, çözüme ilişkin planlama ve oluşturdukları planı uygulama basamaklarını kullanabildikleri görülmüştür. Bunun yanında listeleme, tahmin ve kontrol basamaklarını uygulamayıp farklı stratejiler uygulayan adaylar olduğu, aynı zamanda çoğunlukla sonucu kontrol ve değerlendirme basamağını uygulamadıkları belirlenmiştir.

Başdamar (2019), ilkokul 4. sınıf öğrencileriyle yürüttüğü çalışmasında problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin matematik dersin başarısına katkısını araştırmıştır. Çalışma akademik başarıyı ölçme amacıyla ön test son test yarı deneysel desen yöntemiyle yürütülmüştür. Deney grubunu oluşturan 10 öğrenciye 20 ders saatinde problem çözme stratejileri eğitimi verilmiş yapılan müdahale programının sonunda veri toplama araçlarıyla bulgular analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda uygulanan problem çözme strateji eğitimi programının öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirdiği, aynı zamanda matematik dersi başarısına da katkısının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın ve Yazgan (2018), sosyal problem çözme becerisi ile matematiksel sıra dışı problem çözme becerileri arasında herhangi bir korelasyonun olup olmadığını araştırmışlar bunun için de yedinci sınıf öğrencilerinden oluşturdukları örneklemle çalışmalarını yürütmüşlerdir. İki değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmacılar çalışma gruplarına iki farklı veri toplama aracı uygulayarak veri toplama sürecini tamamlamışlardır. Üç farklı senaryo içeren sosyal problem çözme testi ile sıra dışı problemlerden oluşan problem çözme testi ile elde ettikleri verileri betimsel analize tabi tutmuşlar ardında da iki beceri arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığını ölçmek amacıyla korelasyon testi kullanmışlardır. Tüm bu verilerden yola çıkarak elde ettikleri sonuçlara göre iki beceri arasında düşük düzeyde pozitif yönde bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerin sıra dışı problem çözme stratejilerine sahip olmadığını ve öğrencilerin problem çözerken oldukça zorlandıklarını tespit etmişlerdir. Buradan yola çıkarak öğrencilere sıra dışı problem çözme stratejilerini öğreten bir müdahale programıyla beraber bu iki beceri arasındaki ilişkiyi ölçmenin daha sağlıklı sonuçlar vereceği sonucuna varmışlardır.

Genç ve Karataş (2017), ortaokul öğrencileriyle yürüttükleri çalışmalarında problem çözme ekinliklerinde öğrencilerin hem modelleme seviyelerini hem de modelleme

süreci içinde gösterdikleri gelişimi incelemişlerdir. Nitel araştırma yöntemi olan durum çalışmasını kullanarak yürüttükleri çalışmalarında 24 kişilik çalışma grubu ile çalışmışlardır. 3 modelleme problemi çözdürülen katılımcılarla görüşmeler yapılmış ve süreç içinde model oluşturma konusunda zorlandıkları tespit edilmiştir. Çözümlerin çok küçük bir kısmında model oluşturulduğu, öğrencilerin modelleme problemlerini anlamakta zorluk çektiği, problemle ilişkisiz şekilde işlemler yaptıkları tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak ilkokuldan itibaren öğrencilere modelleme problemleri çözme becerileri kazandıracak etkinliklere yer verilmesinin önemine vurgu yapılmıştır.

Yazgan ve Bintaş (2005), ilkokul 4 ve 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini ölçmek amacıyla bir öğretim deneyi olarak kurguladıkları araştırmalarını deneysel desen kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Yedi farklı stratejiyi öğrettikleri deney grubuna bu stratejileri kullanarak verilen problemleri çözmeleri istenmiştir Süreç sonunda öğrencilerin programda öğretilen stratejileri öğrenme durumlarını ölçmek amacıyla ön test ve son test ile kalıcılık testleri uygulanmış ve veriler analiz edilerek araştırmanın bulguları elde edilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin ön test sonuçlarından yola çıkarak herhangi bir strateji eğitimi almadan da öğrencilerin informal olarak kimi stratejileri uyguladıkları tespit edilmiş. Ayrıca uygulaması yapılan strateji eğitiminin problem çözme becerisi üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Ulu (2011), 5. sınıf düzeyinde gerçekleştirdiği araştırmasında öğrencilerin rutin olamayan problemleri çözerken hangi hata türlerini yaptıklarını tespit etmeyi, aynı zamanda uygulanacak bir müdahale programının mevcut hata türlerine etkisini göstermeyi amaçlamıştır. Hata türlerini tespit etmek amacıyla betimsel tarama modeli kullanırken, müdahale programının etkisini ölçmek amacıyla yarı deneysel desen kullanmıştır. İlk etapta hata türlerini belirlemek amacıyla klinik mülakatlar yapılmış belirlenen 70 hata türünden hangilerinin yapıldığı bu görüşmeler sonunda belirlenmiştir. Buna göre öğrencilerin büyük oranda anlamadan kaynaklı hatalar yaptığını, anlama hatasının büyük oranda yanlış anlama ve bunun sonucunda da ilgisiz işlemlerle sonuca ulaşma çabasıyla gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bundan başka strateji seçiminde, strateji kullanımında, okumada ve işlemlerde yapılan hataların da farklı oranlarda gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Buradan yola çıkarak deney grubu

öğrencileriyle okuduğunu anlama ve problem çözme stratejilerinden oluşan bir program uygulanmış ve program sonunda problem çözme başarı testi uygulanıştır. Elde edilen bulgulardan çıkan sonuç ise uygulanan okuma anlama ve strateji eğitiminin etkili olduğu ve deney grubunun lehine anlamlı bir farklılık oluştuğu yönündedir.

2.4.3. Eleştirel Düşünme Becerileri ile İlgili Araştırmalar

Tünüklü ve Yeşildere (2005), problem çözme ve eleştirel düşünme becerisi arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında öğretmen adaylarıyla çalışmışlardır. Çalışmalarında problem çözmenin eleştirel düşünme becerisine olan katkısını araştıran araştırmacılar 227 öğretmen adayıyla çalışmışlardır. Öğretmen adaylarına uyguladıkları eleştirel düşünme ölçeği ile katılımcıların eleştirel düşünme düzeylerini tespit etmişler sonrasında eleştirel düşünme becerisini kazandırmada etkili olabilecek problem özelliklerini belirlemişlerdir. Üzerinde çalışılan problemler alan bilgisi olmasa da bir fikir yürütülebilecek, tek bir doğru yanıtı olmayan türde problemlerdir. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar mantıklı oluşlarına ve gerekçelendirmelerine göre değerlendirilmişlerdir. Yapılan çalışma sonunda araştırmaya katılan adayların eleştirel düşünme düzeylerinin düşük olmadığı ancak bulgulardan yola çıkarak çok yüksek de kabul edilmeyeceği açıklamıştır. Eleştirel düşünmeye katkısı olacak problem özellikleri olarak da açık uçlu, tek doğru yanıtın olmadığı, farklı yollarla çözülebilecek, tartışmaya elverişli, akıl yürütmeye elverişli, gerçek hayatla bağ kurmaya imkân tanıyan sorular olarak tanımlanmıştır.

Can ve Kaymakçı (2015), sınıf öğretmeni ve fen bilgisi öğretmenliği programı öğrencileriyle yapılan çalışmada öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerini ölçmeyi amaçlamışlardır. Tarama modeli kullanılan araştırmada farklı parametreler açısından eleştirel düşünme eğilimleri incelenmiştir. Cinsiyet, sınıf seviyesi, aile eğitim seviyesi, mezun olunan lise, okunan bölüm gibi farklı açılardan bakılarak bunların eleştirel düşünmeye etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Alt boyutlara bakılınca sınıf düzeyi açısından bakınca 4. sınıf öğrencilerin eleştirellik seviyelerinin 1.sınıfa göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş, ayrıca cinsiyete göre analitik düşünme ve mantık açısından kız öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Çetinkaya (2020), lise öğrencileriyle çalışarak modelleme etkinlikleri sürecinde ortaya çıkan üstbilişsel becerileri tespit etmeyi amaçlamış, bunun için üstbilişsel becerileri çevresel, sosyal ve bireysel açıdan çoklu düzeyde incelemiştir. Bireyin kendi bilişsel süreçleri üzerine düşünmesi olan bu becerinin modelleme etkinliklerini nasıl belirlediğini tespit etmek amacıyla nitel bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmanın deseni durum çalışmasıdır. Araştırma sürecinde üç tane modelleme problemi birer durum olarak çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin çözümlerine farklı birtakım stratejiler ekleyerek yöntemlerini çeşitlendirdikleri, süreç içinde geri dönüşler yaptıkları tespit edilmiş bu durum modelleme etkinliklerinin üstbilişsel becerileri ortaya çıkardığı şeklinde yorumlanmıştır. Üzerinde çalışılan problemlerin çok fazla işlem becerisi istememesinden dolayı öğrencileri asıl olarak strateji üzerinde durmaya ve çözüm için tartışmaya yönlendirmiştir. Bu strateji üretme ve farklı çözüm yolları arama davranışı modelleme etkinliklerinin üstbilişsel açıdan öğrencilerin gelişimine katkı sağlayan yapısını göstermektedir.

Boyraz ve Türkcan (2021), çalışmalarında ilkokul öğrencilerinin düşünme becerilerini incelemeyi amaçlamışlar, bunun için durum çalışması gerçekleştirmişlerdir. 20 öğretmen ve öğrenciyle gözlem ve görüşme tekniklerini kullanarak çalışmalarını yürütmüşlerdir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmenlerin öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirecek yaklaşımdan ve iletişim biçiminden uzak olduğu, diyalog kurmadıkları, kullanılan materyallerin düşünmeye sevk etmediği tespit edilmiş. Tüm bu bulguların sonucunda ders materyalleri ve kitapları hazırlanırken düşünmeyi geliştirecek nitelikte etkinliklerle zenginleştirilmesi, öğretmenlere eğitimlerle düşünme becerileri hakkında içerikler sunulması önerilerinde bulunulmuştur.

Kestel (2022), meta analiz yöntemiyle yürüttüğü çalışmasında Türkiye'de yapılmış, eleştirel araştırmaların eleştirel düşünme becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Nicel araştırma yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada tezler ve hakemli dergilerde yayımlanmış makaleler literatür taraması ile taranmış ve araştırma kapsamına uygun içeriğe sahip olanlar tespit edilmiştir. İçerik analizi ile kodlanmış mevcut çalışmalar çözümlendikten sonra meta analiz yöntemi ile analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında 49 tez ve makale analize dahil edilmiştir. Analizi yapılan çalışmalar deneysel ve yarı deneysel çalışmalar olarak seçilmiştir.

Araştırmanın içinde yer alan çalışmalardan 22 tanesi güçlü etki büyüklüğüne sahipken, 17 tanesi orta, 6 tanesi düşük ve 4 tanesi de zayıf etki büyüklüğüne sahip olduğunu tespit etmiştir. Çalışmaların öğrenim kademesi ve ders alanları açısından aralarında anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır.

Akyol ve Şendurur (2017), çalışmalarında öğrencilerin düşünme becerileri üzerine matematiksel modelleme etkinliklerinde bilişsel araç kullanımının etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar yarı deneysel desen yöntemiyle, 8. sınıf öğrencileriyle 6 modelleme problemi üzerinde çalışarak araştırmalarını gerçekleştirmişlerdir. Problem çözme sürecinde öğrencilerin ne tür işlemler yaptıkları, öğrencilerin süreci değerlendirdikleri mektuplar veri olarak kullanılarak kritik, karmaşık ve yaratıcı düşünme başlıkları ile bu veriler analiz edilmiştir. Yapılan çalışmanın öğrencilerde en çok kritik düşünme becerisine etki ettiği bunun yanında yaratıcı düşünmeye etkisinin en az olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Budsankom ve diğerleri (2015) yaptıkları çalışmada, üst düzey düşünme becerilerini etkileyen faktörleri ortaya koymayı amaçlamışlardır. Düşünme becerilerini analitik, eleştirel ve yaratıcı düşünme olmak üzere üç türe ayıran araştırmacılar 166 çalışmayı meta analitik yapısal eşitlik modelini kullanarak analiz etmişlerdir. Araştırmanın üst düzey düşünme becerilerini etkileyen faktörlere açıklık getirdiğini ve değişkenler arasındaki ilişkiyi anlamayı sağladığını ifade etmişlerdir. Araştırmanın sonucu sınıf ortamının, öğrencilerin psikolojik ve entelektüel özelliklerinin üst düzey düşünme üzerinde doğrudan etkisi olduğunu doğrulamaktadır (%96,8 açıklanan varyans). Aile özelliğinin düşünme becerileri üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamakla birlikte, psikolojik özellikler üzerinden dolaylı olarak etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, üst düzey düşünme üzerindeki en doğrudan etkilerin sırasıyla psikolojik özellik, sınıf ortamı ve entelektüel özellik olduğunu göstermiş ve bu çalışma ile düşünme becerilerini etkileyen faktörlerin ilişkisine bütüncül bir bakış açısı sağlandığı vurgulanmıştır.

Karaoğlan-Yılmaz ve diğerleri (2019), öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında üstbilişsel düşünme becerisi ile eleştirel düşünme ve akademik öz yeterlilik arasındaki ilişkiyi yapısal eşitlik modellemesi yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Araştırma kapsamında 244 öğretmen adayına üstbilişsel düşünme becerilerini, eleştirel düşünme becerilerini ve akademik öz yeterliliklerini belirlemek

amacıyla ölçekler uygulanmıştır. Tüm bu veriler ışığında elde edilen bulgulara göre çıkan sonuç, üstbilişsel düşünme düzeyi ile eleştirel düşünme arasında orta düzeyde, eleştirel düşünme ile akademik öz yeterlilik arasında düşük düzeyde, üstbiliş ile akademik öz yeterlilik arasında orta düzeyde bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Tüm ilişkilerin pozitif yönde olduğu belirtilmiştir.

Qablan ve diğerleri (2019), çalışmalarında, eleştirel düşünme becerilerinin eğitimde kullanılmasının etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar eğitimcilerin eleştirel düşünmenin önemli olduğuna inandıklarını çünkü eleştirel düşünmenin yaratıcılığa yol açtığını bunun da öğrencilerin problem çözme, yenilik ve gelişmeye açık olma becerilerine katkı sağladığını düşündüklerini belirtmişlerdir. Ancak buradaki zorluk, öğrencilerin gerekli eleştirel düşünme becerilerine nasıl sahip olabilecekleridir. Eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede öğretmenin rolü ise başka bir zorluk olarak belirtilmiştir. Araştırmanın nitel verileri, 2018-2019 yıllarında Filistin'de orta kademede Fen ve Din dersi veren 8 öğretmenin katılımıyla yüz yüze görüşme ile odak grup görüşmesi yardımıyla toplanmıştır. Veriler analiz edilmiş ve bulgular alt başlıklar altında verilmiştir. Öğretmenler sınıfta kullandıkları stratejileri şu şekilde sıralamışlardır: Oynayarak öğrenme, altı şapka düşünme yöntemi, grup çalışması yoluyla problem çözme ve sanal laboratuvarların kullanımı yoluyla teknoloji kullanımı. Öğretmenler, öğrencilerin karar vermeyi, problem çözmeyi, hayatın her alanında fikirlerini ifade etmeyi öğrendikleri, kişiliklerini güçlendirdikleri, eleştirel düşünme, analiz etme ve yorumlama becerilerini geliştiren her türlü stratejinin kullanılmasını teşvik ettiklerini açıklamışlardır. Öğrencilerin eleştirel düşünmelerini sağlamanın en iyi yolu olarak, öğrencilerin çözüme ulaşmak için kendi düşüncelerini uygulamalarını gerektiren problemler ve sorular şeklinde dersleri formüle etmek ve sağlamaktır. Eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olan en önemli faktörleri ise, okul müfredatının hem çevredeki hem de toplumdaki kavram yanılgılarını incelemenin yanı sıra öğrencileri ilgilendiren sorunlara odaklanması ve öğrencileri tartışmaya, araştırmaya teşvik etmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca öğretmenler sınıfta bir demokrasi atmosferi yaratarak bilgi aramanın önemine değinmişlerdir.

Karabekmez (2021), sınıf öğretmenlerinin eleştirel düşünmeleri üzerine yaptığı tez çalışmasında, öğretmenlerin 21. Yüzyıl becerileri ile eleştirel düşünmeleri arasındaki

ilişkiyi belirlemeyi amaçlamıştır. 359 sınıf öğretmeninin katıldığı araştırmada ölçme aracı olarak 21. Yüzyıl öğreten becerileri ölçeği ve eleştirel düşünme ölçeği kullanan araştırmacı çalışma sonunda öğretmenlerin yönetsel ve onamacı becerilere katılım düzeylerini yüksek; teknolojinin kullanımı, esnek öğretim yöntemleri ve üretimsel becerilere katılımlarını orta olarak işaretlediklerini belirlemişlerdir. 21. Yüzyıl becerileri ile öğretmenlerin kıdemleri ve kademelerindeki değişiklik arasında anlamlı bir farklılık olmadığını tespit eden araştırmacılar sınıf öğretmenlerinin cinsiyetleri ile eleştirel düşünmeleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığını bunun yanında eleştirel düşünmeleri ile yüksek lisans eğitimi alma arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Sınıf öğretmenlerinin 21. Yüzyıl becerileri ile eleştirel düşünmeleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu bu nedenle bu becerileri geliştirecek eğitimlerin eleştirel düşünmeye de katkısının olacağını vurgulamıştır.

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde araştırmanın yöntemi, örneklem, veri toplama araçları, veri toplama süreci, uygulama ve verilerin analizi üzerinde durulmuştur.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada "Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme berecileri üzerindeki etkisi"ni incelemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda nicel araştırma yöntemlerinden biri olan deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel araştırmanın temel özelliği, araştırmacıların ilgilendikleri olayları belirleyen koşulları kasıtlı olarak kontrol etmeleri, bir müdahale ortaya koymaları ve bu müdahalenin yarattığı farkı ölçmeleridir (Cohen, 2007). Deneysel desenli araştırmalar karşılaştırma içerir. Bu araştırmada "ön test- son teste dayalı deney ve kontrol gruplu" deneysel desen modeli kullanılmıştır. Bu modelde uygulama öncesinde ve uygulama sonunda denekler bağımlı değişkenler üzerinden teste tabi tutulur. Amaç değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkilerini keşfetmektir (Büyüköztürk, 2010). Bu araştırmada deneysel desen türlerinden biri olan yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desende deney ve kontrol gruplarının rastgele oluşturulmasının olanaksız olduğu durumlarda mevcut sınıflarla çalışmanın yürütülmesidir. Mevcut sınıflara ön test yapılmış ve sonuçların denkliğine göre iki sınıftan biri deney diğeri kontrol grubu olarak atanmıştır.

Araştırmada bağımlı değişkenler problem çözme ve eleştirel düşünme becerisi olup bağımsız değişken matematiksel modelleme etkinlikleridir. Belirlenen deney grubuna sekiz hafta on altı saat boyunca uzman görüşü alınarak oluşturulmuş modelleme etkinlikleri araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Kontrol grubuna bağımsız değişken ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Kontrol grubuyla mevcut müfredata göre matematik programı, kendi sınıf öğretmeniyle yürütülmüştür. Süreç sonunda etkisi incelenen bağımlı değişkenlerin, deney ve kontrol gruplarında sonuçları karşılaştırılmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırma İstanbul ili Fatih ilçesine bağlı bir devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Okullarda yapılan çalışmalarda araştırmacıların rastgele sınıf oluşturması mümkün olmadığından deneysel desen kullanılan çalışmalarda araştırmacılar mevcut sınıfları araştırma grubu olarak kullanmaktadır. Buna göre araştırma grubu 2021-2022 eğitim öğretim yılı 2. döneminde 4. sınıfta eğitim gören iki farklı şubeyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilere araştırma hakkında, kapsam ve önemi ile ilgili olarak gerekli bilgilendirme yapılmış öğrencilerin motivasyonları sağlanmıştır.

3.3.Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak iki ölçek kullanılmıştır. Bunlar, Sezgin (2011) tarafından geliştirilen "Problem Çözme Becerisi Belirleme Ölçeği" ile Demir (2006) tarafından geliştirilen "Eleştirel Düşünme Ölçekleri" dir. Bu bölümde kullanılan veri toplama araçlarına dair bilgiler paylaşılacaktır.

3.3.1. Problem Çözme Becerisi Belirleme Ölçeği (PÇBBÖ)

Öğrencilerin problem çözme becerilerini ön test ve son test olarak ölçme amacıyla Sezgin (2011), tarafından geliştirilen "Problem Çözme Becerisi Belirleme Ölçeği" (Ek-A) kullanılmıştır. MEB programlarında problem çözme becerileri önemli bir yer tutmasına karşın bu becerileri ölçmek için gerekli olan araçların olmayışından dolayı öğrencilerin belirlenen becerilere ulaşıp ulaşmadığını saptayabilmek için Sezgin (2011), bu ölçek geliştirme çalışmasını yapmıştır. Ölçek ilköğretimin farklı seviyelerine uygulanmış sonunda dört, beş, altı, yedi ve sekizinci sınıf öğrencilerine uygun olarak geliştirilmiş olup problem çözme becerilerini belirlemek amacıyla son haline getirilmiştir.

Problem çözme becerisinin psikolojik yapısının dikkate alındığı ve senaryolaştırma ile örnek problemler oluşturulduğu bu örneklerden öğrencilerin yaşlarına ve gerçek yaşama en uygun olanların seçildiği Sezgin tarafından belirtilmiştir. Ölçek gerçek yaşama uygunluğundan dolayı bu araştırmada seçilmiştir.

Ölçek geliştirilirken ilk aşamada farklı ilköğretim okullarında görev yapan 133 öğretmenle anket yapılmış ve problem çözme becerisine ait alt beceriler bu şekilde oluşturulmaya başlanmıştır. Ankette şu soru yöneltilmiştir: "Problem çözme becerisinin geliştiğini düşündüğünüz öğrencilerinizin problem çözme davranışlarını

izlediğinizde hangi problem çözme davranışlarını gerçekleştiriyorlar?" Bu soru ile öğretmenlerin öğrencilere dair problem çözme becerileri konusundaki gözlemleri tespit edilmiştir. Alınan yanıtlar standart maddelere dönüştürülmüştür ve bu işlem neticesinde on altı maddelik davranış belirlenmiştir. Maddelerin frekanslarına bakıldığında 10'un altında frekans puanı alanlar çıkarılmıştır.

Maddelerin frekanslarına bakıldıktan sonra ölçülecek on üç davranış belirlenmiş, bu davranışlara uygun olarak yedi maddelik bir araç oluşturulmuştur. Ortaya çıkan araç için son olarak uzman görüşleri de alınmış ve bu görüşlere göre uygulama öncesi son şekli verilmiştir.

Ölçeğin uygulaması ön uygulama ve esas uygulama olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Yüz kişilik ön uygulama grubundan elde edilen sonuçlara göre bulunan madde güçlüğü ve ayırt ediciliği sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4. Ön Uygulamanın Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik Sonuçları

Madde no	1	2	3	4	5	6	7	8
p	0.68	0.81	0.77	0.81	0.81	0.83	0.83	0.77
r	0.62	0.37	0.54	0.37	0.37	0.33	0.33	0.44

Tabloya göre, testteki tüm maddelerin ayırt ediciliğinin güçlü olduğu ve öğrenciler arasındaki başarı durumunu ayırt etmede yeterli olduğu belirlenmiştir. Madde analizi ölçümlerine bakıldığında çıkan sonuç (.20 ile .6 arasında değişen değer), ölçekteki maddelerin güvenirliklerinin yüksek olduğunu göstermiştir Buradan yola çıkarak maddelerin ölçmek istediği davranışa yönelik ayırt ediciliği olduğu sonucu çıkarılabilir.

Ölçeğin geçerliğini belirlemek amacıyla faktör analizi yapılabilmesi için testin KMO değerine bakılmış ve KMO değerinin .70 olduğu belirlenmiştir. Bu değer belirlenmiş alt sınır olan .50 değerinin üzerinde olduğu için testin faktör analizinin yapıldığı belirtilmiştir. Testin güvenilirliğini ölçmek amacıyla test tekrar test güvenilirliğine bakılmıştır. Çıkan sonuçlar incelendiğinde katılımcıların verdiği yanıtlar arasındaki korelasyonun .94 çıktığı görülmektedir. Bu durum ölçeğin pozitif yönlü yüksek güvenirlik düzeyini sağladığı ifade edilmiştir. Ölçeğin iç tutarlılık katsayısını belirlemek amacıyla Kr-20 iç tutarlılık katsayısı hesaplanmış, bunun sonucunda iç

tutarlılık .76 olarak hesaplanmıştır. Buradan yola çıkarak ölçeğin problem çözme becerisini yüzde yetmiş altı oranında belirlediği araştırmacı tarafından belirtilmiştir.

3.3.2. Eleştirel Düşünme Ölçekleri

Eleştirel düşünme ölçekleri Demir (2006) tarafından dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünmelerini farklı değişkenler bakımından ölçülmesi amacıyla oluşturulmuştur. Türkiye'de özgün olarak geliştirilen testlerin sayısının azlığı, psikolojik testlerin kültürden bağımsız olduğunun kanıtlanmadığı sürece çeviri testlerin geçerliliğinin bütünüyle kuşkulu olduğu araştırmacı tarafından ifade edilmiş ve bu sebeplerle öğrencilerin eleştirel düşünmelerini ölçmek amacıyla yeni bir ölçme aracı geliştirmeye ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir (Demir 2006).

Eleştirel Düşünme Ölçekleri, Facione önderliğinde Amerikan Felsefe Birliği'nin katkısıyla 46 kişilik uzman ekibin bir araya gelerek oluşturdukları eleştirel düşünme altı alt beceri alanı (analiz, değerlendirme, çıkarım, yorumlama, açıklama ve öz düzenleme) kullanılarak geliştirilmiştir. Bu altı eleştirel düşünme beceri alanlarıyla ilgili mevcut ölçekler ve uzmanların görüşlerine başvurularak her bir alana ait ayrı ölçekler geliştirilmiştir. Araştırmanın kapsamında yer alan dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor gelişimleri açısından bakıldığında aralarında dikkate değer bir farklılık olmadığı bu sebeple geçerlilik ve güvenirlik çalışması için bu yaş grubuna yönelik ortak bir uygulama yapıldığı ve toplam 201 öğrenciyle çalışıldığı açıklanmıştır.

Eleştirel Düşünme Ölçekleri Taslakları uzman görüşleri alınarak oluşturulmuştur. Oluşturulan taslakta her bir alt beceri alanının güvenirliği için "test–tekrar test yöntemi" uygulandığı ifade edilmiştir. Uygulama için seçilen 201 öğrenciye üç hafta aralarla taslak ölçek uygulanmış ve verilere çift serili (biserial) korelasyon ve pearson momentler çarpımı korelasyonu uygulandığı ve çift serili korelasyon tekniğinin, sosyal bilimlerde, özellikle psikoloji ve eğitimde testlere soru seçmede çok kullanıldığı araştırmacı tarafından açıklanmıştır (Demir 2006). Demir'e (2006) göre, sözü edilen teknik ile bir testin bütününden alınan toplam puan ile testte yer alan bir soruyu doğru olarak yanıtlayıp yanıtlamamak arasındaki korelasyonu saptamanın ve çıkan katsayıyı söz konusu sorunun ayırt etme gücü olarak kullanmanın mümkündür. Bu sebeple ölçeğin korelasyonunu bulmak için çift serili korelasyon tekniğini kullandığını

belirtmiştir. Böylece tek tek sorulardan alınan puanlarla tüm ölçekten alınan puanlar tam olarak karşılaştırılabildi.

Korelasyon katsayısını yorumlarken çoğunlukla kullanılan katsayı puanları kullanılmıştır. Her bir alt beceri alanı için yapılan ölçümlerde korelasyon katsayısı "düşük" düzeyde ve olumsuz ilişkiyi gösteren maddeler testten çıkarılmıştır. Böylece analizlerin sonucunda, 6 bölümden oluşan ölçeklerdeki madde sayıları şu şekilde değişiklik göstermiştir: Analiz (8 madde), değerlendirme (9 madde), çıkarım (8 madde), yorumlama (10 madde), açıklama (9 madde) ve öz düzenleme (12 madde) becerilerinden oluşan ölçek toplam 56 maddeden oluşmaktadır.

3.4. Veri Toplama Süreci

3.4.1.Deney Grubu Veri Toplama Süreci

Araştırmanın verileri 2021-2022 eğitim öğretim yılı 2. döneminde toplanmıştır. Uygulamaya başlamadan önce öğrencilere süreç hakkında bilgi verilmiş, matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Bilgilendirme, örnek olarak seçilen "Kâğıttan Uçak Yapma Yarışması" problemi üzerinden yapılmıştır. Örnek problem modelleme sürecine uygun olarak çözülerek öğrencilerde yapılacak çalışmalar için önbilgi oluşturulmuştur. Uygulama toplam 8 hafta boyunca 8 modelleme etkinliği ile 4. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler her hafta iki ders saati (80 dk) süreyle verilen modelleme etkinliği üzerinde gruplar halinde çalışmışlardır. Yapılan araştırmalar modelleme etkinliklerinde öğrencilerin ihtiyaca göre bireysel çalıştığı durumlar da olmakla birlikte en verimli çalışmaların grupla gerçekleştirildiği ortaya konmuştur (Bukova, 2021). Öğrenciler grup içinde tartışarak problem üzerinde çalışabilmektedir, bu tek başına yapılacak çalışmadan çok daha verimlidir. Bireysel çalışmalar sırasında akla gelmeyecek konular, grup çalışmasında grup arkadaşlarının yaptığı açıklamalarla akla gelebilmekte ve farklı yorumlar ortaya çıkabilmektedir (Eraslan, 2011a). Veri toplama sürecinde gruplar üçer kişi olarak oluşturulmuştur. Bu sayı literatürde, modelleme uygulamalarında üçer kişiden oluşturulan gruplardan alınan verimin en fazla olduğu açıklamasına dayanmaktadır (Zawojewski vd., 2003). Gruplar oluşturulmadan önce sorular öğrenciler tarafından incelenip bireysel olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra gruplar oluşturulmuş ve öğrenciler kendi fikirlerini grup arkadaşlarına açıklamışlardır. Yapılan grup çalışmaları sonucu oluşturulan modeller sınıfa sunulmuştur.

Uygulamada kullanılan modelleme problemleri 2021-2022 eğitim öğretim yılı 4. sınıf matematik dersi "ölçme" öğrenme alanına uygun olarak çeşitli kaynaklar taranarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Problemlerin modelleme yaklaşımına uygun olmasına, öğrencilerin farklı problem çözme stratejileri kullanabilmesine, gerçek yaşamla ilişkilendirmeye açık olmasına dikkat edilmiştir. Bu şekilde oluşturulmuş on adet modelleme problemi uzman görüşüne sunulmuştur. Alanında uzman eğitimcilerden gelen geribildirimler doğrultusunda yeniden düzenlenen problemlerden sekiz tanesi uygulama sürecinde kullanılmıştır. Modelleme etkinlikleri ve MEB 4. sınıf kazanımları arasındaki ilişki aşağıda tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Modelleme Etkinlikleri ve MEB 4. Sınıf Matematik Kazanımları İlişkisi

	Etkinlik Adı	**İlgili Konu - Kavramlar**	Gerçek hayat bağlamı	MEB (2022) İlkokul Öğretim Programı ilgili Kazanımlar
1.	Okulda Zaman	Zaman ölçme birimleri, takvim	Takvim okuma ve gerçek zamanla hissedilen zaman arasındaki farkı görebilme	**M.4.3.4.2.** Zaman ölçme birimlerinin kullanıldığı problemleri çözer. **M.4.3.4.1.** Zaman ölçme birimleri arasındaki ilişkiyi açıklar.
2.	Kutup Ayısı Problemi	Kütle birimleri, kilogram ve tonun kullanımı	Bulunulan zeminin taşıma kapasitesinin olduğunu fark etme	**M.4.3.5.4.** Ton-kilogram, kilogram-gram, gram-miligram arasındaki ilişkiyi açıklar ve birbirine dönüştürür.
3.	Vapur Problemi	Düzlemsel şekiller, birim kare	Kâr zarar ilişkisi ve işletmelerin kar elde etmek için alabileceği önlemler	**M.4.3.3.1.** Şekillerin alanlarının, bu alanı kaplayan birim karelerin sayısı olduğunu belirler.
4.	Scooter Problemi	Saat, dakika arasındaki ilişki	Zaman ve maliyet ilişkisi kurma	**M.4.3.4.2.** Zaman ölçme birimlerinin kullanıldığı problemleri çözer. **M.4.3.4.1.** Zaman ölçme birimleri arasındaki ilişkiyi açıklar.
5.	Kümes Problemi	Kare, dikdörtgen, çevre uzunluğu	Evcil hayvanların yaşam alanını tasarlarken uygun ebatları oluşturma	**M.4.3.2.1.** Kare ve dikdörtgenin çevre uzunlukları ile kenar uzunlukları arasındaki ilişkiyi açıklar.
6.	Dekorasyon Problemi	Litre ve Mililitreyi karşılaştırma	Dekorasyonda kullanılan boya miktarını hesaplayabilme	**M.4.3.6.1.** Mililitrenin kullanıldığı yerleri açıklar **M.4.3.6.2.** Litre ve mililitre arasındaki ilişkiyi açıklar ve birbirine dönüştürür.
7.	Su Problemi	Litre ile ilgili tahminde bulunma	Kaplarla tahmini ölçme yapabilme.	**M.4.3.6.4.** Bir kaptaki sıvının miktarını, litre ve mililitre birimleriyle tahmin eder ve ölçme yaparak tahminini kontrol eder.
8.	Elmalı Turta Problemi	Kilogram	Zaman ve maliyet arasında ilişki kurma, seçim yapabilme	**M.4.3.5.5.** Ton, kilogram, gram ve miligram ile ilgili problemleri çözer.

Uygulama sürecini açıklamak amacıyla seçilen etkinlik örnekleri aşağıda verilmiştir.

1. Modelleme Etkinliği: Okulda Zaman

Bu problemdeki amaç, gerçek zamanla hissedilen zaman arasındaki farkı görebilmektir. Problem, 4. sınıf matematik programına göre, M.4.3.4.2. "Zaman ölçme birimlerinin kullanıldığı problemleri çözer." kazanımı ile uyumludur. Problem şu şekildedir:

OKULDA ZAMAN PROBLEMİ
Deniz, gece erken yatmayı sevmeyen ablasının bir gün bir arkadaşına, "Hayatımızın ne kadar çok zamanını uyuyarak geçiriyoruz bir düşünsene," diyerek bir tartışmaya girdiğini gördü. Bu tartışma sonunda kafa kafaya verip bu yaşa kadar uykuda geçen zamanlarını hesaplamaya girişmişlerdi. Deniz de sürekli okulda çok fazla zaman geçirdiğini düşünmekte ve "Okulda zaman nasıl geçiyor anlamıyorum! Neredeyse yılın çoğunu okulda geçiriyorum." demekteydi. Arkadaşı ise, "Bir sürü tatilimiz var bence çok da vakit geçirmiyoruz." deyince, ablası ve arkadaşının yaptığı gibi kendisinin de yıl boyunca okulda ne kadar zaman geçirdiğini hesaplayabileceğini düşündü. Böylece kimin haklı olduğu ortaya çıkacaktı.
Bu durum hakkında siz ne düşünüyorsunuz? Gerekli hesaplamaları yaparak Deniz'in haklı olup olmadığını bulunuz.

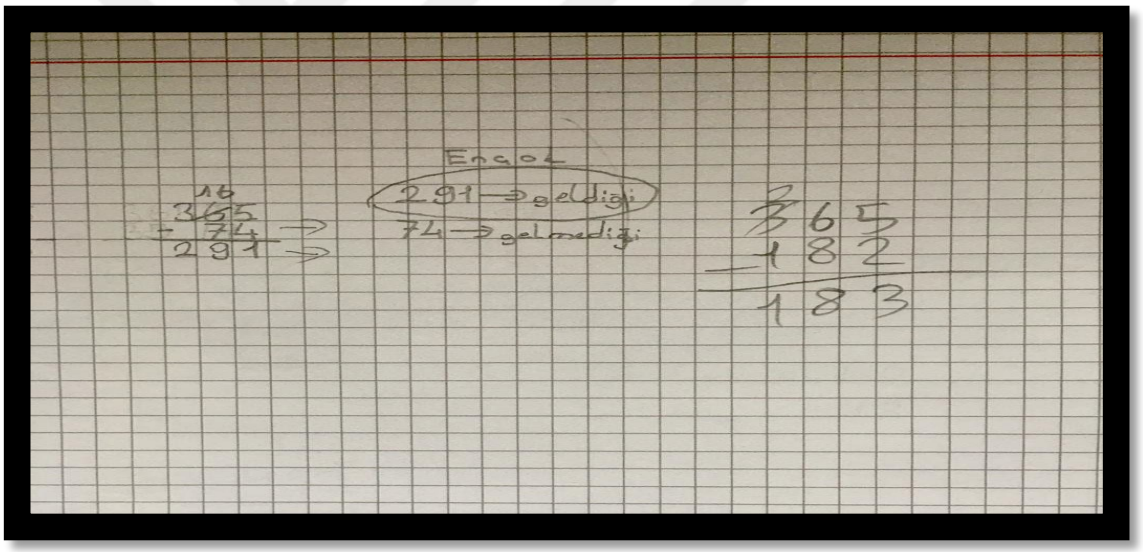
Problem verildikten sonra **problemi anlama aşaması** için hazır oluş soruları verilerek öğrencilerin bireysel olarak bu sorular üzerine düşünmeleri ve not almaları için zaman verildi. Ardından üçer kişilik gruplar oluşturuldu ve bir araya gelmeleri sağlandı. Grupların kendi içinde öncelikle hazır oluş sorularına verdikleri yanıtları konuşup problemi kendi cümleleriyle ifade etmeleri ve ne istendiğini açıklamaları söylendi. **Sadeleştirme aşamas**ında olası çözümler için öğrencilerden varsayımlar oluşturmaları istendi. Bu aşamada Deniz'in öne sürdüğü, "Neredeyse yılın çoğunu okulda geçiriyorum." düşüncesi ile arkadaşının öne sürdüğü düşünce olan, "Bir sürü tatilimiz var bence çok da vakit geçirmiyoruz." düşüncesini tartışıp kendi varsayımlarını oluşturmaları istendi. **Matematikselleştirme aşaması**'nda varsayımlardan yola çıkarak öne sürülen düşünceler yıl, gün, ay kavramları kullanılarak nasıl ifade edilir? Haftanın okul günleri ve tatil günlerini de kapsayacak şekilde yıllık okul zamanı nasıl hesaplanır? Soruları üzerinden yürütüldü. Bu aşama aynı zamanda model oluşturma aşamasıdır. Öğrenciler oluşturdukları modeller üzerinde çalışarak problemin çözümünü gerçekleştirdiler. **Yorumlama aşaması**'nda

öğrenciler elde ettikleri çözümlerden yola çıkarak kimin haklı olduğu konusunda sonuçlarını yorumladılar**. Çözümlerin sunumu aşaması,** için öğrenciler aralarından bir sözcü belirleyerek sınıfın önünde elde ettikleri sonucu, bu sonuca nasıl ulaştıklarını açıkladılar. Birbirlerini dinledikleri bu aşamada diğer gruplardan gelen soruları da yanıtladılar. Sunumlar bittikten sonra "gerçek zaman ile hissedilen zaman arasındaki farkı görebilme" amacına uygun olarak çözümlerini doğrulama basamağına geçildi. Burada işgünü takviminden faydalanılarak takvim üzerinde haftanın okul günleri ve tatil günleri gösterildi. Toplam iş günü ile bir yıldaki gün sayısı farkı ile tatil zamanı belirlendi. İkisi karşılaştırılarak kimin haklı olduğu yorumlandı.

Öğrenci çalışma kâğıdı örnekleri:

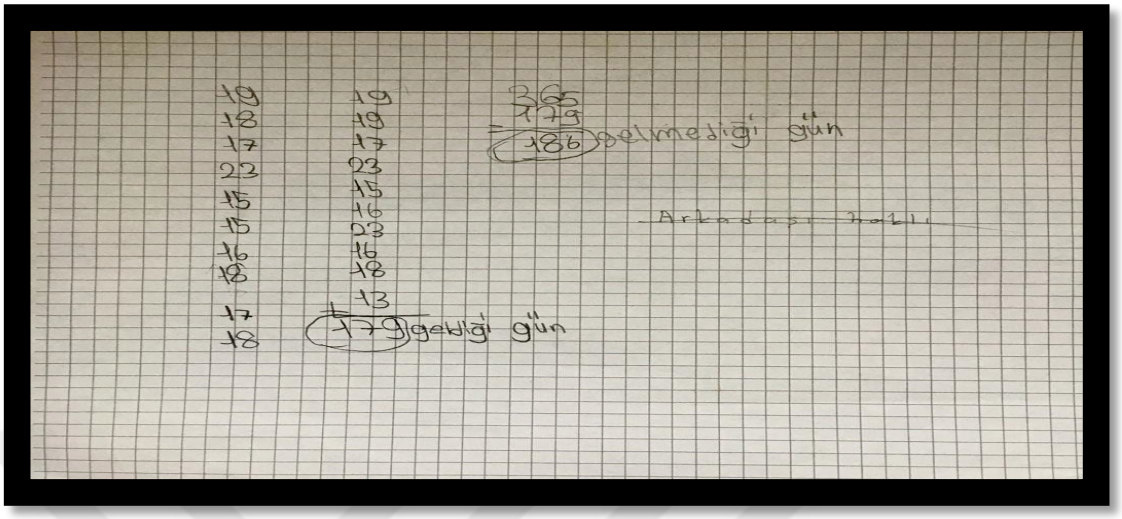
1.Grup

Şekil 4: Okulda Zaman Problemi Öğrenci Örnekleri



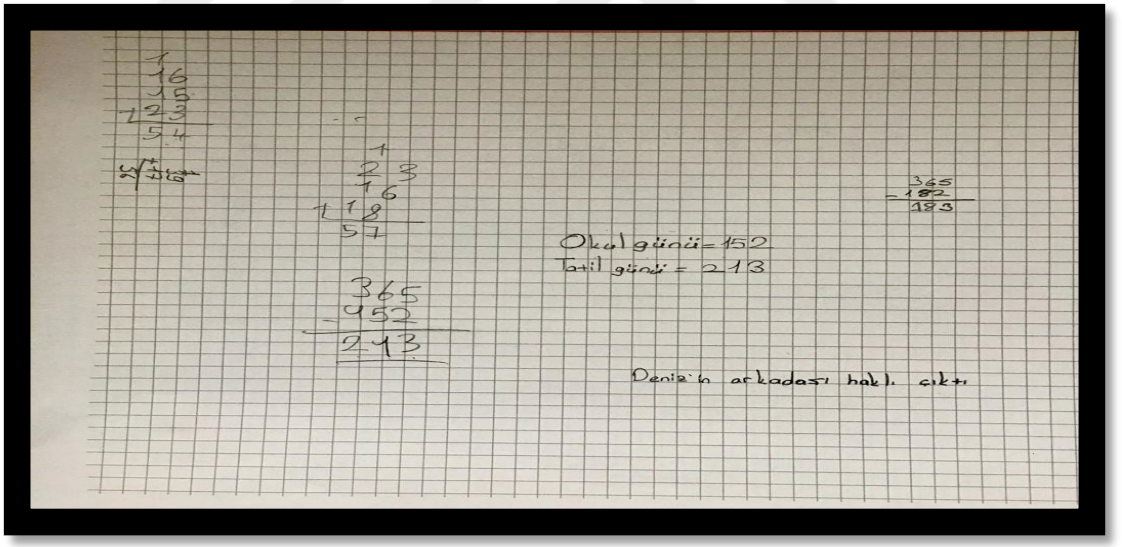
2.grup

Şekil 5: Okulda Zaman Problemi Öğrenci Örnekleri



3.Grup

Şekil 6: Okulda Zaman Problemi Öğrenci Örnekleri



2. Modelleme Etkinliği: Kutup Ayısı Problemi

Bu problemde amaç farklı kütleleri karşılaştırma, bulunulan zeminin taşıma kapasitesinin olduğunu fark etmedir. Problem 4. sınıf matematik "ölçme" öğrenme alanı içinde yer alan, M.4.3.5.4. "Ton-kilogram, kilogram-gram, gram-miligram arasındaki ilişkiyi açıklar ve birbirine dönüştürür." kazanımı ile uyumludur. Problem şu şekildedir

KUTUP AYISI PROBLEMİ



Mert, öğretmeninin okuduğu bir hikâye kitabından çok etkilenmişti. Hikâyede kutup ayısı Bobo'nun ailesine yiyecek bulmak için yaptığı yolculuk anlatılıyordu. Bobo bir buz parçasının üzerinde yolculuğa çıkmak zorunda kalmıştı, çünkü etraflarındaki buzlar eriyordu. Ailesiyle beraber yolculuk yapamazdı, çünkü bu buz parçası yalnızca Bobo'yu taşıyabilirdi. Bobo'nun büyük bir ailesi vardı ve hepsi o gelene kadar beklemek zorundaydı. Hikâyeyi dinledikten sonra Mert arkadaşlarına:
-Acaba, o buz parçasında biz yolculuk yapmak zorunda kalsaydık kaçımız oraya sığardık? diye sordu.

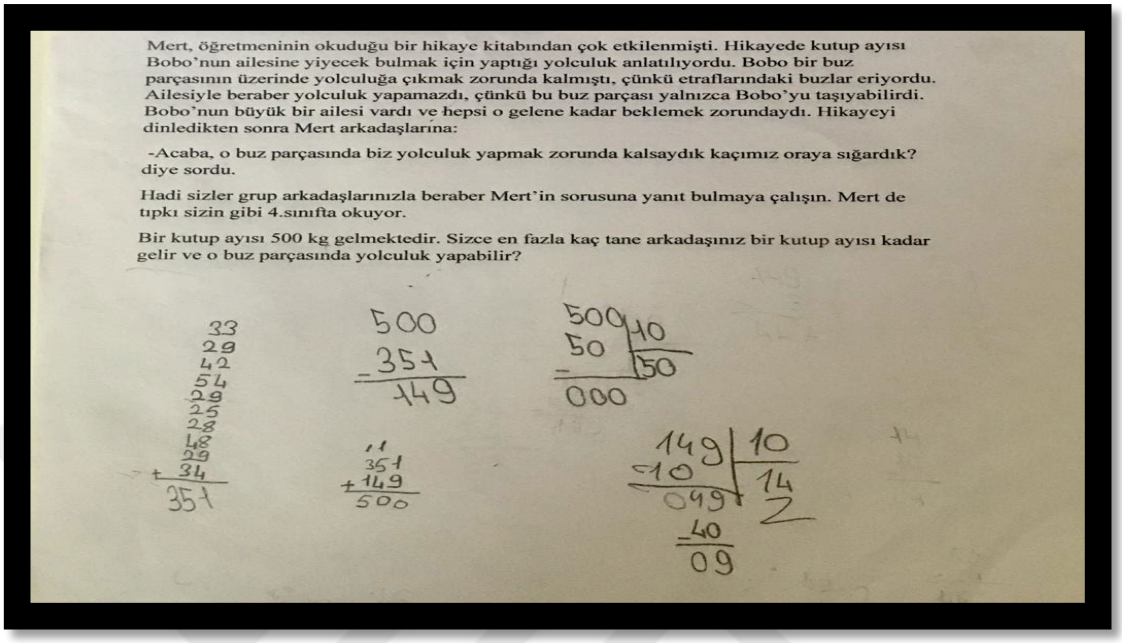
Hadi sizler grup arkadaşlarınızla beraber Mert'in sorusuna yanıt bulmaya çalışın. Mert de tıpkı sizin gibi 4. sınıfta okuyor.
Bir kutup ayısı 500 kg gelmektedir. Sizce en fazla kaç tane arkadaşınız bir kutup ayısı kadar gelir ve o buz parçasında yolculuk yapabilir?

Bu etkinlik öğrencilerin günlük hayatlarında çokça duydukları bir sorun olan çevre sorunu, kutuplardaki buzulların erimesi, hayvanları yaşam alanlarının küçülmesi gibi meselelerle matematik konusunu ortaklaştırmayı, böylece matematiğin her yerde olduğunu göstermeyi amaçlayarak oluşturulmuştur. Öğrencilerin kendi yaş grubunda olan çocukların ortalama kaç kilogram gelebileceğini önce tahminlerle tartışmaları sağlanmış daha sonra sınıfa getirilen bir tartıyla kilolarını ölçerek kilolarından yola çıkarak bir ortalama belirlemişlerdir. Böylece tahminde bulunma ve bu tahmini değerlendirmeyi de aynı zamanda deneyimleme fırsatı bulmuşlardır. Bu da ölçme öğrenme alanı içinde belirlenen kazanımlardan biridir. Çalışma sürecinde belirledikleri kilogramlarla hesaplamalar yapan gruplar buldukları cevapları süreç sonunda rapor haline getirerek sunmuşlardır.

Öğrenci çalışma kâğıdı örnekleri:

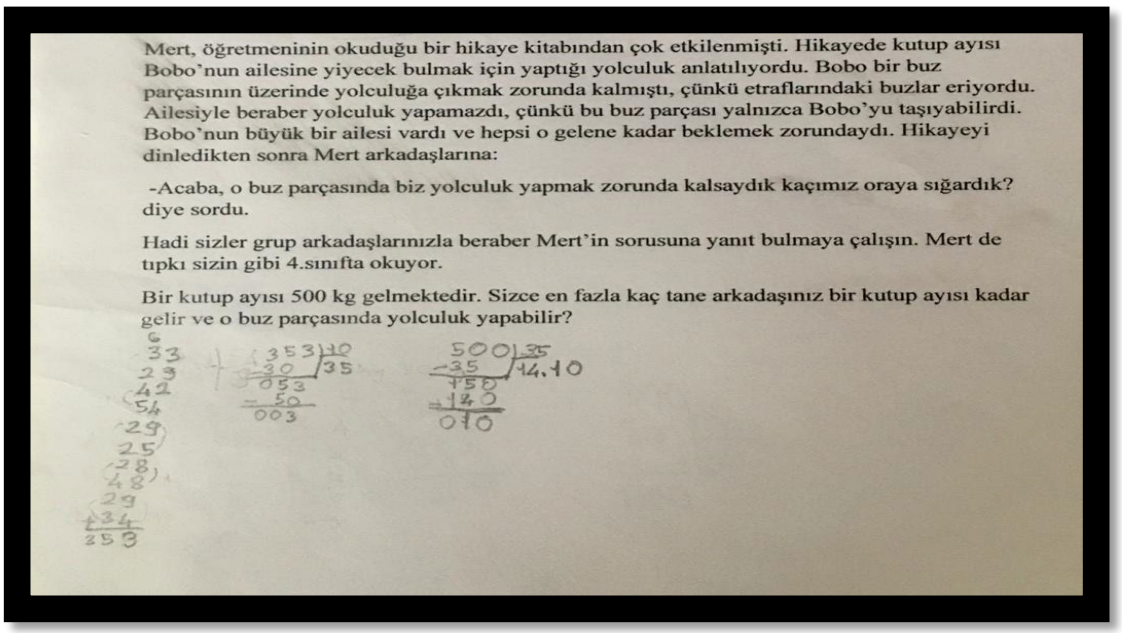
1.Grup

Şekil 7: Kutup Ayısı Problemi Öğrenci Örnekleri



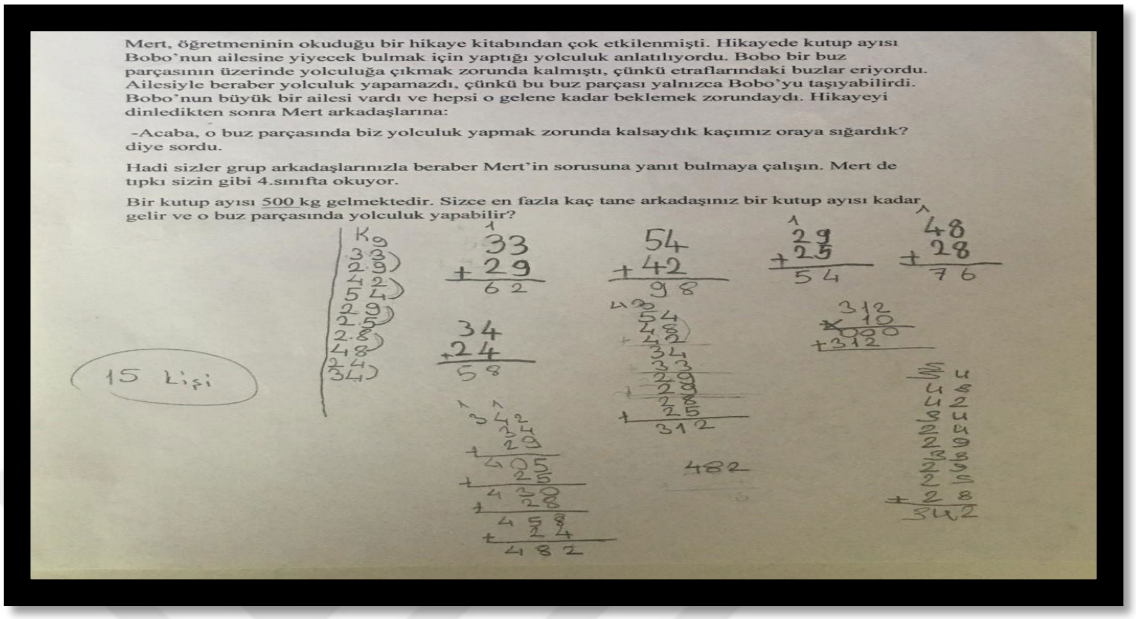
2.Grup

Şekil 8: Kutup Ayısı Problemi Öğrenci Örnekleri



3.Grup

Şekil 9: Kutup Ayısı Problemi Öğrenci Örnekleri



3.4.2. Kontrol Grubundaki Uygulama Süreci

Kontrol grubunda öğretim süreci sınıf öğretmeni tarafından bizzat yürütülmüştür. Kazanımlar var olan müfredata uygun olarak ders kitabı ve sınıf öğretmeninin sınıfa getirdiği farklı sorularla yürütülmüştür. Araştırmacı bu süreç içinde sınıf öğretmeninin sınıfa getirdiği problemler ve etkinlikleri gözden geçirip takip etmiştir. Yapılan çalışmalar deney grubunda yürütülen modelleme etkinliklerinden farklı olduğu ve müfredata uygun olan etkinliklere göre düzenlendiği araştırmacı tarafından izlenmiştir.

3.5 Verilerin Analizi

Verilerin analizini gerçekleştirirken süreç sonunda elde edilen veriler SPSS 23.0 programına aktarılmıştır. Böylece veri seti düzenlenmiştir. Analiz için hangi testlerin kullanılacağını belirlemek amacıyla bağımlı değişkenlerden elde edilen değerlerin temel varsayımları ne ölçüde karşıladığına bakılmıştır. Parametrik testleri kullanabilmek için kimi varsayımların karşılanıp karşılanmadığına bakılır. Bunların ilki veriler normal dağılımıdır. Bir diğeri ise varyans homojenliğidir. Yapılan analizde bu varsayımları belirlemek için öncelikle normal dağılın eğrisi uygunluğu

ölçülmüştür. Veri analizlerinde örneklem sayısı 30 ve 30'un altında olduğu durumlarda Shapiro-Wilk testi uygulanır. Yapılan çalışmada her bir grup için örneklem sayısı 30 olduğu için normal dağılım eğrisine uygunluk testi için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Yapılan ölçüm sonucunda verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Verilerin normal dağılım göstermemesi durumunda kullanılan Mann Witney U testi, grupların ön test-son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubunun kendi içinde ön test ile son test puanları arasındaki farklılığı tespit etmek için bağımlı gruplar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme eleştirel düşünmelerine etkisine ilişkin elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi "İlkokul 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi var mıdır?" şeklindedir. Yapılan analizler sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test normallik dağılımlarına ilişkin bulgulara Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Problem Çözme Başarı Testi" Ön Test- Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı

	Grup	**N**	**P**	**p**
			Ön Test	**Son test**
Problem Çözme	Kontrol Grubu	30	0,063	0,02
	Deney Grubu	30	0,004	0,006

Tablo 6'da problem çözme becerisini ölçme amacıyla yapılan test sonuçlarına göre $p<0.05$ olduğu için puanlar kontrol ve deney grubu için normal dağılım göstermemektedir. Bundan dolayı grupların ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek için Mann Witney U testi kullanılmıştır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Problem Çözme Başarı Testi" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması

	Grup	**N**	**S. Ort.**	**S. Toplam**	**U**	**P**
Problem Çözme Ön Test	Kontrol Grubu	30	30,97	929	436	0,831
	Deney Grubu	30	30,03	901		

Tabloya göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Problem Çözme ölçeğinden (U=436.000; p=0.831>0.05) aldığı puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol gruplarının ön test toplam puanları açısından denk olduğu söylenebilir.

Tablo 8. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Problem Çözme Başarı Testi" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Kontrol Grubu	Negatif Sıralar	1a	2	2	-1,134b	0,257
	Pozitif Sıralar	3b	2,67	8		
	Eşit Sıralar	26c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 8'e göre; kontrol grubu öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Z= -1,134b; P >0.05).

Tablo 9. Deney Grubundaki Öğrencilerin Grup İçi "Problem Çözme Başarı Testi" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Deney Grubu	Negatif Sıralar	2a	8	16	-4,152b	0,000
	Pozitif Sıralar	24b	13,96	335		
	Eşit Sıralar	4c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 9'a göre; deney grubuna ait öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. (Z=-4,152b, p<0.05).

Tablo 10. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Problem Çözme Başarı Testi" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Problem Çözme Ölçeği	Kontrol Grubu	30	23,57	707,00	242,000	0,002
	Deney Grubu	30	37,43	1123,00		

Tablo 10'a göre; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Problem Çözme Başarı Testinden aldığı P=0.002<0.05 olduğundan son testte deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık oluşmuştur.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi "İlkokul 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisi var mıdır?" şeklindedir. Yapılan analizler sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin bulgulara Tablo 11'de yer verilmiştir.

Tablo 21. Kontrol Grubu ve Deney Grubu Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme Ölçeği" Grup İçi Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Ön Test – Son Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Deney Grubu	Negatif Sıralar	3a	9,5	28,5	-4,200b	0,000
	Pozitif Sıralar	27b	16,17	436,5		
	Eşit Sıralar	0c				
Kontrol Grubu	Negatif Sıralar	12a	13,08	157	-,470b	0,638
	Pozitif Sıralar	14b	13,86	194		
	Eşit Sıralar	4c				

Tablo 11'e göre deney grubu ön test – son test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuşken ($p<0,05$), kontrol grubu ön test – son test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Kontrol ve deney grubunun gruplar arası ön test- son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 12'de yer verilmiştir.

Tablo 12. Kontrol Grubu ve Deney Grubu Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme Ölçeği" Gruplar Arası Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Ön Test	Kontrol Grubu	30	34,78	1043,5	321,5	0,057
	Deney Grubu	30	26,22	786,5		
Son Test	Kontrol Grubu	30	20,08	602,5	137,5	0,000
	Deney Grubu	30	40,92	1227,5		

Tablo 12'ye göre kontrol ve deney grubu öğrencilerin ön test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($U=321,5$; $p=0,057>0.05$). Bununla birlikte kontrol ve deney grubu öğrencilerin son test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($U=137,5$; $p=0,000<0,05$).

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi "İlkokul 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme alt boyutlarına (Analiz, değerlendirme, çıkarım, yorumlama, açıklama, öz düzenleme) etkisi var mıdır?" şeklindedir. Yapılan analizler sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test puanlarının normallik dağılımına bulgulara Tablo 13'te yer verilmiştir.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Analiz Ölçeği" Ön Test- Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı

	Grup	**N**	**p**	**p**
			Ön Test	**Son test**
Analiz Ölçeği	Kontrol Grubu	30	0,001	0,000
	Deney Grubu	30	0,000	0,000

Tablo 13'te, Analiz ölçeği için yapılan test sonuçlarına göre $p<0.05$ olduğu için puanlar kontrol ve deney grubu için normal dağılım göstermemektedir. Bundan dolayı grupların ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek için Mann Witney U testi kullanılmıştır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Analiz Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması

Ön Test	**Grup**	**N**	**S. Ort.**	**S. Toplam**	**U**	**P**
Analiz Ölçeği	Kontrol Grubu	30	27,75	832,5	367,5	0,195
	Deney Grubu	30	33,25	997,5		

Tablo 14'e göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Analiz ölçeğinden ($U=367.500$; $p=0.195>0.05$) aldığı puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol gruplarının ön test toplam puanları açısından denk olduğu söylenebilir.

Tablo 15. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Analiz Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Kontrol Grubu	Negatif Sıralar	4a	13,13	52,5	-2,242b	0,025
	Pozitif Sıralar	17b	10,5	178,5		
	Eşit Sıralar	9c				

Tablo 15'e göre; kontrol grubu öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında, son test puanlarının lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Z=-2,242b; P <0.05).

Tablo 16. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Analiz Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Deney Grubu	Negatif Sıralar	0a	0	0	-4,551b	0,000
	Pozitif Sıralar	25b	13	325		
	Eşit Sıralar	5c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 16'ya göre; deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında analiz ölçeği açısından son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. (Z=-4,551b, p<0.05). Her iki grupta da istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmuş olmasına rağmen, deney grubundaki öğrencilerin analiz ölçeğinden elde ettikleri puanların daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 17. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Analiz Ölçeği" SonTest Puanlarının Karşılaştırılması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Analiz Ölçeği	Kontrol Grubu	30	25,25	757,50	292,5	0,011
	Deney Grubu	30	35,75	1072,50		

Tablo 17'ye göre; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Analiz ölçeğinden aldığı puan (P=0.011<0.05) olduğundan son testte deney ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşmuştur.

Yapılan analizler sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test normallik dağılımlarına ilişkin bulgulara Tablo 18'de yer verilmiştir.

Tablo 18. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Değerlendirme Ölçeği" Ön Test- Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı

	Grup	N	p	
			Ön Test	Son test
Değerlendirme Ölçeği	Kontrol Grubu	30	0,007	0,001
	Deney Grubu	30	0,004	0,003

Tablo 18'de Değerlendirme ölçeği için yapılan test sonuçlarına göre $p<0.05$ olduğu için puanlar kontrol ve deney grubu için normal dağılım göstermemektedir. Bundan dolayı grupların ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek için Mann Witney U testi kullanılmıştır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Değerlendirme Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Değerlendirme Ölçeği	Kontrol Grubu	30	32,03	961	404	0,488
	Deney Grubu	30	28,97	869		

Tablo 19'a göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Değerlendirme ölçeğinden ($U=404.000$; $p=0.488>0.05$) aldığı puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol gruplarının ön test toplam puanları açısından denk olduğu söylenebilir.

Tablo 10. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Değerlendirme Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Kontrol Grubu	Negatif Sıralar	3a	9,5	28,5	-1,937b	0,053
	Pozitif Sıralar	12b	7,63	91,5		
	Eşit Sıralar	15c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 20'ye göre; kontrol grubu öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Z=-1,937b; P>0.05).

Tablo 11. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Değerlendirme Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Deney Grubu	Negatif Sıralar	0a	0	0	-4,458b	0,000
	Pozitif Sıralar	25 b	13	325		
	Eşit Sıralar	5c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 21'e göre; deney grubuna ait öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. (Z=4,458b, p<0.05).

Tablo 12. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Değerlendirme Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Değerlendirme Ölçeği	Kontrol Grubu	30	27,58	827,50	362,500	0,183
	Deney Grubu	30	33,42	1002,50		

Tablo 22'ye göre; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Değerlendirme ölçeğinden aldığı P=0.183>0.05 olduğundan son testte deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Yapılan analizler sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test normallik dağılımlarına ilişkin bulgulara Tablo 23'te yer verilmiştir.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Çıkarım Ölçeği" Ön Test- Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı

	Grup	N	P	p
			Ön Test	**Son test**
Çıkarım Ölçeği	Kontrol Grubu	30	0,001	0,013
	Deney Grubu	30	0,002	0,000

Tablo 23'te, Çıkarım ölçeği için yapılan test sonuçlarına göre p<0.05 olduğu için puanlar kontrol ve deney grubu için normal dağılım göstermemektedir. Bundan dolayı grupların ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını

belirlemek için Mann Witney U testi kullanılmıştır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Çıkarım Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Çıkarım Ölçeği	Kontrol Grubu	30	31,45	943,5	421,5	0,666
	Deney Grubu	30	29,55	886,5		

Tablo 24'e göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Çıkarım ölçeğinden (U=421.500; p=0.666>0.05) aldığı puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol gruplarının ön test toplam puanları açısından denk olduğu söylenebilir.

Tablo 15. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Çıkarım Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Kontrol Grubu	Negatif Sıralar	1a	2	2	-1,134b	0,257
	Pozitif Sıralar	3b	2,67	8		
	Eşit Sıralar	26c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 25'e göre; kontrol grubu öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Z=-1,134b; P>0.05).

26. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Çıkarım Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Deney Grubu	Negatif Sıralar	0a	0	0	-3,880b	0,000
	Pozitif Sıralar	19b	10	190		
	Eşit Sıralar	11c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 26'ya göre; deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. (Z=-3,880b, p<0.05).

Tablo 27. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Çıkarım Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Çıkarım Ölçeği	Kontrol Grubu	30	24,93	748,00	283	0,010
	Deney Grubu	30	36,07	1082,00		

Tablo 27'ye göre; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Çıkarım ölçeğinden aldığı P=0.010<0.05 olduğundan son testte deney ve kontrol grubu arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Yapılan analizler sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test normallik dağılımlarına ilişkin bulgulara Tablo 28'de yer verilmiştir.

Tablo 28. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Yorumlama Ölçeği" Ön Test- Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı

	Grup	N	p	
			Ön Test	**Son test**
Yorumlama Ölçeği	Kontrol Grubu	30	0,053	0,019
	Deney Grubu	30	0,001	0,002

Tablo 28'de Yorumlama ölçeği için yapılan test sonuçlarına göre p<0.05 olduğu için puanlar kontrol ve deney grubu için normal dağılım göstermemektedir. Bundan dolayı grupların ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek için Mann Witney U testi kullanılmıştır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 29'da sunulmuştur.

Tablo 29. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Yorumlama Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Yorumlama Ölçeği	Kontrol Grubu	30	31,95	958,5	406,5	0,511
	Deney Grubu	30	29,05	871,5		

Tablo 29'a göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Yorumlama ölçeğinden (U=406,5; p=0.511>0.05) aldığı puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol gruplarının ön test toplam puanları açısından denk olduğu söylenebilir.

Tablo 30. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Yorumlama Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Kontrol Grubu	Negatif Sıralar	4a	7,75	31	-0,189b	0,85
	Pozitif Sıralar	7b	5	35		
	Eşit Sıralar	19c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 30'a göre; kontrol grubu öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Z=-0,189b; P>0.05).

Tablo 31. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Yorumlama Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Deney Grubu	Negatif Sıralar	0a	0	0	-4,787b	0,000
	Pozitif Sıralar	29b	15	435		
	Eşit Sıralar	1c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 31'e göre; deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. (Z=-4,787b, p<0.05).

Tablo 32. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme - Yorumlama Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Yorumlama Ölçeği	Kontrol Grubu	30	20,43	613,00	148,000	0,000
	Deney Grubu	30	40,57	1217,00		

Tablo 32'ye göre; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Yorumlama ölçeğinden aldığı P=0.000<0.05 olduğundan son testte deney ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Yapılan analizler sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test normallik dağılımlarına ilişkin bulgulara Tablo 33'e yer verilmiştir.

Tablo 33. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Açıklama Ölçeği" Ön Test - Son Test Puanlarının Normallik Dağılımı

	Grup	N	p	P
			Ön Test	Son test
Açıklama Ölçeği	Kontrol Grubu	30	0,02	0,005
	Deney Grubu	30	0,115	0,019

Tablo 33'te, Açıklama ölçeği için yapılan test sonuçlarına göre kontrol grubu $p<0.05$ olduğu için normal dağılmadığı ancak deney grubu $p> 0.05$ olduğu için normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Bundan dolayı grupların ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını belirlemek için Mann Witney U testi kullanılmıştır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 34'te sunulmuştur.

Tablo 34. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Açıklama Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırılması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Açıklama Ölçeği	Kontrol Grubu	30	32,83	985	380	0,293
	Deney Grubu	30	28,17	845		

Tablo 34'e göre; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Açıklama ölçeğinden aldığı puanlar ($U=380.000$; $p=0.293>0.05$) arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol gruplarının ön test toplam puanları açısından denk olduğu söylenebilir.

Tablo 35. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Açıklama Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Ön Test- Son Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Kontrol Grubu	Negatif Sıralar	0a	0	0	-3,578b	0,000
	Pozitif Sıralar	15b	8	120		
	Eşit Sıralar	15c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 35'e göre; kontrol grubu öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında, son test puanlarının lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($Z=-3,578$; $P <0.05$).

Tablo 36. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Açıklama Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Ön Test- Son Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Deney Grubu	Negatif Sıralar	0a	0	0		
	Pozitif Sıralar	26b	13,5	351	-4,508b	0,000
	Eşit Sıralar	4c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 36'ya göre; deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında açıklama ölçeği açısından son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Z=-4,508, p<0.05). Her iki grupta da istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmuş olmasına rağmen, deney grubundaki öğrencilerin açıklama ölçeğinden elde ettikleri puanların daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 37. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme-Açıklama Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Açıklama Ölçeği	Kontrol Grubu	30	23,93	718,00	253	0,003
	Deney Grubu	30	37,07	1112,00		

Tablo 37'ye göre; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Açıklama ölçeğinden aldığı P=0.003<0.05 olduğundan son testte deney ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Yapılan analizler sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test son test normallik dağılımlarına ilişkin bulgulara Tablo 38'de yer verilmiştir.

Tablo 38. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği" Ön Test Puanlarının Normallik Dağılımı

	Grup	N	p	p
			Ön Test	Son test
Öz Düzenleme Ölçeği	Kontrol Grubu	30	0,039	0,039
	Deney Grubu	30	0,055	0,000

Tablo 38'de Öz Düzenleme ölçeği için yapılan test sonuçlarına göre p<0.05 olduğu için puanlar kontrol ve deney grubu için normal dağılım göstermemektedir. Bundan dolayı grupların ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını

belirlemek için Mann Witney U testi kullanılmıştır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 39'da sunulmuştur.

Tablo 39. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği" Ön Test Puanlarının Karşılaştırması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Öz Düzenleme Ölçeği	Kontrol Grubu	30	30,57	917,00	448,5	0,976
	Deney Grubu	30	30,43	913,00		

Tablo 39'a göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Öz Düzenleme ölçeğinden (U=448,5; p=0.976>0.05) aldığı puanlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol gruplarının ön test toplam puanları açısından denk olduğu söylenebilir.

Tablo 40. Kontrol Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Kontrol Grubu	Negatif Sıralar	3a	5,33	16,00	-,351[b]	0,725
	Pozitif Sıralar	4b	3,00	12,00		
	Eşit Sıralar	23c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 40'a göre; kontrol grubu öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Z=-0,351[b]; P>0.05).

Tablo 41. Deney Grubundaki öğrencilerin Grup İçi "Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği" Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

	Son Test-Ön Test	n	Sıra Ort.	Sıralar Top.	Z	P
Deney Grubu	Negatif Sıralar	0a	0	0	-4,055[c]	0
	Pozitif Sıralar	20b	10,50	210,00		
	Eşit Sıralar	10c				

a. SonTest < ÖnTest, b. SonTest > ÖnTest, c. SonTest = ÖnTest

Tablo 41'e göre; Deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. (Z=-4,055c, p<0.05).

Tablo 42. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğrencilerin "Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği" Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Ön Test	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
Öz Düzenleme Ölçeği	Kontrol Grubu	30	25,28	758,50	293,500	0,019
	Deney Grubu	30	35,72	1071,50		

Tablo 42'ye göre; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Öz düzenleme ölçeğinden aldığı P=0.019<0.05 olduğundan son testte deney ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşmuştur.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İlkokul 4. sınıf öğrencileri ile yürütülen bu çalışmada uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın sonuç kısmında yapılan çalışmadan elde edilen bulgulardan yola çıkarak çalışmanın literatüre katkısı ortaya konulmuştur. Tartışma bölümünde literatürden alıntılarla bulgular arasında bağ kurarak yoruma yer verilmiştir. Öneriler bölümünde ise çalışma sürecinde elde edilen tecrübeden yola çıkarak alanda çalışma yapan araştırmacılar için önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

İlkokul 4. sınıf öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulguların sonuçları aşağıda yer almaktadır.

1. Kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin grup içi ve gruplar arası "Eleştirel Düşünme Ölçeği" ön test son test sonuçları karşılaştırıldığında kontrol grubu öğrencilerinin sonuçlarında anlamlı bir fark oluşmazken deney grubu öğrencilerinde istatistiksel olarak bir fark oluşmuştur. Buradan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinliklerinin eleştirel düşünme becerisini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

2. Deney ve kontrol grubuna ön test ve son test olarak uygulanan "Eleştirel Düşünme – Açıklama" ölçeği verileri incelendiğinde, grup içi ön test ve son test puanlarında her iki grupta da anlamlı bir farklılık oluştuğu belirlenmiştir. Grupların puan artışları incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin puan artışının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme beceri alt boyutlarından biri olan açıklama boyutunda etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır

3. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin grup içi "Eleştirel Düşünme- Analiz Ölçeği" ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması sonucunda hem kontrol grubu öğrencilerinde hem de deney grubu öğrencilerinde anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber elde edilen bulgular incelendiğinde deney grubu

öğrencilerinin analiz ölçeğinden aldıkları puanın çok yüksek olduğu görülmektedir. Buradan yola çıkarak yapılan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme beceri alanlarından biri olan analiz becerisini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin grup içi "Eleştirel Düşünme-Çıkarım Ölçeği" ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında kontrol grubu öğrencilerinde istatistiksel olarak bir fark bulunmazken deney grubu öğrencilerinin aldıkları puanlarda anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Eleştirel Düşünme- Değerlendirme Ölçeği" grup içi ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında kontrol grubu öğrencilerinde istatistiksel olarak bir fark bulunmazken deney grubu öğrencilerinde anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinlikleri uygulamalarının eleştirel düşünme alt boyutlarından biri olan değerlendirme becerisini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin grup içi **"**Eleştirel Düşünme- Yorumlama Ölçeği" ön test son test sonuçları karşılaştırıldığında kontrol grubu öğrencilerinin puanları arasında anlamlı bir fark oluşmazken, deney grubu öğrencilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluştuğu belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan uygulamaların eleştirel düşünme becerisi alt boyutlarından biri olan yorumlama becerisini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

7. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin grup içi "Eleştirel Düşünme-Öz Düzenleme Ölçeği" ön test son test sonuçları karşılaştırıldığında kontrol grubunda anlamlı bir fark oluşmadığı, deney grubunda ise istatistiksel olarak bir fark oluştuğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin öz düzenleme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

8. Kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin grup içi "Problem Çözme Başarı Testi" ön test son test sonuçları karşılaştırıldığında kontrol grubu öğrencilerinin sonuçlarında anlamlı bir fark oluşmazken deney grubu öğrencilerinde istatistiksel olarak bir fark oluşmuştur. Buradan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinliklerinin problem çözme becerisini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.2.Tartışma

Araştırmanın bulguları ilkokul seviyesinde uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine etkisinin olduğunu göstermiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul düzeyinde öğrenci gruplarıyla çalışılması öğrencilerin modelleme becerilerinin gelişmesi açısından önemli bir fırsat yaratmaktadır.

Çalışmada kullanılan deneysel desen sonucunda birbirine denklikleri ön testlerle belirlenen kontrol ve deney grubundaki öğrencilerde uygulamalar sonunda anlamlı fark oluştuğu bu farkın deney grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. Bu farkı yaratan koşul deney grubuyla yürütülen modelleme etkinlikleridir. Süreç içinde öğrenciler kendilerinin merkezde olduğu, aktif olarak sürece dahil oldukları ve modelleme etkinliklerini aşamalarıyla uyguladıkları bir çalışma içinde yer almışlardır. Tüm bu çalışmalar sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin başarılarında artış oluşmuştur.

Yapılan çalışmada matematiksel modelleme etkinlikleri bir araç olarak kullanılmıştır. Bu yaklaşım Erbaş ve diğerleri (2014) çalışmalarında belirttikleri modellemeyi bir araç olarak kullanılmasının öğrenciye kazandırılması amaçlanan beceri ve kavramların modelleme uygulaması ile öğrenciyi süreçte aktif kılarak uygulanması olarak tanımlamışlardır. Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerisine etkisini incelemeyi amaçlayan bu çalışma da bu yaklaşımla uyum göstermektedir. Ayrıca grup çalışmaları yapılarak öğrenciler süreç içinde aktif kılınmıştır. Aztekin ve Şener'in (2015) Türkiye'de yapılan matematiksel modelleme çalışmalarına ilişkin yaptıkları içerik analizi sonuçlarına göre, modelleme etkinlikleri araç ya da amaç olarak kullanılabilmektedir. Modelleme etkinliklerini bir araç olarak kullanan çalışmaların ortak özelliği öğrencilerde bilgi, beceri ve akademik performanslarını geliştirmeyi amaçlayan pedagojik hedefler içermeleridir. Yapılan çalışma pedagojik hedefler içermesi açısından Aztekin ve Şener'in çalışmalarından elde ettikleri sonuçlarla örtüşmektedir.

Öğrenciler başlangıçta ilk kez karşılaştıkları rutin olmayan problem durumlarıyla çalışmakta zorlanmış, sıklıkla yardım istemişlerdir. Bu zorlanma grup içinde kimi öğrencilerde odaklanma sorunlarına yol açmış, kimi öğrenciler ön plana çıkarken kimileri geri planda kalmıştır. Bu sonuç, Şahin (2014) tarafından yürütülen

araştırmanın sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Buna rağmen öğrenciler zorluklarla zamanla baş edebilmiş, modelleme problemlerine uyum sağlamış ve becerilerini geliştirmişlerdir. Altun ve Arslan (2006), rutin olmayan problem çözme stratejilerini uygulayarak ilköğretim öğrencilerinin problem çözme becerilerindeki gelişmeyi incelemişler ve bu çalışmayla da benzer şekilde öğrencilerin rutin olmayan problemleri çözme başarılarının arttığını, öğrencilerin bu tür problemlerle çalışarak sürece uyum sağladıklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca bu gelişim English (2006), ilkokul öğrencileriyle yaptığı çalışmalarla da örtüşmektedir. Öğrenciler başlangıçta zorluk yaşamalarına karşın zamanla model kurmuşlar ve modellerini değerlendirebilmişlerdir. Mousoulides ve diğerleri (2008), modelleme problemleri üzerine çalıştıkça öğrencilerde modelleme becerilerinin artığını gösterdiği çalışmasıyla da benzerlik gösteren bir süreç yaşanmıştır.

Öğrencilere problem çözme çalışması yapılacağı söylendiğinde beklenen problem türü ile karşılarına çıkan problem durumlarının farklı olması, alışık oldukları problemlerin işlem becerisini ölçen sözel problemler olduğunu göstermiştir. Günlük yaşam problemleriyle karşılaşamayan öğrencilerin matematik ile gerçek dünya arasında bağ kurması zor olacaktır. Matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin gösterdikleri gelişim onları matematiği günlük hayata transfer etmede destekleyeceği anlamına gelir. Günlük hayatla ilişki kurmak motivasyonu da pozitif olarak etkileyecektir.

Matematik eğitiminin en önemli hedeflerinden biri öğrencileri iyi birer problem çözücü olarak yetiştirebilmektir. Problem çözebilmenin yolu matematiksel düşünmeye sahip olmaktan geçer. Matematiksel düşünmeyi geliştirmenin yolu kısa yanıtlı, kalıp ifadeler içeren, genellikle tek bir yoldan çözüme ulaşılan, işlem becerisine ağırlık veren geleneksel problemler olmadığı açıktır. Bunun için öğrencileri düşünmeye, tartışmaya yönelten, farklı stratejileri uygulamayı gerektiren, çok farklı çözüm yolları ile sonuca ulaşılabilecek, gerçek yaşam bağlamından kopuk olmayan problemlerle mümkündür. Modelleme problemleri öğrencilerin verilenleri ve istenenleri üretken ve yaratıcı bir biçimde kavramsallaştırmasını gerektirir, bu yolla öğrencilerde matematiksel düşünmenin gelişimi mümkün olur. Çalışmanın bulgularından yola çıkarak deney grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerinde artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (English vd., 2005; Mousoulides vd., 2007; Kertil, 2008; Doruk, 2010)

çalışmalarında yaptıkları matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine katkısını vurgulamışlardır. Bunun yanı sıra Mengi (2019, s. 213) yaptığı araştırmada 7.sınıf öğrencileriyle çalışmış ve problem çözme becerilerini ölçme aracıyla test ederek sonuçlarını nicel verilerle açıklamıştır. Yaptığı araştırmanın sonucunda matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirdiğini açıklamıştır. Mengi (2019, s. 213), elde ettiği sonuç ile bu araştırmanın sonucu paralellik göstermektedir. Buradan farklı yaş gruplarında matematiksel modellemenin problem çözme becerisine etki ettiği sonucuna varılabilir.

Schwarz ve Kaiser (2007) yaptığı çalışmada orta düzeyde matematik başarısına sahip olan öğrencilerin modelleme problemleriyle çalışırken ilk etapta başarı göstermezken süreç ilerledikçe başarılarında artış olduğunu saptamıştır. Mevcut çalışma içinde düşük matematik başarısına sahip öğrencilerin sürecin başında düşük motivasyonla grup içinde fazla varlık göstermezken süreç ilerledikçe birlikte çalışmanın yarattığı motivasyon ve yapabilirliklerine olan güvenin artışıyla daha fazla varlık göstermeye başlamışlardır. Çelikkol (2016), çalışmasında modelleme problemleriyle çalışırken düşük başarı seviyesinde olan öğrencilerin problem çözme başarılarında artış olduğunu saptamıştır. Bu çalışmanın bulgularından elde edilen sonuç da benzer şekilde öğrencilerin problem çözme başarılarında artış olduğu şeklindedir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışması çok önemli bir yere sahiptir. Şahin ve Erarslan (2018, s. 104), İlkokulda matematiksel modelleme etkinliklerinin nasıl uygulanabileceğine dair yaptıkları çalışmada sürecin grup çalışmasıyla yürütülmesinin önemine vurgu yapmışlardır. (Çetinkaya 2020, s. 66; English & Watters, 2005, s.297; Zawojewski vd., 2003; Kertil 2008, s. 105) pek çok çalışmada gerçek yaşam problemleri üzerinde çalışırken öğrencilerin grup içinde daha yaratıcı çözümler buldukları ve tartışma yoluyla tek başlarına olduklarından daha fazla argüman üretebildikleri gerçeği ortaya konulmuştur. Bu çalışmada deney grubu ile yapılan uygulama süreci öğrencilerin gruplar halinde çalışmasına imkân verecek şekilde düzenlenmiştir. Modelleme problemi üzerine çalışırken grup içinde her bir öğrenci kendi fikirlerini ortaya koyar, bu fikirler grup içinde tartışılarak çözüm için uygun model ortaya konur. Zawojewski ve diğerleri (2003) çalışmalarında modelleme etkinlikleri için en uygun sayının üç kişilik gruplar olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada öğrenciler, buna uygun olarak 3 kişilik gruplar

halinde çalışmışlardır. Bu çalışmalar sırasında kendi yorumlarını ortaya koymuş ve grup arkadaşlarının fikirleriyle kendi yorumlarını düzenlemişlerdir. Bu süreç Lesh ve English (2003) çalışmalarında belirttiği modelleme etkinliklerinin sosyal boyutunu oluşturması açısından önemlidir. English ve Waters (2005) çalışmalarında vurguladıkları gibi modelleme problemleri doğası gereği sosyal faaliyetler olduğu için, çocuklar nihai ürünlerine doğru çalışırken çok sayıda soru, varsayım, tartışma, çatışma ve çözüme girerler. Mevcut çalışma içerisinde öğrencilerin zamanla daha fazla aktif hale geldikleri, grup içinde varlık gösterme durumlarının haftalar ilerledikçe artığı gözlemlenmiş bunun da modellemenin ilkokulun erken yıllarından itibaren uygulanmasının önemini ortaya koyduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde bu yaklaşım English ve Waters (2004), tarafından yapılan çalışmanın sonucunda belirttikleri modelleme etkinliklerinin ilkokulun erken dönemlerinden itibaren başlatılması önerisiyle de örtüşmektedir.

Eleştirel düşünme becerisi üst düzey düşünme becerileri içinde yer alan düşünme biçimlerinden biridir. Eleştirel düşünmeyi bir beceri olarak kabul etmek aynı zamanda geliştirilebilir, öğrenilebilir olduğunu kabul etmek anlamına da gelir. Bu beceri etkili muhakeme yapmayı, amaca doğru yol alırken bilişsel becerileri kullanmayı, etkili stratejiler üretmeyi bir diğer deyişle problem çözme becerisini içermektedir. Çocuklara düşünme becerileri kazandırmada en önemli unsur etkili bir iletişimden geçer. Boyraz ve Türkcan (2021, s. 22), ilkokulda düşünme becerileri üzerine yaptıkları çalışmalarında sınıfta öğrenciler arasında diyalog kurulmasının, etkileşimin ve karşılıklı iletişimin düşünme becerilerini geliştirdiğini vurgulamışlardır. Matematiksel modelleme etkinlikleri gruplar halinde çalışmaya teşvik etmesi, öğrencileri grup içinde diyaloglar halinde çözüme ulaştırması açısından sözü edilen etkileşim ve diyaloğa alan açar. Öğretmenin merkezde olduğu ve çoğu zaman monologlar halinde ya da öğretmen ve öğrenci arasında tek yönlü iletişimle ilerlenen geleneksel yöntemden farklıdır. Öğrenciden öğrenciye iletişime olanak tanıması açısından öğrenci merkezli bir çalışma yöntemidir. Bu yolla çocuklar akranlarından edindikleri fikirlerle kendi düşünme süreçlerine bakabilirler. Bu çalışmada grup çalışmaları ile uygulama sürecinin ilerlemesi, uygulamayı yürüten araştırmacının süreçte öğrencilere doğrudan müdahale etmemesi, öğrencilerin tıkandığı noktalarda yol açan sorular yöneltmesi açısından öğrenciyi merkezde tutması, öğrenciler arasında tartışmalarla etkileşimin yoğun olması

açısından Boyraz ve Türkcan (2021) çalışmalarında belirttiği sınıfta düşünme becerilerini geliştirebilecek etkileşime ve iletişime alan açmıştır. Eleştirel düşünmenin içerdiği beceriler problem çözme süreci içerisinden tanımlanmış olup bunlar, problemi tanımlama, anlamlandırma, varsayımlar üretme, analiz etme, tümevarım ve tümden gelim stratejilerini kullanma, kendi varsayımlarını test etme gibi üstbilişsellik içeren süreçlerdir (Pithers & Soden 2000; akt.Allahverdi, 2009, s. 45). Bu noktada eleştirel düşünme için kişinin aktif olduğu ve kendi düşünme sürecine baktığı ve test ettiği bir süreç olarak tanımlayabiliriz. Üstbiliş ile eleştirel düşünme arasındaki ilişkiye bakan Karaoğlan-Yılmaz ve diğerleri (2019) çalışmalarının sonucunda üstbilişsel düşünme stratejileri uygulayan bireyin süreç içinde kendi düşünme sürecini değerlendirdiğini ve bu değerlendirme işlemini eleştirel düşünme ile gerçekleştirdiğini ifade etmişlerdir. Bu noktada mevcut çalışma sürecinde öğrenciler üstbilişsel süreçlerden geçmiş ve kendi düşünmelerini değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirme sürecini eleştirel düşünmeyle yaptıkları ve bu durumun da eleştirel düşünme becerisine katkı sunduğu sonucuna varılmıştır. (Maaß, 2006; Hıdıroğlu, 2018; Lesh & Doerr, 2003; Blum & Ferri, 2009) modelleme üzerine yaptıkları çalışmalarda üstbilişi modelleme yeterlilikleri arasında önemli bir yere koymuşlar, gerek modelleme sürecini yürütmek için gerekli olan bir yeterlilik olarak gerekse süreç sonunda gelişen bir beceri olarak vurgulanan üstbilişsel beceri bu çalışmanın sonunda da elde edilen bulgulardan yola çıkarak gelişim gösterdiği görülmüştür.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisini ölçmek amacıyla yapılan çalışmanın sonucunda uygulama yapılan öğrenciler eleştirel düşünme becerilerinde gelişim göstermiştir. Modelleme sürecinin bireylerin eleştirel düşünme, sorgulama becerileri, yaratıcı ve yansıtıcı düşünmelerine katkı sağladığı pek çok araştırmada ele alınmış ve vurgulanmıştır (Akyol & Şendurur, 2018; Mengi, 2019; Doruk, 2010; English & Waters, 2005; Lesh, 2006; Dosoete vd., 2001; Han & Kim, 2020; Eraslan, 2012; Evagorou vd., 2020; Sriraman & Lesh, 2006). Bu araştırmanın sonucunda uygulanan modelleme etkinliklerinin, araştırmalarda vurgulanan becerileri geliştirdiği görülmüştür. Eleştirel düşünme tek başına bilişsel bir süreç olmayıp duyuşsal faktörleri de içinde barındırmaktadır. Yapılan çalışmada bu faktörlerden biri olan öz düzenleme becerisi de ölçme araçlarıyla test edilmiş ve öğrencilerde öz düzenleme becerilerinde

gelişme olduğu saptanmıştır. Öz düzenleme becerisi bireyin karmaşık durumlar içinde bulunduğu süreçlerde kendini kontrol etmeye yönelik çabası ve etkinliğidir. Problem çözme etkinliği içindeyken karşılaştığı zorluklarda devam etme motivasyonu bu beceriyle sağlanır. Eleştirel düşünme ile olan ilişkisi bu devam etme ve yeni stratejiler üretme çabasını yapılandırmasından gelir. Birey sahip olduğu öz düzenleme becerisi sayesinde zorluklar karşısında yılgınlığa düşmeden sürece devam eder böylece eleştirel düşünme süreci sekteye uğramaz ve yeni stratejiler üretilmesini sağlar. Blum ve Ferri (2009), modelleme etkinliklerinde öğrencilerin zorlandıkları noktaları çözmek için öz düzenlemeyi geliştirici bir planlama yapmışlar ve böylece öğrenciler modelleme sürecinde yaşanan zorlukların üstesinden gelebilmişlerdir. Yapılan çalışmada öğrencilerin süreç içinde modelleme sürecine alıştıkça yaşanan zorlukların üstesinden gelme konusunda daha istekli olduğu görülmüştür.

5.3. Öneriler

Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerileri ve eleştirel düşünmelerine olan etkisini incelemek amacıyla ilkokul 4. sınıf öğrencileriyle yürütülen çalışmanın bulgularından elde edilen sonuçlardan hareketle aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. Öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları modelleme problemlerinin açık uçlu doğası, çözüm için farklı stratejiler uygulamayı gerektirmesi, kalıp ifadelerden uzak olması gibi özelliklerinden dolayı öğrencileri zorlamıştır. Bu nitelikte problemlerle karşılaşmamış olmaları alıştıkları işlem odaklı problemlerde kullandıkları yoldan çözüme gitme çabasını doğurmuş, bunu yapamadıkları noktada öğretmen desteğini alma çabası içine girmişlerdir. Yaşanan güçlükleri aşmanın yolu ana sınıfından itibaren matematiksel modelleme etkinlikleriyle öğrencileri buluşturacak bir öğretim programı oluşturmak ve bu yolla ilerleyen kademelerde kesintisiz olarak modelleme etkinliklerine devam etmektir. English (2013), yaptığı çalışmasında bu konunun üzerinde durmuş ve ilkokul 1. Sınıftan başlayarak uyguladığı modelleme problemlerine öğrencilerin uyum sağladığını göstermiştir.

2. Öğretim programında yer verilecek modelleme etkinliklerinin uygulayıcısı olacak öğretmenlerin de bu konuda bilgilendirilmesi önemlidir. Öğrenci merkezli bir yöntem olan matematiksel modelleme etkinlikleri ilk bakışta öğretmenler için

zorlayıcı olabilir ve bu sebeple uygulamaktan kaçınabilirler. Bu algıyı yıkmanın yolu etkili bir hizmet içi eğitimle mümkündür. Öğretmenlere bulundukları kademelere uygun şekilde uygulamaya dönük örneklerle etkili bir hizmet içi eğitim verilmesi önerilmektedir.

3. Matematik eğitiminin önemli amaçlarından biri de problem çözme becerisini kazandırmaktır. Geleneksel problem çözme yöntemlerinin bu beceriyi geliştirmediği pek çok araştırmayla gösterilmiştir. Problem çözme becerisini geliştirmeye en iyi desteği rutin olmayan problemler sağlamaktadır. Buradan yola çıkarak öğretmenlerin ilkokulun ilk yıllarından itibaren rutin olmayan problemlere matematik derslerinde daha fazla yer vermesi önemlidir.

4. Modelleme etkinlikleri doğası gereği sosyal etkinlikler olduğu özellikle vurgulanmalı. Bu sebeple modelleme üzerine öğrenciler çalıştırılırken onlara tartışabilecekleri ve beraber çözüm yolları bulabilecekleri ortam hazırlamak önemlidir.

5. Yapılan çalışmada matematiksel modelleme etkinlikleri literatürde önerildiği şekilde grup çalışması şeklinde uygulanmıştır. Öğrencilerin grup çalışması yaparken pek çok zorluk yaşadığı, anlaşmazlığa düştüğü zamanlar yaşanmış, zaman zaman kenarda kalan öğrenciler olduğu gözlenmiştir. Buradan yola çıkarak araştırmacıların grup çalışması için önceden hazırlık yapması, karşılaşılabilecek bu tür zorluklar için çalışma başlamadan önlemler alması önerilebilir. Grup çalışması kurallarını belirlemek bu strateji ve önlemlerden biri olabilir.

6. Öğrencilerin üzerinde çalıştıkları problemler kendi yaşantılarına ne kadar yakınsa o kadar çok ilgilerini çekmiş, süreç içinde o oranda motivasyonları artmıştır. Buradan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinliklerini uygulayacak araştırmacı ve öğretmenlere bu konuya dikkat etmeleri ve öğrencilerin günlük hayatlarıyla ilişkisi yüksek problemleri sınıfa getirmeleri önerilmektedir.

7. Öğrenciler gruplarında elde ettikleri sonuçları sözlü sunumlar yaparak diğer gruplara sunmuşlardır. Bu aşamanın öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine katkısının yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun için matematiksel modelleme etkinliklerinin raporlama aşamasına daha fazla zaman ayrılabilir. Bununla beraber yalnızca sözlü sunum değil yazılı ve görsel sunum teknikleri de uygulanabilir.

8. Yapılacak çalışmalar nitel verilerle de desteklenebilir. Bunun için gözlem raporları, öğrenci ve öğretmen görüşmeleri yapılabilir.

KAYNAKÇA

Akınoğlu, O. (2003). Bir eğitim değeri olarak eleştirel düşünme. *Değerler Eğitimi Dergisi*, *1* (3), 7-26.

Akyol, D., & Şendurur, P. (2019). Model oluşturma etkinliklerinde bilişsel araç kullanımının öğrenci düşünme becerilerine etkisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi, 10*(1), 101-129.

Allahverdi, K. (2009). *John Dewey'de Eleştirel Düşünme Yaklaşımı* (Yayın No. 249171) [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Alsina, A., & Salgado, M. (2021). Introduciendo la Modelizacion Matematica Temprana en Educacion Infantil: Un marco para resolver problemas reales [Introducing early mathematical modeling in early childhood education: A framework for solving real problems]. *Modelling in Science Education and Learning, 14*(1), 33–56. https:// doi. org/ 10. 4995/ msel. 2021. 14024

Altun, M. (1995*). İlkokul 3, 4 ve 5. sınıf ögrencilerinin problem çözme davranısları üzerine bir çalısma* [Yayımlanmamıs doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Altun, M., & Arslan, Ç. (2006). İlköğretim öğrencilerinin problem çözme stratejilerini öğrenmeleri üzerine bir çalışma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19*(1), 1-21.

Altun, M., Memnun, D. S., & Yazgan, Y. (2007). Primary school teacher trainees' skills and opinions on solving non-routine mathematical problems. *Elementary Education Online, 6*(1), 127-143.

Amalia, Y. H. (2019, August 20). *Students' critical thinking skills in modeling based learning.* The 3rd Sriwijaya University Learning and Education International Conference IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1166. http://doi.org/10.1088/1742-6596/1166/1/012017.

Arseven, A. (2019). *Matematik Öğretim Yöntemleri:Gerçekçi Matematik ve Matematiksel Modelleme.* Pegem Akademi Yayıncılık

Arslan, Ç., & Altun, M. (2007). Learning to Solve Non-routine Mathematical Problems. *Elementary Education Online, 6*(1), 50-61.

Asman, D., & Markowitz Z. (2001). The use of real word knowledge in solving mathematical problems. *Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 65-72.

Aydın, Y., Yazgan, Y., (2018). Sosyal ve Matematiksel Sıradışı Problem Çözme Becerileri Arasındaki İlişki. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 48*, 537-554.

Aztekin, S., & Şener, Z. T. (2015). Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim, 40*(178). 139-161.

Başdamar, B. (2019). *Problem Çözme stratejileri Öğretiminin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersi akademik Başarısına Etkisi.* (Yayın No. 558996) [Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi]. YÖK Ulusal tez Merkezi.

Beyer, B. (1988). Developing a scope and squence for thinking skills instruction. *Educational Leadership, 7*, 26-30.

Beyer, B. (1995). Critical Thinking. Indiana: Phi Delta Kappa Educational Foundation.

Biber, T., & Özdemir, Y., *(2015).* Matematik öğretiminde matematiksel modelleme yaklaşımı. *Cito Eğitim: Kuram ve Uygulama, 27,* 39-50.

Blum, W., & Niss, M. (1989). Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to Other Subjects – State, Trends and Issues in Mathematics Instruction. M. Niss, W. Blum ve I. Huntley (Ed.). *Modelling Applications and Applied Problem Solving.* England: Halsted Pres., 1-19.

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied Mathematical Problem Solving, Modelling, Application, and Links to Other Subjects-State, Trends and Issues in Mathematics İnstruction. *Educational Studies in Mathematics. 22*(1), 37- 68.

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics. *Education- Discussion Document. 34* (5), 229-239.

Blum, W., & Ferri, B. R. (2009). Mathematical Modeling: Can It Be Taught and Learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Aplications, 1*(1), 45–58.

Boyraz, C., & Türkcan, B. (2021). What's happening in primary school classrooms? A case study on thinking skills. *Anadolu Journal of Educational Sciences International, 12*(1), 1-30. https://doi.org/10.18039/ajesi.848472

Bransford, J. D., Brown, S. J., & Cocking, R. (1999). *How People Learn.* Washington, D.C.: National Academy Press.

Brookfield, S. D. (1987). *Developing critica thinkers: Challenging adults to explore alternative ways of thinking andacting.* Jossey-Bass.

Budsankom, P., Sawangboon, T., Damrongpanit, S., & Chuensirimongkol, J. (2015). Factors affecting higher order thinking skills of students: A meta-analytic structural equation modeling study. *Academic Journals Educational Research and Reviews. 10*(19), 2639-2652. https://doi.org/10.5897/ERR2015.

Bukova Güzel, E. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme.* Ankara, Pegem Akademi

Büyüköztürk, Ş., Kılıc Cakmak, E., Akgun, O. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Pegem Akademi Yayınları: Ankara. ISBN 978-9944- 919-28-9

Can, Ş., & Kaymakçı, G. (2015). Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilimleri. *Education Sciences, 10* (2), 66-83. https://dergipark.org.tr/tr/pub/nwsaedu/issue/19840/212544

Chamberlin, Scott A., & Sidney M. (2005). ―Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *The journal of secondary gifted education. 17* (1), 37-47.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 2007. *Research Methods in Education (6th Edition)*. New York: Routledge.

Cynthia O., & Anhalt, R. C. (2021). *Mathematical Modeling Thinking: A Construct for Developing Mathematical Modeling Proficiency. L. E. l. içinde, Early Mathematics Learning and Development,* s. 45. Electronic ISSN 2213-9281.

Çelikkol, Ö. (2016). *7.sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması: Bir eylem araştırması* (Yayın No. 431416) [Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Çetinkaya, S. (2020). *Lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde üstbilişsel becerilerinin incelenmesi* (Yayın No. 633794) [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

De Corte, E., Verschaffel, L., & Greer, B. (2000). Connecting mathematics problem solving to the real world. In Proceedings of the international conference on mathematics education into the 21st century: Mathematics for living. *Amman, Jordan: National Center for Human Resource Development.* 66-73.

Dede, A. T., & Yılmaz, S. (2013). İlkoğretim Matematik Oğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterliliklerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 4*(3), 185-206.

Delikanlı, S. (2019). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik başarı düzeylerine, tutumlarına ve kalıcılığına etkisi* (Yayın No. 591948) [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. YÖK ulusal Tez Merkezi.

Demir, M. K. (2006). *İlköğretim Dördüncü ve Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Sosyal Bilgiler Derslerinde Eleştirel Düşünme Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi* (Yayın No. 187631) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Deniz, D. & Akgun, L. (2018). Ilkogretim Matematik Ogretmeni Adaylarinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Incelenmesi. Akdeniz Egitim Arastirmalari Dergisi, 12(24), 294-312. http://doi.org/10.29329/mjer.2018.147.16

Desoete, A., Roeyers, H., & Buysse, A. (2001). Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disability, 34*(5), 435–449.

Doruk, B. K. (2010). *Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi* (Yayın No. 265182) [Doktora Tezi, Hacettepe]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Doruk, B. K., & Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 41*(41), 124-135.

Dundar, S., Gokkurt, B., & Soylu, Y. (2012). Mathematical Modelling at a Glance: A Theoretical Study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 46*, 3465-3470.

English, L. D., & Lesh, R. A. (2003*). Ends in-view Problems. In R. A Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving.* Mahwah, *NJ:* Lawrence Erlbaum and Associates. 297-316.

English, L. D., & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling with young children. *Paper presented at the Proc. 28 th Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education, 2*, 335-342.

English, Lyn D., & Watters, James J. (2005a). Mathematical Modelling with 9-year-olds. In Chick, Helen L. and Vincent, Jill L.*, Eds. Proceedings of the 29th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education 2(*1), 297-304, Melbourne, Australia. Accessed from: http://eprints.qut.edu.au/archive/00003515

English, Lyn D., & Watters, J. J. (2005b). Mathematical Modeling in The Early School Years. *Mathematics Education Research Journal*, *16*(3), 59-80.

English, Lyn D. (2006). Mathematical Modeling in The Primary School: Children's Construction of A Consumer Guide. *Educational Studies İn Mathematics*, *63*(3), 303- 323.

English, Lyn D. (2009). Promoting interdisciplinarity through mathematical modelling, *ZDM Mathematics Education 41*, 161–181 http://doi.org/10.1007/s11858-008-0106-z

Ennis, R., (2011) Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines, 26 (1), 4-18. https://doi.org/10.5840/inquiryctnews20112613

Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *İlköğretim Online, 10*(1).

Eraslan, A. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri Üzerinde Düşünme Süreçleri. *Educational Sciences: Theory & Practice - 12*(4). 2953-2970

Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14(4), 1-21.

Elias, M.J., & Kress, J.S. (1994). Social Decision-Making And Life Skills Development: A Critical Thinking Approach To Health Promotion In The Middle School. *Journal of School Health, 64*(2), 62-66.

Elizabeth W. Fulton, M. H. (2019). Teachers as Learners: Engaging Communities of Learners in Mathematical Modelling Through Professional Development. *Lines of Inquiry in Mathematical Modelling Research in Education,* 125-142.

English, L. D. (2021). *Mathematical and Interdisciplinary Modeling in Optimizing Young Children's Learning. Early Mathematics Learning and Development* ISBN 978-3-030-63899-3 ISBN 978-3-030-63900-6 (eBook). Switzerland AG.

Evagorou, M., Nicolaou, C. & Lymbouridou, C. Modelling and Argumentation with Elementary School Students. Can. J. Sci. Math. Techn. Educ. 20, 58–73 (2020). https://doi.org/10.1007/s42330-020-00076-9

Flavell, J. H. (1997). Metacognition and Cognitive Monitoring A New Area of Cognitive—Developmental Inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906-911.

Genç, M., & Karataş, İ. (2017). Problem çözme süreçlerinde öğrencilerin modelleme seviyelerinin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(3), 608-632.

Gök, M., & Erdoğan, A. (2017). Sınıf ortamında rutin olmayan matematik problemi çözme: Didaktik durumlar teorisine dayalı bir uygulama örneği. YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 14(1), 140-181.

Green, A. J. K., & Gilhooly, K. (2012). Problem solving. In N. Braisby & A. Gellatly (Eds.), Cognitive psychology*, Oxford University Press*, 301–333.

Güneş, F. (2012). Öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirme. *Türklük Bilimi Araştırmaları, 1(*32), 127-146.

Gürbüz, S., & Şahin, F. (2014). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Güzel, P. B. (2019). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Temel Kavramlar ve Farklı Yaklaşımlar.* Pegem Akademi.

Haines C., Crouch R. (2007). Mathematical Modelling in High School Mathematics: Teachers' Thinking and Practice. In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) *Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study New York: Springer,* 225 232.

Han, S., Kim, H. M., (2020). Components of Mathematical Problem Solving Competence and Mediation Effects of Instructional Strategies for Mathematical Modeling. *Education and Science, 45(202),* 93-111. http://doi.org/10.15390/EB.2020.7386

Harel, G.,&Lesh, R. (2003). Local conceptual development of proof schemes in a cooperative learning setting. In R. Lesh & H.M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics teaching, learning, and problem solving,* 405 431.

Hıdıroğlu, A. G. Ç., & Güzel, E. B. (2013). Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımlar. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*(1), 127-145.

Hıdıroğlu, Ç. N., Dede, A. T., Semiha, K. U. L. A., & Güzel, E. B. (2014). Matematiksel modelleme süreci çerçevesinde öğrencilerin kuyruklu yildiz problemine ilişkin çözümleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1*(31), 1-17.

Hıdıroğlu, Ç., & Özkan Hıdıroğlu, Y. (2017). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modellemede Oluşturdukları Gerçek Yaşam Problem Durumu Modelleri. *İlköğretim Online, 16*(4), 1702-1731. http://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.342986

Hıdıroğlu, Ç. N. (2018). Üstbiliş kavramına ve problem çözme sürecinde üstbilişin rolüne eleştirel bir bakış. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (32), 87-103. http://doi.org/10.30794/pausbed.424862

Higgins, K. M. (1997). The Effect of Long Instruction in Mathematical Problem Solving on Middle School Students'Attitudes, Beliefs and Abilities. *Journal of Experimental Education,* 66 (5).

Huang, C.H. (2011). Assessing the modelling competencies of engineering students. *World Transactions on Engineering and Techno logy Education, 9*(3), 172 - 177.

Jacobs, V., & Spangler, D. (2017). Research on core practices in K-12 mathematics teaching. In J. Cai (Ed.), Compendium for research in mathematics education. *Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics,* 766-792

Kablan, Z., Özdişçi, S., Özdemir, A., Özarmut, Ş., Erçoban, M., Daymaz,M. & Aydın, M. (2019). Buluş yoluyla öğrenme yönteminin düz anlatım yöntemine kıyasla rutin olan ve olmayan problem çözmeye etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20*(1), 83-100. http://doi.org/10.17679/inuefd.360943

Kaçar, P. (2019). *İlkokulda Matematik Öğretimi.* Pegem Akademi Yayıncılık.

Kaiser, G., Blomhøj, M. & Sriraman, B., (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic, 38* (2), 82 – 85.

Kal, F. M., (2013*). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6.sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına etkisi* (Yayın No. 335435) [Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Kandemir, M. A. (2011). *Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin Duyuşsal Özelliklerine Problem Çözme ve Teknolojiye İlişkin Düşüncelerine Etkisinin İncelenmesi* (Yayın No. 299321) [Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Karabekmez, V. (2021). *Sınıf Öğretmenlerinin 21. Yüzyıl Öğreten Becerileri ile Eleştirel Düşünme Becerileri Arasındaki İlişki* (Yayın No. 659553) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Karaoğlan-Yılmaz, F. G., Yılmaz, R., Ustun, A. B, & Keser, H. (2019). Examination of critical thinking standards and academic self-efficacy of teacher candidates as a predictor of metacognitive thinking skills through structural equation modelling. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi [Journal of Theoretical Educational Science], 12*(4), 1239-1256.

Karamustafaoğlu, O., Aydoğdu, Ü. R. & Bülbül, M. Ş. (2017). Akademik Araştırmalarda Araştırma Yöntemleri ile Örneklem İlişkisi: Doğrulayıcı Doküman Analizi Örneği . *Dicle üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi dergisi*, (30) , 556-565 . http://doi.org/10.14582/DUZGEF.1803

Kertil, M. (2008). *Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Modelleme Sürecinde İncelenmesi* (Yayın No. 221516) [Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Kestel, M. (2022). *Eleştirel düşünme Becerisi: Bir Meta Analiz Çalışması* (Yayın No. 715227) [Doktora Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Kolektif. (2019). *İnsan Nasıl Öğrenir?* Nobel Akademik Yayıncılık.

Koyuncu, I., Güzeller, C. O., & Akyüz, D. (2017). The development of a self-efficacy scale for mathematical modeling competencies. *International Journal of Assessment Tools in Education, 4*(1), 19-36.

Krulik S., & Rudnick A.J. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for elementary school teachers*. USA: Allyn and Bacon A Division of Simon and Schuster, Inc.

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). *Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers.* In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), Hand book of reseacrh design in mathematics and science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 591-646.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond Constructivism, Models and Model (English)ing Perspectives on Mathematics Problem Solving.* Learning, and Teaching Lawrence Erlbaum Associates, 2003 ISBN 0-8058-3821-X (cloth) ISBN 0-8058-3822-8 (pbk) text, references, author index, subject index A Source Book for Teachers and Teacher Education, 12-597

Lesh, R. (2006, July). *New directions for research on mathematical problem solving. identities, cultures and learning spaces*. Proceedings of the 29th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Canberra [Bildiri Sunumu]. Adelaide.

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(2), 113-142.

MaaB, K., (2007). *Modelling in Class: What Do We Want The Students To Learn?* University of Education, Freiburg, Germany

Mason J., (1988). Modelling: What do We Really Want Pupils Learn? In D.pimm (Eds.). *Mathematics, Teachers, and Children, London: Hodder &Stoughton,* 201-215.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı). (2009). *İlkokul Matematik Dersi (1-5) Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı). (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

McLean, C. L. (2005). Evaluating Critical Thinking Skills: Two Conceptualizations. *Journal of Distance Education, 20(2)*, 1-20.

Mengi, B. (2019). *Matematiksel Modelleme Yaklaşımının Öğretim Ortamında Kullanılmasının 7.Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme ve Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi* (Yayın No. 569916) [Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Mousoulides, N., Christou, C., & Sriraman, B. (2006a). *From problem solving to modelling-a meta analysis.* Retrieved November 2017.

Mousoulides, M., Pittalis, M., & Christou, C. (2006b). Improving mathematical knowledge through modeling in elementary schools. In J. Novotna, H. Moraova, M. Kratka and N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Prague, Czech Republic: Charles University in Prague Faculty of Education, 201- 208.

Mousoulides, N. (2007). A modeling perspective in the teaching and learning of mathematical problem solving (Unpublished doctoral dissertation). University of Cyprus, Cyprus.

Mousoulides, N., Sriraman, B. & Christou, C. (2007). From problem solving to modeling – the emergence of models and modelling perspectives. *Nordic Studies in Mathematics Education, 12* (1), 23–47.

Mousoulides, N. G., Christou, C., & Sriraman, B. (2008). A Modeling Perspective on the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving.*Mathematical Thinking and Learning*, 10, 293–304. http://doi.org/10.1080/10986060802218132.

Muller, E., & Burkhardt, H. (2007). Applications and modelling for mathematics—overview. In W., Blum,P. L., Galbraith, H. W., Henn, & M.,Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education 14,* 267-274.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author.

Şahin, N., & Eraslan, A., (2018). İlkokulda Model Oluşturma Etkinlikleri Nasıl Uygulanmalı? *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırma Dergisi*, *4*(1), 99-117.

Olkun, S.,Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın, F.T., & Gülbağcı, H. (2009). Modelleme Yoluyla Problem Çözme ve Genelleme: İlköğretim Öğrencileriyle Bir Çalışma. *Eğitim ve Bilim, 34,* 65-73.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2018). PISA 2021 mathematics framework (Second draft). Paris: Author. Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/publications/.

Özalp, N. (2006). *Fen, mühendislik ve sosyal bilimlerde modelleme.* Gazi Kitabevi, Ankara.

Pressisen, B.Z. (1985). *Thinking skills: meanings, models, materials.* A.Costa (Ed.), Devoloping Minds, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Pólya, G. (1962). Mathematical Discovery. *Princeton University Press. Combined paperback edition*, 20, 209-212.

Polya, G. (1988). How to Solve It. New Jersey, NJ: Princeton University Pres.

Potts, B. (1994) *Strategies For Teaching Critical Thinking Eric Clearinghouse on Assessment and Evaluation*. Washington DC.

Qablan, F., Şahin, M., & Hashim H. (2019). Critical thinking in education: The case in Palestine. *Turquoise International Journal of Educational Research and Social Studies,* 1(1), 20-27.

Ruggiero, V. R. (2016). *Eleştirel Düşünme için Bir Rehber*. çev. Çağdaş Dedeoğlu, İstanbul: Alfa Basım.

Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel Modelleme İle Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Matematiği Günlük Yaşamla İlişkilendirmelerine Etkisi* (Yayın No. 347224) [Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Schoenfeld, A. H. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics*. In D. Grouws (Ed.), Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning, 334-370. New York: MacMillan.

Schwarz, B., & Kaiser, G. (2007). Mathematical Modelling in School-Experiences From A Project Integrating School and University. In Working Group 13. *Modelling and Applications*, 2007, 2180-2198.

Spicer, K. L., & Hanks, W. E. (1995). Multiple Measures of Critical Thinking Skills and Predisposition in Assessment of Critical Thinking. *Paper presented at the Annual Meeting of the Speech Communication Association, 81,* 18-21.

Sriraman, B., & Lesh, R. (2006). Beyond Traditional conceptions of modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38* (3), 247–254.

Steen, L. A., & Forman, L. S. (2001). *Why Math? Applications in Science, Engineering, and Technological Programs.* Research Brief, American Association of Community Colleges.

Şahin, N. (2014*). İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Model Oluşturma Etkinlikleri Üzerindeki Düşünme Süreçleri* (Yayın No. 363181) [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Şahin, S., Doğan, M.F., Gürbüz, R., & Çavuş-Erdem, Z. (2017). Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemi hazırlama becerileri. *Paper presented at the International Symposium of Turkish Computer and Mathematics Education, 3*, 582- 584.

Şahin, N., & Eraslan, A. (2018). İlkokulda model oluşturma etkinlikleri nasıl uygulanmalı? *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi, 4*(1), 99-117.

Taş, U. E., Arıcı, Ö., Ozarkan, H. B. & Özgürlük, B. (2016). *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı-PISA 2015 Ulusal Raporu*. Ankara: MEB Yayınları.

Taş, S., & Deniz, S. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik öğrenilmiş çaresizliklerinin yordanması: problem çözme becerisi ve bilişsel esneklik. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 9(*3), 581-617. http://doi.org/10.16949/turkbilmat.415087

Türnüklü, A. & Yeşildere, S. (2005) Problem, problem çözme ve eleştirel düşünme. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25* (3), 107-123

Ulu, M. (2011). *İlköğretim 5.sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problemlerde yaptıkları hataların belirlenmesi ve giderilmesine yönelik bir uygulama* (Yayın No. 310798) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Ulu, M., Tertemiz, N., & Peker, M. (2016). Okuduğunu anlama ve problem çözme stratejileri eğitiminin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözme başarısına etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18*(2), 303-340.

Ulu, M. (2017). Examining the Mathematical Modeling Processes of Primary School 4th-Grade Students: Shopping Problem. *Universal Journal of Educational Research, 5*(4), 561-580.

Umay, A. (1997). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. İzmir: ÖES Yayınları

Verschaffel, L., De Corte, E., (1997). Teaching Realistic Mathematical Modeling in the Elementary School: A Teaching Experiment with Fifth Graders. *Journal for Research in Mathematics Education , 28*(5), 577-601.

Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Vaerenbergh, G. V., Bogaerts, H. & Ratinckx, E., (1999). Learning to Solve Mathematical Application Problems: A Design Experiment With Fifth Graders. *Mathematical Thinking and Learning, 1*(3), 195-229. http://doi.org.10.1207/ s15327833mtl0103_2

Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2002). *Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems*. In K. P. Gra vemeijer, R. Lehrer, H. J. van Oers, & L. Verschaffel (Eds.), Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education, 171-195.

Wickstrom, M., & Yates, A. (2021). Mathematical modeling: Analyzing elementary students' perceptions of what it means to know and do mathematics. In J. Suh, M. Wickstrom & L. D. English (Eds.), Exploring mathematical modeling with young learners (pp. 209–233). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63900-6_10

Xin, Y. P. (2019). The effect of a conceptual model-based approach on 'additive'word problem solving of elementary students struggling in mathematics. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 51*(1), 1-12. http://doi.org/10.1007/s11858-018-1002-9

Yazgan, Y., & Bintaş, J. (2005). İlköğretim dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanabilme düzeyleri: Bir öğretim deneyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28*, 210-218.

Yazgan, Y., & Arslan, Ç. (2017). *Matematiksel sıradışı problem çözme stratejileri ve örnekleri.* Ankara, Pegem Akademi.

Yazgan, Y., & Bintaş, J., (2018). İlköğretim Dördüncü ve Beşinci sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Stratejilerini Kullanabilme düzeyleri: Bir Öğretim Deneyi. *Hacettepe Üniversitesi Egitim Fakültesi Dergisi 28*, 210-218.

Yılmaz, T. Y. & Köse, N. Y. (2015). Öğrencilerin çok çözümlü problemler ile imtihanı: Çözümlerde kullanılan stratejilerin belirlenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi - Journal of Qualitative Research in Education,* 3(3), 78-101. http://doi.org/10.14689/issn.21482624.1.3c3s4m

Yılmaz, R. (2019). Sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme sürecinde kullandıkları stratejiler: rutin problem çözme durumları.*Kastamonu Education Journal, 27*(1), 85-94. http://doi.org/10.24106/kefdergi.2360

Yılmaz, K. (2022). *Eleştirel ve Analitik Düşünme.* Pegem Akademi Yayıncılık.

Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. D. (2003). *A models and modelling perspective on the role of small group learning.* In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching, 337-358.

Zbiek, R. M., & Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 63*(1), 89-112.

Zengin, S. (2019). *Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Ders İçi Uygulamalarının Değerlendirme Türleri Bağlamında İncelenmesi* (Yayın No. 542641) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi].

Zulkardi Z., & Kohar A W (2018, November 3). *HOTS on mathematical modelling approach in primary School*. *IOP Conf. Ser.: Journal of Physics* 943 012038 http://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012088

EKLER

Ek 1. Araştırma İzni

T.C.
İSTANBUL VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

GÜNLÜDÜR

Sayı : E-59090411-44-43070920 09.02.2022
Konu : Anket ve Araştırma İzni (Özlen YILDIZ)

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Eğitim Öğretim Rektör Yardımcılığı)

İlgi : a) Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.02.2020 tarihli ve 2020/2 sayılı genelgesi.
b) Valilik Makamının 08.02.2022 tarihli ve 42989823 sayılı oluru.

Valilik Makamının Anket ve Araştırma İzni konulu ilgi (b) oluru ve kullanılması uygun görülen ölçme araçlarının Müdürlüğümüzce mühürlenen 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.

Abdurrahman ENSARİ
İl Millî Eğitim Müdürü a.
Şube Müdürü

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

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Adres : Binbirdirek Mah. İmran Öktem Cad. No: 1 Sultanahmet Fatih İstanbul
Telefon : 0212 384 36 30
E-posta : stratejigelistirme34@meb.gov.tr
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr
Belge Doğrulama : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi İçin : Aykut ÇELİK
Unvanı : Büro Hizmetleri
İnternet Adresi : http://istanbul.meb.gov. tr/
Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 5822-6a2f-332e-8ff8-9503 kodu ile teyit edilebilir

Ek 2. Etik Kurul Kararı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

Toplantı Tarihi: 28.02.2022 **Toplantı No: 2022.02**

SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU TOPLANTI KARARI

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Sosyal Bilimler Enstitüsü öğretim üyelerinden Doç.Dr. Zeynep DOĞAN danışmanlığında lisansüstü öğrencisi ÖZLEN YILDIZ tarafından yapılacak olan "Model Oluşturma Etkinliklerinin Öğrencilerin Problem Çözme Becerilerine Ve Eleştirel Düşünmeye Etkisinin İncelenmesi" adlı çalışma ve bu çalışmada kullanılacak veri toplama araçları ve yöntemlerine ilişkin bilgilerde etiğe aykırı herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

Etik Kurul Üyeleri

Prof. Dr. Murat DONDURAN
Başkan

Prof. Dr. Ali ERYILMAZ
Üye

Prof. Dr. Gülhayat GÖLBAŞI ŞİMŞEK
Üye

Doç. Dr. Mehmet Emin KAHRAMAN
Üye

Doç. Dr. Senay OĞUZTİMUR
Üye

Doç. Dr. Yasin ŞEHİTOĞLU
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Güzin AKYILDIZ
Üye

Ek 3. Eleştirel Düşünme Ölçekleri

Eleştirel Düşünme- Analiz Ölçeği

Sevgili Öğrenciler;

"Model Oluşturma Etkinliklerinin Öğrencilerin Problem Çözme Becerisi ve Eleştirel Düşünmelerine Etkisi" adlı bilimsel bir çalışma yapmaktayım.

Bu amaçla sizlerden aşağıdaki sorulara içtenlikle cevap vermenizi rica eder, katılımınız için şimdiden teşekkür ederim.

1. Öğrencinin cinsiyeti: Kız ( ) Erkek ( ) **Özlen Yıldız**

2. Öğrencinin geçen dönemki Matematik dersi karne notu:

1' den 8' e kadar olan sorularda her bir sorunun yanında verilen 2 ifadeyi doğru olarak kabul edin. Daha sonra bu iki ifadeden çıkan sonuç verilmiştir. Bu sonucun verilen 2 ifadeye göre **Doğru** ya da **Yanlış** olduğuna karar verip cevabı uygun boşluğa "**X"** koyarak belirtin.

1. Yandaki 2 ifadeyi doğru olarak kabul et. - Bütün canlıların suya ihtiyacı vardır.
   - Çiçeklerin suya ihtiyacı vardır.

Sonuç: Çiçekler canlıdır. Bu sonuç, doğru mudur, yanlış mıdır?		DOĞRU		YANLIŞ

2- Yandaki 2 ifadeyi doğru olarak kabul et. - Bütün uçaklar uçar.
   - Bisikletler uçamaz.

Sonuç: Bisikletler uçaktır. Bu sonuç, doğru mudur, yanlış mıdır?		DOĞRU		YANLIŞ

3- Yandaki 2 ifadeyi doğru olarak kabul et. -İçilen her şey sağlık için yararlı değildir.
   - Sigara içilir.

Sonuç: Sigara sağlık için yararlıdır. Bu sonuç, doğru mudur, yanlış mıdır?		DOĞRU		YANLIŞ

4- Yandaki 2 ifadeyi doğru olarak kabul et. -Bütün 4. sınıf öğrencileri sosyal bilgiler dersi alır.
   - Arda 4. sınıf öğrencisidir.

Sonuç: Arda sosyal bilgiler dersi almaz. Bu sonuç, doğru mudur, yanlış mıdır?		DOĞRU		YANLIŞ

5- Yandaki 2 ifadeyi doğru olarak kabul et. - Bütün öğrenciler derslerini geçer.
   - Emre hayat bilgisi dersinden geçmiştir.

Sonuç: Emre öğrenci değildir. Bu sonuç, doğru mudur, yanlış mıdır?		DOĞRU		YANLIŞ

6. Yandaki 2 ifadeyi doğru olarak kabul et. - Bütün evler balkonludur.
   - Bütün balkonlarda çiçek vardır.

Sonuç: Bütün evlerde çiçek vardır. Bu sonuç, doğru mudur, yanlış mıdır?		DOĞRU		YANLIŞ

7- Yandaki 2 ifadeyi doğru olarak kabul et. - Bütün parfümler güzel kokar.
   - "X" parfüm değildir.

Sonuç: "X" güzel kokar. Bu sonuç, doğru mudur, yanlış mıdır?		DOĞRU		YANLIŞ

8. Yandaki 2 ifadeyi doğru olarak kabul et. - Bütün futbolcular Galatasaray' da oynar.
   - Fatih futbolcu değildir.

Sonuç: Fatih Galatasaray' da oynamaz. Bu sonuç, doğru mudur, yanlış mıdır?		DOĞRU		YANLIŞ

Eleştirel Düşünme -Değerlendirme Ölçeği

1’ den 9’ a kadar olan sorularda her bir soruda verilen görüşü doğru kabul edin. Daha sonra bu görüşün altında bulunan ifadenin, doğru olarak kabul ettiğiniz görüşü **Destekleyip Desteklemediğine** karar verip cevabınızı uygun boşluğa **X** koyarak belirtin.

1. Futbolda seyirci tuttuğu takımı her zaman alkışlamalıdır. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

Maçlarda oyuncular alkışa çok ihtiyaç duyarlar. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

2. Futbolda seyirci tuttuğu takımı her zaman alkışlamalıdır. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

Seyirci, sadece oynanan oyunu beğendiği zaman takımı alkışlar. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

3- Uçakla seyahat etmek arabayla seyahat etmekten çok daha tehlikelidir. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

Alkollü sürücüler arabalarda daha çok kazaya sebep olurlar. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

4- Uçakla seyahat etmek arabayla seyahat etmekten çok daha tehlikelidir. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

Araba kazalarında uçak kazalarından daha çok kişi ölmektedir. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

5- Bilgisayarlar insan hayatına büyük kolaylıklar getirmektedir. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

Bilgisayarlar çok sık bozulmaktadır. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

6. Bilgisayarlar insan hayatına büyük kolaylıklar getirmektedir. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

İnsanlar işlerini bilgisayarlar sayesinde çok kısa sürede hallederler. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

7. Televizyon programları insanlar için çok yararlıdır. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

Televizyon programları insanlara faydalı bilgiler öğretirler. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

8- Televizyon (TV) programları insanlar için çok yararlıdır. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

Televizyon izlemek insanları tembelliğe alıştırır. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

9- Spor yapmak insanı daha sağlıklı yapar. **(Bu görüşü doğru olarak kabul edin)**

İnsanlar spor yaparak sakatlanırlar. **Bu cümle yukarıdaki görüşü destekler mi?**		**DESTEKLER**		**DESTEKLEMEZ**

Eleştirel Düşünme – Çıkarım Ölçeği

1’ den 8’ e kadar olan sorularda her soruda bir bilgi verilmiştir. Bu bilgiyi okuduktan sonra verilen bilginin altında yazan cümlenin, verilen bilgiye göre **Doğru** ya da **Yanlış** olduğuna karar verip cevabınızı uygun boşluğa **X** koyarak belirtin.

1. Ülkemizde okuma yazma bilen insan sayısı her geçen yıl artmaktadır.

Ülkemizde okuyup yazan insan sayısı geçen yıl, bu yılkinden daha azdır. **Bu çıkarım, yukarıdaki bilgiye göre doğru mudur?**		**DOĞRU**		**YANLIŞ**

2- Ülkemizde okuma yazma bilen insan sayısı her geçen yıl artmaktadır.

Ülkemizde bu yıl, önceki yıllardan daha az insan okula gitmektedir. **Bu çıkarım, yukarıdaki bilgiye göre doğru mudur?**		**DOĞRU**		**YANLIŞ**

3. Ülkemizde okuma yazma bilen insan sayısı her geçen yıl artmaktadır.

Ülkemizde okuma yazma bilmeyenlerin sayısı sürekli azalmaktadır. **Bu çıkarım, yukarıdaki bilgiye göre doğru mudur?**		**DOĞRU**		**YANLIŞ**

4- Ülkemizde okuma yazma bilen insan sayısı her geçen yıl artmaktadır.

Ülkemizde bu yıl önceki yıllara göre okul sayısı azalmıştır. **Bu çıkarım, yukarıdaki bilgiye göre doğru mudur?**		**DOĞRU**		**YANLIŞ**

5- Ülkemizde okuma yazma bilen insan sayısı her geçen yıl artmaktadır.

Ülkemizde okuma yazma öğrenmek zorlaşmıştır. **Bu çıkarım, yukarıdaki bilgiye göre doğru mudur?**		**DOĞRU**		**YANLIŞ**

6. Ülkemizde hastalıktan ölen insan sayısı her geçen yıl azalmaktadır.

Ülkemizde her yıl sağlık hizmetleri daha çok iyileşmektedir. **Bu çıkarım, yukarıdaki bilgiye göre doğru mudur?**		**DOĞRU**		**YANLIŞ**

7- Ülkemizde hastalıktan ölen insan sayısı her geçen yıl azalmaktadır.

Ülkemizde her geçen yıl doktor sayısı azalmaktadır. **Bu çıkarım, yukarıdaki bilgiye göre doğru mudur?**		**DOĞRU**		**YANLIŞ**

8- Ülkemizde hastalıktan ölen insan sayısı her geçen yıl azalmaktadır.

Ülkemizde her geçen yıl ölen insan sayısı artmaktadır. **Bu çıkarım, yukarıdaki bilgiye göre doğru mudur?**		**DOĞRU**		**YANLIŞ**

Eleştirel Düşünme –Yorumlama Ölçeği

ARDA' NIN BİR GÜNÜ

Arda, ilkokul 4. sınıf öğrencisidir. O gün, okuldan eve geldiğinde annesi ona bir alışveriş listesi vermişti. Listede ekmek, gazete, yumurta, peynir, zeytin ve kıyma vardı. Arda, hemen markete gitti. 1 TL' lik ekmek, 2 TL' lik yumurta, 2 TL' lik peynir ve 2 TL' lik de zeytin aldı. Ardından gazete bayisinden 2 gazete aldı. Sonra köşedeki kasaba gitti ve 6,5 TL' lik kıyma aldı. Böylece, annesinin verdiği listedeki her şeyi almıştı. Cebinde 1TL arttığını görünce tekrar markete uğrayıp kendine o parayla çikolata aldı ve eve geldi.

Eve geldiğinde annesi, Arda' nın aldıklarını kontrol etti. Her şeyi aldığını gördü, fakat istediği gazetelerden farklı gazeteleri aldığını fark etti. Arda, dalgınlıkla Milliyet ve Hürriyet gazetelerini almıştı, hâlbuki evlerinde Sabah ve Akşam gazeteleri okunurdu. Annesi, para artıp artmadığını sorduğunda Arda, hiç para artmadığını söyledi. Bu arada telefon çaldı ve telefonu Arda açtı. Babaannesiydi arayan ve "Evde iseler onlara ziyarete geleceklerini" söylemişti. Arda çok mutlu oldu babaannesinin evlerine gelecek olmasından. Bunun üzerine annesi, Arda' ya tekrar para verip taze çekirdek, leblebi, fıstık, badem, meyve suyu ile kuru pasta almasını ve aldığı gazeteleri değiştirmesini söyledi. Arda, koşarak evden çıktı. Çünkü babaannesi gelmeden Arda' nın alış-verişini bitirmesi gerekiyordu. Önce gazete bayisine gitti ve gazeteleri değiştirdi. Sonra kuruyemişçiye uğradı ve toplam 1 kilogramlık çekirdek, leblebi, fıstık ve badem aldı. Oradan markete geçti ve 1 litrelik şeftali suyu aldı. Son olarak da pastaneden 2 kilogramlık kuru pasta aldı ve "oh bee, bu alışverişten de bütün mahalle esnafları para kazandı, ama keşke bir kardeşim olsaydı da, alış-verişlere o gitseydi" diye söylene söylene eve döndü.

Arda, eve geldikten 15 dakika sonra babaannesi ve halası Arda' lara geldi. Arda' nın kuzenleri Doğukan ve Emre de öğlenci olduklarından onlardan 15 dakika sonra Arda' lara geldiler. Çünkü okuldan yeni çıkmışlardı. Doğukan, Emre ve Arda hemen bilgisayarın başına geçtiler. Yarımşar saat oynadıktan sonra bahçeye inip top oynadılar. Arda, 2 alış-veriş macerası sonrası çok yorulduğu için kaleye geçti. Doğukan ve Emre, Arda' nın halasının çocukları olduğu için kardeş gibiydiler ve çok iyi anlaşıyorlardı. 1 saat top oynadıktan sonra eve dönüp TV izlediler…

1' den 10' a kadar olan soruları yukarıda verilen "**Arda' nın Bir Günü**" başlıklı metni dikkatli okuduktan sonra metne göre cevaplayın. Her bir sorunun altında 4 seçenek verilmiştir. **Doğru** bulduğunuz seçeneği işaretleyin.

1. Sence annesi niçin sürekli alış-verişe Arda' yı göndermektedir?
a- Arda, ilkokul 4. sınıf öğrencisi olduğu için.
b- Arda, okuldan çıktıktan sonra alış-veriş yapmayı çok sevdiği için.
c- Arda, alış-verişlerde hiç hata yapmadığı için.
d. Arda' nın başka kardeşi olmadığı için.

2. Sence niçin Arda annesinin istediğinden farklı gazeteleri almıştır?
a- Parası o gazeteleri almaya yettiği için.
b- Annesinin istediği gazeteleri sevmediği için.
c- Kendi aldığı gazeteleri okumayı sevdiği için.
d. Gazeteleri alırken dalgın olduğu için.

3. Sence niçin annesi, para artıp artmadığını sorduğunda Arda, hiç para artmadığını söyledi?
a- Yalan söylemeyi sevdiği için.
b- Hesap yapmayı bilmediği için.
c. Hiç para artmadığı için.
d- Çikolata aldığını unuttuğu için.

4. Sence neden Doğukan, Emre ve Arda farklı zamanlarda okuldan çıkmışlardı?
a- Okulları farklı olduğu için.
b. Arda sabahçı, Doğukan ve Emre de öğlenci oldukları için.
c- Sınıfları farklı olduğu için.
d- Doğukan ve Emre sabahçı, Arda da öğlenci olduğu için.

5. Arda' nın annesi, Arda' nın babaannesinin geleceğini öğrendikten sonra neden Arda' yı bir daha alış-verişe gönderdi?
a- Arda' nın yanlış aldığı gazeteleri değiştirmesi için.
b- Arda' nın babaannesini daha iyi ağırlamak için.
c. Evde taze çekirdek, leblebi, fıstık, badem, meyve suyu ile kuru pasta olmadığı için.
d- Arda' nın babaannesi taze çekirdek, leblebi, fıstık, badem, meyve suyu ile kuru pastayı çok sevdiği için.

6. Arda, neden ilk alışverişte gazete ve kıyma, ikinci alışverişte de kuruyemiş ve kuru pastayı marketten almamıştır?
a- Arda' nın canı öyle istediği için.
b- Kasapta, kuruyemişçide ve pastanede daha taze ürünler satıldığı için.
c- Markette gazete, kıyma, kuruyemiş ve kuru pasta satılmadığı için.
d. Arda, yaptığı alış-verişlerde bütün mahalle esnafının para kazanmasını istediği için.

7. Doğukan ve Emre, niçin Arda' yla çok iyi anlaşıyorlardı?
a. Akraba oldukları için.
b- Çocuk oldukları için.
c- Misafir oldukları için.
d- Birlikte oyun oynadıkları için.

8. Sence niçin Arda ikinci alış-verişini koşarak yaptı?
a- Koşmayı çok sevdiği için.
b- Her işini hızlı yapmayı sevdiği için.
c. Babaannesi evlerine geleceği için.
d- Ders çalışacağı için.

9. Sence niçin ilk alış-veriş sonunda annesi, Ardanın aldıklarını kontrol etmesine rağmen ikincisinde kontrol etmedi?
a- Unuttuğu için.
b. Arda' nın babaannesi geleceğinden hazırlık yaptığı için.
c- Arda' ya güvendiği için.
d- Arda' nın ikinci kez yanlış gazeteleri almayacağını düşündüğü için.

10. Babaannesi niçin gelmeden önce Arda' ları telefonla aradı?
a. Evde olup olmadıklarını öğrenmek için.
b- Hatırlarını sormak için.
c- Bir şey isteyip istemediklerini öğrenmek için.
d- Arda' yla konuşmak için.

Eleştirel Düşünme – Açıklama Ölçeği

ARDA' NIN BİR GÜNÜ

Arda, ilkokul 4. sınıf öğrencisidir. O gün, okuldan eve geldiğinde annesi ona bir alışveriş listesi vermişti. Listede ekmek, gazete, yumurta, peynir, zeytin ve kıyma vardı. Arda, hemen markete gitti. 1 TL' lik ekmek, 2 TL' lik yumurta, 2 TL' lik peynir ve 2 TL' lik de zeytin aldı. Ardından gazete bayisinden 2 gazete aldı. Sonra köşedeki kasaba gitti ve 6,5 TL' lik kıyma aldı. Böylece, annesinin verdiği listedeki her şeyi almıştı. Cebinde 1TL arttığını görünce tekrar markete uğrayıp kendine o parayla çikolata aldı ve eve geldi.

Eve geldiğinde annesi, Arda' nın aldıklarını kontrol etti. Her şeyi aldığını gördü, fakat istediği gazetelerden farklı gazeteleri aldığını fark etti. Arda, dalgınlıkla Milliyet ve Hürriyet gazetelerini almıştı, hâlbuki evlerinde Sabah ve Akşam gazeteleri okunurdu. Annesi, para artıp artmadığını sorduğunda Arda, hiç para artmadığını söyledi. Bu arada telefon çaldı ve telefonu Arda açtı. Babaannesiydi arayan ve "Evde iseler onlara ziyarete geleceklerini" söylemişti. Arda çok mutlu oldu babaannesinin evlerine gelecek olmasından. Bunun üzerine annesi, Arda' ya tekrar para verip taze çekirdek, leblebi, fıstık, badem, meyve suyu ile kuru pasta almasını ve aldığı gazeteleri değiştirmesini söyledi. Arda, koşarak evden çıktı. Çünkü babaannesi gelmeden Arda' nın alış-verişini bitirmesi gerekiyordu. Önce gazete bayisine gitti ve gazeteleri değiştirdi. Sonra kuruyemişçiye uğradı ve toplam 1 kilogramlık çekirdek, leblebi, fıstık ve badem aldı. Oradan markete geçti ve 1 litrelik şeftali suyu aldı. Son olarak da pastaneden 2 kilogramlık kuru pasta aldı ve "oh bee, bu alışverişten de bütün mahalle esnafları para kazandı, ama keşke bir kardeşim olsaydı da, alış-verişlere o gitseydi" diye söylene söylene eve döndü.

Arda, eve geldikten 15 dakika sonra babaannesi ve halası Arda' lara geldi. Arda' nın kuzenleri Doğukan ve Emre de öğlenci olduklarından onlardan 15 dakika sonra Arda' lara geldiler. Çünkü okuldan yeni çıkmışlardı. Doğukan, Emre ve Arda hemen bilgisayarın başına geçtiler. Yarımşar saat oynadıktan sonra bahçeye inip top oynadılar. Arda, 2 alış-veriş macerası sonrası çok yorulduğu için kaleye geçti. Doğukan ve Emre, Arda' nın halasının çocukları olduğu için kardeş gibiydiler ve çok iyi anlaşıyorlardı. 1 saat top oynadıktan sonra eve dönüp TV izlediler…

1' den 9' a kadar olan soruları yukarıda verilen ve okuduğunuz "**Arda' nın Bir Günü**" başlıklı metne göre cevaplayın. Her bir sorunun altında 4 seçenek verilmiştir. **Doğru** bulduğunuz seçeneği işaretleyin.

1. Arda yaptığı alış-verişlerde en çok nereye uğramıştır?
a- Kasaba uğramıştır.
b- Gazete bayisine uğramıştır.
c. Markete uğramıştır.
d- Kuruyemişçiye uğramıştır.

2. Doğukan, Emre ve Arda toplam kaç saat oyun oynamışlardır?
a- 1 saat oyun oynamışlardır.
b- 2 saat oyun oynamışlardır.
c. 2.5 saat oyun oynamışlardır.
d- 1.5 saat oyun oynamışlardır.

3. Arda, okuldan eve geldikten sonra toplam kaç kere dışarı çıkmıştır?
a- 1 kere dışarı çıkmıştır.
b- 2 kere dışarı çıkmıştır.
c. 3 kere dışarı çıkmıştır.
d- 4 kere dışarı çıkmıştır.

4. Doğukan ve Emre ile Arda arasındaki akrabalık bağı nedir?
a. Arda'nın babasıyla Doğukan ve Emre' nin anneleri kardeştir.
b- Arda'nın annesiyle Doğukan ve Emre' nin babaları kardeştir.
c- Arda'nın babasıyla Doğukan ve Emre' nin babaları kardeştir.
d- Arda nın annesiyle Doğukan ve Emre' nin anneleri kardeştir.
5. Arda' nın yaptığı ilk alış-verişte aldığı ürünlerin hangisi annesinin verdiği listede yoktu?
a- Ekmek yoktu.
b- Kıyma yoktu.
c- Yumurta yoktu.
d. Çikolata yoktu.
6. Arda, alış-verişlerinin hangisini fiyata (TL) göre, hangisini ağırlığa (kilogram-litre) göre yapmıştır?
a- İlk alış-verişini ağırlığa (kilogram-litre) göre, ikinci alış-verişini ise fiyata (TL) göre yapmıştır.
b- İlk alış-verişini fiyata (TL) göre, ikinci alış-verişini de fiyata (TL) göre yapmıştır.
c- İlk alış-verişini ağırlığa (kilogram-litre) göre, ikinci alış-verişini de ağırlığa (kilogram-litre) göre yapmıştır.
d. İlk alış-verişini fiyata (TL) göre, ikinci alış-verişini ise ağırlığa (kilogram-litre) göre yapmıştır.
7. Annesi yanlış aldığını söyleyince Arda hangi gazeteleri değiştirmeye gitti?
a- Milliyet ve Sabah gazetelerini değiştirmeye gitti.
b- Sabah ve Akşam gazetelerini değiştirmeye gitti.
c- Hürriyet ve Akşam gazetelerini değiştirmeye gitti.
d. Milliyet ve Hürriyet gazetelerini değiştirmeye gitti.

8. "Arda' nın Bir Günü" başlıklı metne göre Arda' ların mahallesinde bulunan esnaflar işyerleri hangileridir?
a- Kasap, kuruyemişçi, pastane ve manav.
b- Manav, gazete bayisi, kasap, kuruyemişçi ve pastane.
c- Berber, gazete bayisi, kasap ve kuruyemişçi.
d. Market, gazete bayisi, kasap, kuruyemişçi ve pastane.

9. Doğukan, Emre ve Arda bahçeye top oynamaya indiklerinde Arda neden kaleye geçmek istemiştir?
a- Doğukan ve Emre öyle istediği için Arda kaleye geçmek istemiştir.
b. Arda iki kere alış-verişe koşarak gittiğinden bir daha koşup yorulmamak için kaleye geçmek istemiştir.
c- Arda futbolda her zaman kalecilik yaptığı için kaleye geçmek istemiştir.
d- Bir kişinin oyun esnasında kaleye geçmesi gerektiği için Arda kaleye geçmek istemiştir.

Eleştirel Düşünme – Öz düzenleme Ölçeği

1’ den 12’ ye kadar olan sorularda çeşitli davranışlar sıralanmıştır. Bu davranışları yapıp yapmadığınızı ve ne sıklıkta yaptığınızı (her zaman – bazen – hiçbir zaman) uygun boşluğa **X** koyarak belirtin.

DAVRANIŞLAR		**HER ZAMAN**	**BAZEN**	**HİÇBİR ZAMAN**
1-	Birisi benim yaptığım işlemlerden farklı bir yol önerdiğinde düşünmeden reddederim.			
2-	Bir problemi çözerken birden fazla doğru yol bulmaya çalışırım.			
3-	Karar verirken duygularıma göre davranırım.			
4-	Çalışırken anlayamadığım şeyleri öğrenmek için çabalarım.			
5-	Kendi fikirlerim ile başkalarının fikirlerini karşılaştırırım.			
6-	Haklı olduğumu düşünürsem başkalarının fikirlerini dinlemem.			
7-	Sınavlarda hata yaptığımda nerede hata yaptığımı anlamaya çalışırım.			
8-	Zor durumda kaldığımda başkalarından yardım istemem.			
9-	Basit problemleri çözmek yerine, zor problemleri çözmeyi tercih ederim.			
10-	Yeni çözümler üretmeyi gerektiren problemlerle daha çok ilgilenirim.			
11-	Çok fazla düşünmemi gerektiren işlerden kaçarım.			
12-	Bir problemi çözerken, çözümün nasıl olacağını önce başka birine sorarım.			

Ek 4. PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ BELİRLEME ÖLÇME ARACI (PÇBBÖ)

Elinizdeki metinde “Koşar” ailesinin tatil planından söz edilmektedir. Ayşe Hanım ve Can Bey; 11. sınıfta okuyan kızları Ceren, 8. sınıfta okuyan oğulları Mert ve 5. sınıfta okuyan kızları Duygu ile hepsinin mutlu olacağı bir tatil yapmak istemektedirler. Her biri yaz aylarında yerine getirmek üzere farklı sorumluluklar üstlenmişlerdir. Yıl boyunca çok çalışmışlardır ve tatilden farklı beklentileri vardır. Bu nedenle, ne zaman ve nerede tatil yapacakları, hangi ulaşım araçlarını kullanacakları konularında karar vermede ve karşılaştıkları sorunları çözmede zorlanmaktadırlar. Ailenin karşılaştığı bu sorunların çözümünde hangi yolları izlemeleri gerektiği konusunda yönlendirmelerinize gereksinim duyulmaktadır.

Lütfen bu sorunların çözümü için size sorulan soruların hepsini yanıtlayınız ve sorulara geri dönüp yanıtlarınızı değiştirmeyiniz.

BÖLÜM I

Koşar ailesi için birlikte tatil yapma fikri çok keyiflidir. Ancak herkesin farklı tarihlerde farklı planları vardır ve hiç kimse yapmayı planladığı işlerden ya da katılmayı planladığı kurslardan vazgeçmek istememektedir. Herkes tatilin kendi takvimine uygun olmasını istemektedir. Buna karşın yaz tatiline birlikte çıkabilmenin tek yolunun problemleri çözerek bir anlaşmaya varmak olduğunu bilmektedirler. Bu nedenle bir çıkış yolu bulmaya karar verdiler. Hangi tarihler arasında tatil yapılacağını belirlemek için öncelikle her birine uygun zaman dilimi seçmeliydiler. Yaz tatili 21 Haziran-20 Eylül arasındadır. Aşağıda yaz tatili boyunca her aile bireyinin katılacağı kurs, etkinlik ve tatil zamanları ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

"Ayşe Hanım'ın bir aylık izni 12 Temmuz'da başlayacak. **Can Bey** 25 Temmuz'da iki hafta izin alacak. 9 Ağustos'ta işe geri dönecek. 3 hafta çalıştıktan sonra 5 haftalık bir tatili daha olacak. **Ceren'**in üniversite sınavına hazırlanmak için kayıt olduğu kurs 9 Ağustos'ta başlayacak ve tüm yıl devam edecek. **Mert**'in futbol kursu 21 Haziran'da başlayacak ve bir ay devam edecek. **Duygu'**nun 23 Ağustos'ta resim kursum başlayacak 5 hafta devam edecek."

Hiç kimsenin kursunu ya da işini aksatmayacak şekilde en uygun 2 haftalık zamanı belirleyerek aşağıdaki tümcede boş bırakılan yerlere yazınız.

Tatil için…….ile ..... tarihleri arası belirlenmelidir.

Tatil haftalarını belirlerken aşağıda verilen takvimden ve aile bireylerinin konuşmalarından yararlanarak ilgili tarihlerin üzerini çizmeniz işinizi kolaylaştırabilir.



BÖLÜM II

Tatil tarihinin belli olduğu akşam Ayşe Hanım ailesine bir broşürden bazı bilgiler okuduktan sonra aşağıdaki konuşmalar geçer.

Ayşe Hanım:"…Marmaris, tarih ve doğanın bütünleştiği önemli bir tatil yöremizdir. Tarihi yapısı bu topraklarda pek çok medeniyetlerin yaşandığını ve bu güzellikler için büyük savaşlar verildiğini göstermektedir. Bu yöre eşsiz doğası sayesinde her yıl, hem yerli hem yabancı birçok turisti ağırlıyor."

Can Bey:"Bir an önce karar vermeliyiz ama önce her birimiz biraz araştırma yapmalıyız."

Ceren:"Evet, bu önemli bir sorun, bir kişinin kararı ile yola çıkarsak bazılarımız sıkılabiliriz."

Mert:"Bu da hepimizin keyfini kaçırır."

Duygu:"Öyleyse bu akşam araştıralım ve yarın herkesin nerede ve nasıl bir tatil yapmak istediğini konuşalım."

Koşar ailesinin çözmeye çalıştığı problem aşağıdakilerden hangisidir? Bu soruyu yukarıdaki konuşmalardan yararlanarak yanıtlayınız.

- ☐ Kaç kişinin birlikte tatil yapacağı
- ☐ Nerede/nasıl bir yerde tatil yapılacağı
- ☐ Marmaris'in doğal güzellikleri ve tarihi önemi
- ☐ Ne zaman tatil yapılacağı

BÖLÜM III

Koşar ailesi o akşam tatil planı yapabilmek için bilgi toplamaya karar vermiştir. Bunun için herkesin tatilden ne beklediğini belirlemesi gerekir. Koşar ailesinin konuşmaları aşağıdaki gibidir.

Ayşe Hanım:"Sabahları yürüyüşe çıkabileceğimiz bir ormana yakın olsun."

Can Bey:"Hem tarihi bir yer hem de deniz kenarında bir yer olsun."

Ceren:"Benim için önemli olan farklı bir kültürü tanımak. Bu yıl öğrendiğim İtalyancayı kullanabilme fırsatı bulursam çok mutlu olurum."

Mert:"Yakınlarında dağ ya da tepe olan bir tatil köyü olabilir. Bu yıl ben de arkadaşlarım gibi tırmanmak istiyorum."

Duygu:“Biliyorsunuz ben yüzmeyi çok severim. Bu nedenle yüzebileceğim bir yer olmasını istiyorum.”

Aile bireylerinin yaptığı araştırma sonucunda ellerinde beş tatil seçeneği bulunmaktadır. Bunlar aşağıda verilmiştir.

SEÇENEK 1

Taormina, İtalya’ya bağlı özerk bir ada olan Sicilya’nın güney sahillerinde bir kıyı kasabasıdır. Yüz ölçümü yaklaşık 13 km²’dir. Taormina, turkuvaz koyları, irili ufaklı dağları, yemyeşil ormanları ile görenleri kendisine hayran bırakır. Doğası kadar, tarihi yapısı ile de tatilcilerin gönlünü kazanmıştır. Toarmino, Roma dönemine ait mimari yapıları ile tanınır. Kasaba yakınlarındaki Etna Dağı Avrupa’daki en yüksek yanardağdır.

SEÇENEK 2

Marmaris, Türkiye’nin güney sahillerinde bir tatil yöresidir. Yüz ölçümü yaklaşık 866 km²’dir. Marmaris, modern yapısı ve eşsiz güzellikteki ormanları ile her yıl özellikle yaz aylarında binlerce turisti ağırlamaktadır. Kıyı şeridinden iç kesimlere gidildikçe tarihi yansıtan antik şehirleri ile ziyaretçilerine kucak açmaktadır.

SEÇENEK 3

Palermo, Sicilya adasının kıyı şehirlerinden biridir. Yüz ölçümü yaklaşık 158 km²’dir. Palermo, insanı yüzyıllar öncesine götüren yüksek binalarıyla tarihe yolculuk yapmayı sağlayan bir kenttir. Palermo katedrali ve tarihi tren garı görülmesi gerekenler listesinin başında yer almaktadır.

SEÇENEK 4

Alaçatı, Türkiye’nin batı sahillerindeki tatil yörelerinden biridir. Yüz ölçümü yaklaşık 704 km²’dir. Alaçatı, rüzgar ile yıkanan suları sayesinde sörf tutkunları için vazgeçilmez bir yer olmayı başarmıştır. Tarihi taş evleri, el değmemiş doğal yapısı, plajları ve butik otelleri Alaçatı’nın tercih edilme nedenleri arasındadır.

SEÇENEK 5

Portekiz’in başkenti Lizbon, Atlas Okyanusu’nun kıyısındadır. Yüz ölçümü yaklaşık 84 km²’dir. Bu kıyı şehrinin etrafı meşe ormanlarının kapladığı tepelerle çevrilidir. Şehri çevreleyen kaleler tarihi her an canlı tutmak istercesine dimdik uzanmaktadır. Antik sanat müzeleri Lizbon’da yaşayan medeniyetlerin kalıntılarına ev sahipliği yapmaktadır.

Sunulan seçeneklerden tüm aile bireylerinin isteklerini karşılayan seçenek/seçenekler hangisi/hangileridir? Kutucuğa seçenek sayısını yazınız.

BÖLÜM IV

Koşar ailesinin tüm bireyleri yukarıdaki seçeneklerle ilgili düşüncelerini söylemişler ve bir oylama yapmışlardır. Yapılan oylama sonucunda birinci ve beşinci seçenekler eşit oy aldığı için çoğunluğun kararına uyarak İtalya'nın Taormina kasabasına ve Palermo şehrine gitmeye karar verdiler. Böylece hem tatil yeri hem de tatil zamanı belirlenmiştir. İki haftalık tatilin ilk haftasını Palermo'da, ikinci haftasını Taormina'da geçirecektiler. Can Bey tatilin Taormina'da geçirilecek bölümünü bir arkadaşının yazlığında geçirebileceklerini söyleyince geriye Palermo seyahatini planlamak kalır. Palermo tatilinin planını ailecek yapacaktılar. Bu planlama için iki farklı tur şirketine başvurdular.

Aşağıda iki tur şirketinin, farklı iki dönem için önerdiği fiyat listeleri bulunmaktadır. Her iki listede, fiyat seçeneklerinin yanında boş iki kutucuk bulunmaktadır. Hangi tur şirketinin önerdiği seçenek sizce Koşar ailesi için en uygun seçenek ise onun yanındaki kutucuğa çarpı işareti koyunuz.

Konfor Tur şirketinin sunduğu fiyat listesi aşağıdaki gibidir.

Gidilecek Yer: İtalya/Sicilya/Palermo		Alınacak Hizmetler			
		Ulaşım(gidiş ve dönüş bileti)	Konaklama/7Gece Otel Lizbon	Şehir tanıtım turu	Toplam Tutar
Mayıs-Ekim	Beş kişilik grup paketi	7.500,00TL	3.000,00TL	2.400,00TL	12.900,00 TL
Kasım-Nisan		7.000,00TL	1.800,00TL	1.400,00TL	10.200,00 TL

Ulaş Tur şirketinin sunduğu fiyat listesi aşağıdaki gibidir.

Gidilecek Yer: İtalya/Sicilya/Palermo		Alınacak Hizmetler			
		Ulaşım(gidiş ve dönüş bileti)	Konaklama/7Gece Otel Lizbon	Şehir tanıtım turu	Toplam Tutar
Mayıs-Ekim	Beş kişilik grup paketi	7.500,00TL	2.500,00TL	2.400,00TL	12.400,00 TL
Kasım-Nisan		7.500,00TL	1.800,00TL	1.400,00TL	10.700,00 TL

BÖLÜM V

Aşağıda, fiyat listelerini inceleyen duygunun görüşleri verilmiştir. Duygu'nun söylediklerinden hangisini/hangilerini doğru buluyorsanız yanındaki kutucuğa çarpı işareti koyunuz.

☐ "Ulaş Tur'un kış aylarına ait fiyat listesi Konfor Tur'dan daha hesaplıdır."

☐ "Ulaş Tur'un yaz aylarına ait konaklama ücreti Konfor Tur'dan daha hesaplıdır."

BÖLÜM VI

Koşar ailesi Palermo tatiline Ulaş Tur ile çıkmaya karar vermişlerdir. Bu tur şirketinin fiyat listesine göre Koşar ailesinin tüm aile için toplam 12.400,00 TL. ödemeleri gerekmektedir. Can Bey toplam tutarı 5'e bölerek kişi başına düşen miktarı hesaplar.

Bu durumda kişi başına düşen miktar, 12.400,00÷5= 2.480,00 TL. dir.

Tur şirketi, on milyonuncu müşteri olmaları nedeniyle Koşar ailesine ödül olarak toplam ücretten %20 oranında indirim yapmış ve ödenen ücretin 2.480,00 TL'sini iade etmiştir.

Mert, kişi başına yapılan indirimi hesaplamak için gereken işlemi aşağıdaki gibi anlatmıştır.

☐ "Toplam miktar 12.400,00 TL iken göre kişi başına düşen miktarı bulmak için 12.400,00'ü 5'e böldük. O halde yapılan toplam indirim 2.480,00 TL iken de her birimiz için yapılan indirimi bulmak için 2.480,00'i 5'e böleriz."

Mert'in söylediğinin doğru olduğunu düşünüyorsanız tümcenin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.

BÖLÜM VII

Tatil zamanı gelir ve Koşar ailesi planladığı gibi uçakla Palermo'ya gider. Burada tatilin ilk yedi gününü geçirirler. Kalan yedi günü Taormina'da geçirmek için Palermo'dan Taormina'ya kara yolu ile gitmeye karar verirler. Bir otomobil kiralarlar. Ancak araçta yakıt bitmek üzere olduğu için yol üzerindeki bir benzin istasyonuna uğrarlar. Benzin istasyonundaki görevliye Palermo ile Taormina arasının ne kadar olduğunu sorduklarında, görevli yaklaşık 110 mil olduğunu söyler.

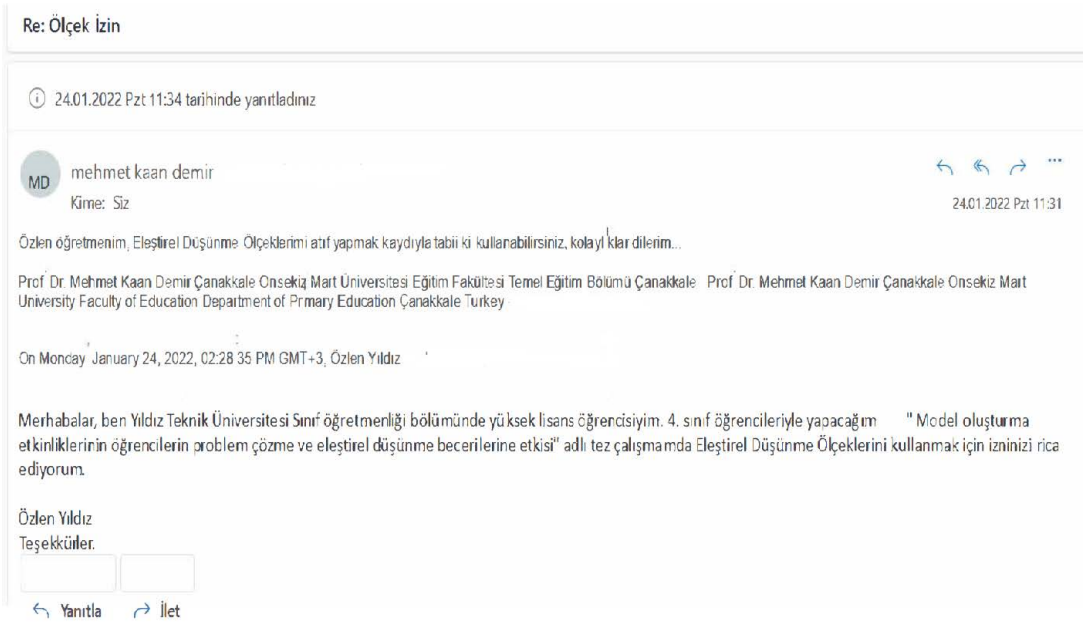
Depoya kaç litre benzin doldurmaları gerektiğini hesaplamak için aşağıda bazı bilgiler verilmiştir. **Bu bilgilerden hangisi problemi çözmek için <u>tek başına</u> yeterlidir? Tek başına yeterli olduğunu düşündüğünüz tümcenin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.**

- ☐ 1mil 2,5km eder.
- ☐ 10km yol gitmek için 1litre benzin gerekir.
- ☐ 4mil yol için 1 litre benzin gereklidir.

Belirlediğiniz veriye göre problemin çözdüğünüzde Koşar ailesi depolarına kaç litre benzin depolamış olmalıdır? Doğru seçeneğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz.

☐ 275 litre ☐ 11,1 litre ☐ 27,5 litre ☐ 110 litre

Ek 5. Ölçek İzin



Re: Ölçek İzin

24.01.2022 Pzt 11:34 tarihinde yanıtladınız

MD mehmet kaan demir

Kime: Siz 24.01.2022 Pzt 11:31

Özlen öğretmenim, Eleştirel Düşünme Ölçeklerimi atıf yapmak kaydıyla tabii ki kullanabilirsiniz, kolaylıklar dilerim...

Prof. Dr. Mehmet Kaan Demir Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Çanakkale Prof. Dr. Mehmet Kaan Demir Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Education Department of Primary Education Çanakkale Turkey

On Monday, January 24, 2022, 02:28:35 PM GMT+3, Özlen Yıldız

Merhabalar, ben Yıldız Teknik Üniversitesi Sınıf öğretmenliği bölümünde yüksek lisans öğrencisiyim. 4. sınıf öğrencileriyle yapacağım "Model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi" adlı tez çalışmamda Eleştirel Düşünme Ölçeklerini kullanmak için izninizi rica ediyorum.

Özlen Yıldız
Teşekkürler.

Yanıtla İlet

Ek 6. Problem 1:

OKULDA ZAMAN PROBLEMİ



Deniz, gece erken yatmayı sevmeyen ablasının bir gün bir arkadaşına, "Hayatımızın ne kadar çok zamanını uyuyarak geçiriyoruz bir düşünsene," diyerek bir tartışmaya girdiğini gördü. Bu tartışma sonunda kafa kafaya verip bu yaşa kadar uykuda geçen zamanlarını hesaplamaya girişmişlerdi. Deniz de sürekli okulda çok fazla zaman geçirdiğini düşünmekte ve "Okulda zaman nasıl geçiyor anlamıyorum! Neredeyse yılın çoğunu okulda geçiriyorum." demekteydi. Arkadaşı ise, "Bir sürü tatilimiz var bence çok da vakit geçirmiyoruz." deyince, ablası ve arkadaşının yaptığı gibi kendisinin de yıl boyunca okulda ne kadar zaman geçirdiğini hesaplayabileceğini düşündü. Böylece kimin haklı olduğu ortaya çıkacaktı.

Bu durum hakkında siz ne düşünüyorsunuz? Gerekli hesaplamaları yaparak Deniz'in haklı olup olmadığını bulunuz.

Ek 7. Problem 2: KUTUP

AYISI PROBLEMİ



Mert, öğretmeninin okuduğu bir hikâye kitabından çok etkilenmişti. Hikâyede kutup ayısı Bobo'nun ailesine yiyecek bulmak için yaptığı yolculuk anlatılıyordu. Bobo bir buz parçasının üzerinde yolculuğa çıkmak zorunda kalmıştı, çünkü etraflarındaki buzlar eriyordu. Ailesiyle beraber yolculuk yapamazdı, çünkü bu buz parçası yalnızca Bobo'yu taşıyabilirdi. Bobo'nun büyük bir ailesi vardı ve hepsi o gelene kadar beklemek zorundaydı. Hikâyeyi dinledikten sonra Mert arkadaşlarına:

-Acaba, o buz parçasında biz yolculuk yapmak zorunda kalsaydık kaçımız oraya sığardık? diye sordu.

Hadi sizler grup arkadaşlarınızla beraber Mert'in sorusuna yanıt bulmaya çalışın. Mert de tıpkı sizin gibi 4. sınıfta okuyor.

Bir kutup ayısı 500 kg gelmektedir. Sizce en fazla kaç tane arkadaşınız bir kutup ayısı kadar gelir ve o buz parçasında yolculuk yapabilir?

Ek 8. Problem 3:

SCOOTER PROBLEMİ

Ahmet hafta sonu scooter kiralayıp biraz gezmek istiyordu. Ancak araç kiralamak için tek bir seçeneğinin olmadığını gördüğünde doğrusu biraz kafası karıştı. Ahmet'e siz yardım eder misiniz? Aşağıda, araçların açılış ve 1 dakikalık kiralama ücretleri gösterilmiştir.



Kırmızı Sarı Mavi

26 TL' si olan Ahmet bu araçlardan kiralamak istiyor.

Buna göre Ahmet, hangi aracı seçerse daha uzun süre kullanabilir? İşlemlerinizi gösteriniz.

Ek 9. Problem 5:

Kümes Problemi

Aslı, Kerem ve Tuna dedelerine tavuklar için kümes yapımında yardım etmek istiyor. Dedeleri onlara 12 metre uzunluğunda bir tel örgü verip, "Hadi bununla bir kümes yapın bakalım." diyor. Çocuklar tel örgüye bakıp, "Peki ama nasıl?" diye soruyorlar. Dedeleri, "En uygun şekli siz bulun," diyor. En uygun şekilde bir kümes tasarlamaları için bu üç kardeşe yardım eder misiniz? Arkadaşlarınıza yaptığınız kümesi tanıtın.





Ek 10. Problem 6:

DEKORASYON PROBLEMİ

Fatma odasının duvarlarını dekore etmek için farklı boyaları karıştırıp değişik bir renk elde etmek ister. Kendisine 1litrelik boyanın yeterli olacağına karar verip boyacının yolunu tutar. Boyacıya istediği renkleri söylediğinde bir sorunla karşılaşır. Boyacı her bir kutunun farklı boyutlarda olduğunu ve boyaları kutu ile sattığını söyler. Fatma bütün renleri alırsa elinde 1 litreden fazla boya olacağını görünce bir karar vermek zorunda kalır. Fatma hangi boyaları karıştırırsa 1 litrelik karışıma en yakın miktarı elde eder?

Dekorasyonda kullanacağı boya renkleri ve miktarları şöyledir:

Kırmızı: 355 ml

Mavi: 255 ml

Beyaz: 125 ml

Gri: 420 ml

Yeşil: 160 ml



Ek 11. Problem 7:

Su Problemi

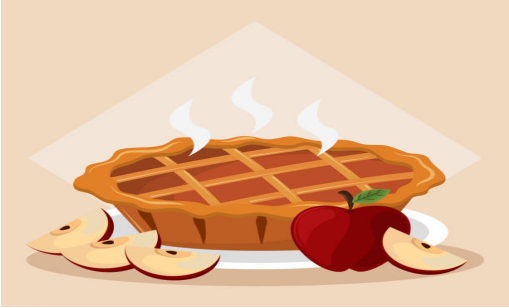
Ayla her yaz, tatilinin bir kısmını köyde geçiriyordu. Bu yaz, artık su taşıyacak kadar büyüdüğünü göstermek istiyordu. Büyükbabasına nehirden su taşımak için uzun uzun ısrar etti. Büyükbabası da bunu kabul edip Ayla'nın eline 5 litrelik ve 3 litrelik iki testi tutuşturdu. Ayla elindeki testilere bakıp, "Bu kadar suyu nasıl taşırım?" diye sordu. Büyükbabası gülümseyerek, "İneklere ölçüyle su vermem gerekiyor. Bunun için 4 litrelik suya ihtiyacım var. Elimizde bu ölçüde testi yok. Madem o kadar büyüdün hadi bakalım bu iki kabı kullanarak bize 4 litrelik su getir bakalım." dedi. Ayla yol boyunca bunu nasıl yapacağını düşünüp durdu. Siz ona yardım eder misiniz?

Bir nehirden bu kapları kullanarak 4 litre suyu nasıl alırsınız?



Ek 1. Problem 8:

ELMALI TURTA PROBLEMİ



Hafta sonu sınıftan birkaç arkadaşını evine davet eden Sevinç, annesinden arkadaşları için meşhur elmalı turtasını yapmasını ister. Evde hiç elma kalmadığını fark eden annesi Sevinç'ten 3 kg elma alıp gelmesini istemiştir. Elma almak için Sevinç'in iki seçeneği vardır:

1. Seçenek: Evinin hemen yanındaki manavda yarım kilo elma 1 TL'dir.

2.Seçenek: Evinden biraz uzaktaki pazarda 1 kg elma 1,5 TL'dir. Fakat Pazar uzak olduğu için mutlaka otobüse binmesi gerekmektedir.

Sizce Sevinç'in hangi seçeneği seçmesi mantıklı olacaktır? Düşüncelerinizi nedenleriyle yazınız.