

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARGÜMANTASYONA DAYALI MATEMATİKSEL
MODELLEME UYGULAMALARININ 7. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME VE
SORGULAYICI ÖĞRENME BECERİLERİNE ETKİSİ

Beyzanur PİRİMOĞLU

Danışman: Doç. Dr. Zeynep ÇAKMAK GÜREL

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN

2024

Her Hakkı Saklıdır.

Kabul ve Onay Sayfası

Doç. Dr. Zeynep ÇAKMAK GÜREL danışmanlığında, Beyzanur PİRİMOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 05/07/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul oybirliği/oy çokluğu (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI İmza:

Üye : Doç. Dr. Zeynep ÇAKMAK GÜREL İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Duygu ALTAYLI ÖZGÜL İmza:

Yukarıdaki sonuç Enstitü Yönetim Kurulunun / / 20.... tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Kemal Volkan ÖZDOKUR
Enstitü Müdür V.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, şekil ve tabloların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Bilimsel Etiğe Uygunluk Sayfası

“Argümantasyona Dayalı Matematiksel Modelleme Uygulamalarının 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme ve Sorgulayıcı Öğrenme Becerilerine Etkisi” isimli “Yüksek Lisans” tezım tarafımca intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiğı gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 05/07/2024

Beyzanur PİRİMOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARGÜMANTASYONA DAYALI MATEMATİKSEL MODELLEME UYGULAMALARININ 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME VE SORGULAYICI ÖĞRENME BECERİLERİNE ETKİSİ

Beyzanur PİRİMOĞLU

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Zeynep ÇAKMAK GÜREL

Bu araştırmanın amacı, argümantasyona dayalı matematiksel modelleme uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme ve matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisini araştırmak ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşlerini almaktır. Araştırmaya uygun örnekleme yöntemi kullanılarak seçilen 2023-2024 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde öğrenim görmekte olan 52 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmada açıklayıcı sıralı karma desen kullanılmıştır. Araştırmanın nicel kısmında tek grup ön test- son test desen, nitel kısmında ise durum çalışması deseni kullanılmıştır. Nicel veriler için matematiksel modelleme yeterlikleri ve matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri ölçekleri; nitel veriler için ise yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Uygulama tamamlandıktan sonra rastgele seçilen yirmi öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Verilerin analizinde ilişkili örneklem t testi ve içerik analizinden yararlanılmıştır. Sonuçlara göre matematiksel modelleme yeterliği ve sorgulayıcı öğrenme becerileri ölçeklerinden öğrencilerin aldıkları son test puanlarının ön test puanlarından anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Nitel sonuçlara bakıldığında öğrencilerin geneli matematiksel modelleme etkinliklerini faydalı bulduklarını ve bu etkinliklerin öğrenmelerini kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda argümantasyona dayalı yapılan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmenler tarafından sınıf içinde kullanılması önerilmektedir.

2024, 74 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Argümantasyon, Matematiksel modelleme, Matematiksel modelleme yeterlikleri, Sorgulayıcı

ABSTRACT

MSc Thesis

THE IMPACT OF ARGUMENTATION-BASED MATHEMATICAL MODELING ACTIVITIES ON 7TH GRADE STUDENTS' MATHEMATICAL MODELING AND INQUIRY-BASED LEARNING SKILLS

Beyzanur PİRİMOĞLU

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematics and Science Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr Zeynep ÇAKMAK GÜREL

The aim of this study is to investigate the effects of argumentation-based mathematical modeling activities on 7th grade students' mathematical modeling competencies and inquiry-based learning skills, and to gather students' opinions on the implementation. The study involved 52 7th grade students enrolled in the second semester of the 2023-2024 academic year, selected using an appropriate sampling method. An explanatory sequential mixed-methods design was used in the research. The quantitative part of the study employed a single-group pretest-posttest design, while the qualitative part utilized a case study design. Quantitative data were collected using scales for mathematical modeling competencies and inquiry-based learning skills, and qualitative data were collected through a semi-structured interview form. After the implementation, interviews were conducted with twenty randomly selected students. Data analysis involved paired sample t-tests and content analysis. The results revealed that the students' posttest scores on mathematical modeling competencies and inquiry-based learning skills scales were significantly higher than their pretest scores. Qualitative results showed that most students found the mathematical modeling activities beneficial and believed these activities facilitated their learning. In this context, it is recommended that argumentation-based mathematical modeling activities be used by teachers in the classroom.

2024, 74 Pages

Keywords: Argumentation, Inquiry-based learning, Mathematical modeling, Mathematical modeling competencies

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi sürecimde, çalışmamın her aşamasında desteğini benden esirgemeyen, sabırla ve büyük bir özveriyle kıymetli vaktini ayırıp beni dinleyen, değerli görüşlerini paylaşan, sahip olduğu bilgi birikimiyle yolumu aydınlatan kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Zeynep ÇAKMAK GÜREL’e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan ve beni bu günlere getiren sevgili annem Melike PİRİMOĞLU, sevgili abim Bahadır PİRİMOĞLU, sevgili ablam Burçin YURDİGÜL ve yanımda olamasa da beni her daim izlediğini bildiğim canım merhum babam NAŞİT PİRİMOĞLU’ na sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Beyzanur PİRİMOĞLU

Temmuz, 2024

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Matematiksel Modelleme Sürecine İlişkin Yapılan Çalışmalar.....	5
2.2. Argümantasyon Sürecine İlişkin Yapılan Çalışmalar	6
2.3. Argümantasyon ve Matematiksel Modellemeye İlişkin Çalışmalar	11
3. KURAMSAL TEMELLER.....	14
3.1 Matematiksel Model ve Modelleme.....	14
3.2 Matematiksel Modelleme Süreci	14
3.3 Matematiksel Modelleme Yeterlikleri.....	17
3.4. Argüman ve Argümantasyon	18
3.5. Argümantasyon Türleri	19
3.6 Argümantasyon Modelleri.....	20
3.7 Toulmin Argümantasyon Modeli	21
3.8 Argümantasyon Tabanlı Öğretim Yönteminde Öğretmenin Rolü	23
3.9 Argümantasyon Tabanlı Öğretim Yönteminde Öğrencinin Rolü	24
4. MATERYAL ve YÖNTEM	25
4.1. Materyal ve Yöntem.....	25
4.1.1. Araştırmanın Modeli.....	25
4.1.2. Çalışma Grubu	25
4.1.5. Verilerin Analizi	38
5. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	40
6. SONUÇ ve TARTIŞMA	54
7. ÖNERİLER	56
KAYNAKÇA	57
EKLER.....	68

EK-1. Modelleme Etkinlikleri ve Argümantasyon Becerileri Görüşme Formu	68
EK-2. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Kümes Problemi.....	70
EK-3. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Battaniye Problemi	71
EK-4. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Fıskiye Problemi.....	73
EK-5. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Duvar Boyama Problemi	74



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Lesh ve Doerr' e Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü	16
Şekil 3.2. Blum ve Leiß' e Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü	16
Şekil 4.1. Kümes Problemi.....	34
Şekil 4.2. 5. Grup Kümes Problemi Çalışma Kâğıdı Örneği	35
Şekil 4.3. Grupların Kümes Problemi Çalışma Kâğıtları.....	37
Şekil 5.1. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Etkinliklerine Yönelik Görüşleri	43
Şekil 5.2. Başkalarının Fikirlerini Değerlendirme ve Geri Dönüt Verme Konusunda Öğrenci Görüşleri.....	48

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Çalışma Grubunun Demografik Bilgileri.....	26
Tablo 4.2. Görüşme Formu Uygulanan Grubun Demografik Bilgileri.....	26
Tablo 4.3. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Kazanımları.....	30
Tablo 4.4. Çalışmanın Uygulama Süreci	31
Tablo 4.5. Kolmogorov-Smirnov Normal Dağılım Testi Sonuçları	38
Tablo 5.1. Bağımlı Örneklemeler İçin T-Testi Analiz Sonuçları	40
Tablo 5.2. Modelleme Yeterliliklerine İlişkin T-Testi Analiz Sonuçları.....	41
Tablo 5.3. Sorgulayıcı Öğrenme Becerilerine İlişkin T-Testi Analiz Sonuçları.....	42
Tablo 5.4. Öğrencilerin Modelleme Etkinliklerinde Karşılaştıkları Zorluklar	43
Tablo 5.5. Öğrencilerin Modelleme Etkinliklerinde Beğendikleri Yönler	44
Tablo 5.6. Modelleme Etkinliklerinin Matematik Konularını Anlamayı Kolaylaştırmasına Yönelik Öğrenci Görüşleri	45
Tablo 5.7. Öğrencilerin Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışması Hakkındaki Görüşleri	46
Tablo 5.8. Öğrencilerin Modelleme Etkinliklerinde Kendilerini Neden İfade Edemediklerine İlişkin Görüşleri	47
Tablo 5.9. Öğrencilerin Modelleme Etkinlikleri Sırasında Sorulan Sorular Hakkındaki Görüşleri	48
Tablo 5.10. Tartışma Becerilerinin Gelişip Gelişmediğine Dair Öğrenci Görüşleri	49
Tablo 5.11. Öğrencilerin Öğretmen Sorularına Yönelik Görüşleri	50
Tablo 5.12. Modelleme Etkinliklerine Yönelik Öğrencilerin Önerileri	51
Tablo 5.13. Tartışma Becerilerinin Gelişmesine Öğrencilerin Önerileri	52
Tablo 5.14. Öğrencilerin Madde 3.4. Yanıtları	53

KISALTMALAR

Kısaltmalar

MEB Millî Eğitim Bakanlığı

MMYÖ Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği



1. GİRİŞ

Ortaokul matematik eğitiminde matematiksel modelleme, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek ve matematiği gerçek dünya uygulamalarına bağlamak için önemli bir yaklaşım olarak giderek daha fazla kabul görmektedir. Araştırmalar, ortaokulda matematiksel modelleme öğelerinin tanıtılmasının, öğrencilerin matematiğin pratikte nasıl uygulandığına dair anlayışlarını geliştirebileceğini ve konuyu öğrenme motivasyonunu artırabileceğini göstermektedir (Krutikhina vd., 2018). Bu amaçla Millî Eğitim Bakanlığının 2018 yılında yayınladığı Matematik dersi öğretim programında diğer yılların kazanım hedeflerinden farklı olarak "matematiksel modelleme becerisi" öğrencilere kazandırılması hedeflenen önemli yetkinliklerden biri olarak öne çıkmaktadır. (MEB, 2018). Matematiksel modelleme becerisi, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları karmaşık problemleri anlamlandırmaları ve çözmeleri için matematiksel yöntemleri kullanabilmelerini amaçlamaktadır (Niss vd., 2007). Çıltaş (2011), matematiksel modellemeyi gerçek hayat problemlerini matematiksel dille ifade edebilmeyi ve bu beceriyi hayatın her alanına entegre edebilmeyi sağlayan dinamik bir süreç olarak ifade etmektedir. Örneğin, bir alışveriş merkezindeki indirimli ürünlerin fiyatlarını karşılaştırmak, bir spor etkinliği için gereken malzemelerin maliyetini hesaplamak gibi durumlarda, öğrenciler matematiksel modelleme becerilerini kullanarak problemleri analiz edebilir, veri toplayabilir, uygun matematiksel yöntemlerle bu verileri işleyebilir ve sonuçları yorumlayarak çözüm önerileri geliştirebilirler. Matematiksel modelleme, öğrencilerin analitik düşünme, iletişim, problem çözme, öz düzenleme ve karar verme (Özgen ve Şeker, 2021; Özturan Sağırılı, Kırmacı ve Bulut, 2014) yeteneklerini geliştirir.

Matematiksel modelleme sürecinde anlama, basitleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama becerileri temel beceriler arasındadır (Blum ve Leiß, 2007). Bu becerilere ilaveten matematiksel modelleme sürecinin dinamik bir süreç olması ve dolayısıyla bu süreçte kişinin kendini ifade edebilme ve karşı tarafı ikna edebilme gibi becerilerinin bulunması gerekmektedir (Medonça ve Justi, 2013). Söz konusu becerilere bakıldığında matematiksel modelleme sürecinde argümantasyon becerilerinin kullanımı da önemli hale gelmektedir (Dede, 2019). Argümantasyon Dinçer (2011)' e göre birini bir ifadenin doğruluğuna veya yanlışlığına ikna etmek için kullanılan

bir söz sanatıdır. Argümantasyonda amaç ise insanların bir konu hakkındaki tutumlarını destekleyici ifadeler sunmasıdır (Moore ve Parker, 2012). Buna göre argümantasyon becerisinin matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin daha derinlemesine anlamalarına, problem çözme yeteneklerini geliştirmelerine ve matematiksel düşüncelerini etkili bir şekilde ifade etmelerine yardımcı olacağı düşünülmektedir (Güç ve Kuleyin, 2021). Bu süreçte argümantasyon ise öğrencilerin matematiksel düşüncelerini yapılandırmalarına, sorgulama becerilerini geliştirmelerine ve mantıklı tartışmalar yapabilmelerine olanak tanır (Yitmez vd, 2023).

Modellemenin bilişsel olarak karmaşık olması ve üst düzey düşünme becerilerini gerektiriyor olması (Blum, 2011), matematiksel modelleme sürecinde öğrencinin düşünce yapısının argümantasyon becerisiyle desteklendiğinde daha çok derinleştirileceğini ve öğrencinin kendini daha etkili şekilde ifade edebileceğini göstermektedir. Günümüzde, eğitim programları ve öğretim yöntemleri sürekli olarak yenilenmekte ve geliştirilmekte, bu kapsamda matematiksel modelleme ve argümantasyonun öğrenci başarısı üzerindeki etkisi daha fazla önem kazanmaktadır. Matematiksel modellemenin öğretim programına girmesiyle birlikte hem uluslararası alan yazında (Berry ve Houston, 1995; Blomhoj ve Jensen, 2003; Blum ve Leiß, 2007; Borromeo Ferri, 2006; Lesh ve Doerr, 2003) hem de ulusal alanyazında (Çakmak Gürel, 2018; Çiltaş ve Işık, 2013; Duran, 2023; Güç, 2015; Özturan Sağırlı, Kırmacı ve Bulut, 2014; Uz, 2022) konu ile ilgili çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik çalışmalar detaylı incelendiğinde matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerdeki matematik akademik başarısını nasıl etkilediği (Uysal, 2021), matematiğe yönelik tutumlarını nasıl değiştirdiği (Tutkun ve Kabar, 2018; Uz, 2022), okuduğunu anlama becerilerine etkisi (Alkan, 2019; Fırat, 2021), problem çözme ve üstbilişsel becerilerine etkisi (Can, 2024; Doruk, 2010) ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi (Duran, 2023; Yıldız, 2023) gibi pek çok yönden araştırıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. Benzer şekilde argümantasyon tabanlı öğretimin farklı birçok yönden araştırıldığı çalışmalara da (Adal, 2023; Aydın Güç ve Kuleyin, 2021; Çelik Arslan, 2021; Dinçer, 2011; Douek, 1999; İnam, 2020; Mercan, 2015; Whitenack ve Knipping, 2002) rastlanmaktadır. Literatür incelendiğinde argümantasyon tabanlı öğretimin akademik başarı üzerine etkisini (Küçük Demir, 2014; Sevilmiş, 2023),

üstbilişsel becerilerine ve motivasyonlarına etkisini (Türkmenoğlu, 2022), tartışma istekleri üzerindeki etkisini (İnam, 2020) inceleyen çalışmaların olduğu görülmüştür.

Ancak, bu iki önemli pedagojik yaklaşımın entegrasyonu ve bu entegrasyonun öğrenci yetkinliklerine olan etkisi üzerine yapılan araştırmalar sınırlıdır (Brown ve Redmond, 2007; Güç ve Kuleyin, 2021; Kuleyin, 2022; Tekin Dede, 2019). Bu çalışmalar genel olarak matematiksel modelleme ve argümantasyonun öğrenci başarısı ve becerileri üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır. Özellikle argümantasyon becerileri ile desteklenen matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin modelleme yeterlikleri ve sorgulama becerilerinin incelenmesi de sınırlı literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırmanın hedefi, matematik eğitiminde yenilikçi yaklaşımların uygulanabilirliğini ve etkinliğini değerlendirmek, bu yaklaşımların öğrenci performansı üzerindeki potansiyel olumlu etkilerini ortaya koymaktır.

Araştırmanın amacı ve Alt problemler

Bu araştırmanın amacı, argümantasyona dayalı matematiksel modelleme uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme ve matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisini araştırmak ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşlerini almaktır. Bu çalışma ile öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini ve sorgulama becerilerini geliştirmek için etkili yöntemlerin belirlenmesine yardımcı olmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, araştırmada aşağıdaki alt problemlere cevap aranmaktadır:

1. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiksel modelleme yeterlikleri alt boyutları, matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri ve matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri alt boyutlarına ait puanlarda modelleme etkinlikleri öncesi ve sonrası anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Öğrencilerin modelleme etkinlikleri ve argümantasyon becerileri hakkındaki görüşleri nelerdir?

Araştırmanın sınırlıkları

1. Araştırma İstanbul ili Bahçelievler ilçesindeki bir devlet ortaokulu ile sınırlandırılmıştır.
2. Uygulama yedinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiş olup, farklı sınıf seviyeleri ile çalışılmamıştır.
3. Belirtilmiş olan veri toplama araçlarıyla elde edilen bilgilerle sınırlı kalmıştır.

Araştırmanın varsayımları

1. Bu araştırmada model oluşturma etkinliklerine katılan tüm öğrencilerin uygulanan veri toplama araçlarındaki soruları samimi ve yansız şekilde yanıtladıkları varsayılmaktadır.
2. Bu araştırmada modelleme ve argümantasyon sürecinde araştırmacının sürece sadece rehberlik etmesi dışında başka bir etkide bulunmadığı varsayılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Matematiksel Modelleme Sürecine İlişkin Yapılan Çalışmalar

Modelleme sürecine ilişkin ele alınan çalışmalar iki farklı konuda sınıflandırılmıştır. Ele alınan bazı çalışmalar öğrencilerin modelleme seviyelerini gösterirken bazıları ise modelleme yeterliklerinin bazı değişkenlere etkisini incelemek için yazılmıştır.

Modelleme seviyelerini gösteren çalışmalardan biri olan Uz (2022) çalışmasında matematiksel modelleme yeterliklerinin seviyelerinin, problem çözümüne yaklaşımlarının ve matematiğe olan tutumlarının birbirini ne düzeyde etkilediğini bulmayı amaçlamıştır. Nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılan çalışma da örneklem oranlı küme yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırma da öğrencilere tutum ölçeği, modelleme yeterlikleri soru formu ve rubriği ve inanç ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin modelleme yeterliklerinin düşük, problem çözümünde işlemsel yaklaşımlarının kavramsal yaklaşıma göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bir diğer benzer çalışma olan Tutkun ve Kabar (2018) tarafından yazılan makale de araştırmacılar amaçlı örneklem yöntemi ile seçilmiş 6 öğrenciyi iki gruba ayırarak öğrencilerin modelleme sürecini incelemeyi amaçlamaktadır. Öğrencilerin modelleme sürecini inceleyen nitel durum çalışmasıdır. Çalışmanın sonuçlarında ise öğrencilerin problem üzerinde farklı fikirleri birbiri ile paylaşabildikleri ve matematiksel modelleri ortaya koyabildikleri görülmüştür. Fakat elde ettikleri çıktıları gerçek hayata uyarlayamadıkları ve sonuçların doğruluğunu kanıtlayamadıkları görülmüştür.

Doruk (2010) yaptığı çalışmasında öğrencilere matematiksel modelleme etkinlikleri ile matematik dersinde öğrendiklerini günlük yaşama transfer edebilme becerilerinin gelişimine etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma 116 öğrenci ile yürütülmüş olup, deney ve kontrol grubu şeklinde iki ayrı gruba ayrılmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen matematik testi ön test son test olacak şekilde iki kere uygulanmıştır. Araştırma sonucunda ise matematiksel modelleme uygulamaları ile öğrencilerin karşılaşabilecekleri günlük yaşam problemlerinde matematikten yararlanma düzeylerinin artabileceği sonucuna ulaşıldı.

Alkan (2019) çalışmasında matematiksel modelleme etkinlikleriyle öğrencilerdeki matematiksel modelleme yeterliğinin gelişimine ve okuduğunu anlama becerilerine etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Karma araştırma deseniyle yürütülen çalışmada 7 hafta boyunca seçilen 26 öğrenciyle birlikte matematiksel modelleme etkinlikleri yapılmıştır. Öğrencilere bu sürecin başında ve sonunda olmak üzere iki defa beceri testi ve yeterlik testi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretimin sonunda öğrencilerde okuduğunu anlama becerilerinde artış olduğu görülmüştür. Ayrıca okuduğunu anlama becerisi ile modelleme yeterliği arasında yüksek düzeyde ve pozitif yönde ilişki olduğu da ulaşılan diğer sonuçlardan biridir. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlik düzeylerinden “problemi anlama” ve “sadeleştirme” basamaklarında başarılı, “yorumlama” basamağında ise başarısız oldukları ulaşılan diğer sonuçlar arasındadır.

Duran (2023) çalışmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırma karma yöntem olup, nicel bölümde yarı deneysel desen nitel bölümünde durum çalışması kullanılmıştır. Araştırma deney grubundan olan 40 öğrenciyle matematiksel modelleme etkinlikleri yedi hafta süreyle uygulanmıştır. Kontrol grubundaki 40 öğrenciye ise mevcut program üzerinden dersler işlenmiştir. Sürecin başında ve sonunda deney ve kontrol grubuna beceri testi ve eğilim ölçeği uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucunda deney grubuna uygulanan ölçeklerde son testlerde anlamlı bir farklılığa rastlanırken kontrol grubunda anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Araştırmanın nitel verilerin analizinde ise matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması sürecinde deney grubu öğrencilerinde eleştirel düşünme becerisinin geliştiği görülmüştür.

2.2. Argümantasyon Sürecine İlişkin Yapılan Çalışmalar

Matematik eğitimi alanında argümantasyona dayalı yapılan çalışmalar genel olarak argümantasyon tabanlı yöntemlerin etkilerini incelemektedir. Dinçer (2011) ve Dinçer (2024) tarafından matematik öğretmen adaylarının derslerindeki tartışmalar ve argümantasyon tabanlı etkinliklerin tasarımı analiz edilmiştir. Mercan (2015), İnam (2020), Adal (2023), Can (2018), Akmaz (2023) ve Öz (2019) ise argümantasyon tabanlı öğretim yönteminin akademik başarı, tutum, süreç becerileri ve kalıcılığa etkilerini

araştırmıştır. Mercan (2015) ve İnam (2020), argümantasyon tabanlı öğretimin akademik başarı ve tutum üzerinde olumlu etkiler yarattığını bulmuştur. Adal (2023) ve Öz (2019) ise matematik okuryazarlığı ve bilişsel beceriler üzerinde olumlu etkiler tespit etmişlerdir. Can (2018) ve Akmaz (2023) çalışmaları, olasılık ve cebirsel ifadeler konularında başarı artışı sağlarken, kalıcılık konusunda farklı sonuçlara ulaşmıştır. Doruk (2016), öğretmen adaylarının argümantasyon ve ispat süreçlerindeki kavram yanlışlarına ve bileşenlerin kullanımına odaklanmıştır. Bu bölümde argümantasyonla ilgili yapılan çalışmaların derlemesi sunulmuştur.

Argümantasyon tabanlı öğretim yöntemi çalışmalarının hazırlanma amaçlarına göre bakıldığında akademik başarı, tutum, süreç becerileri ve kalıcılığa etkilerinin araştırıldığı çalışmalardan bazıları Mercan (2015), İnam (2020), Adal (2023), Can (2018), Akmaz (2023) ve Öz (2019) olarak görülmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında lise öğrencileri ile Mercan (2015) fonksiyonlar konusunda, Öz (2019) üçgenler konusunda; ortaokul öğrencileriyle İnam (2020) geometrik cisimler ve hacim ölçme konusunda, Akmaz (2023) cebirsel ifadeler ve denklemler konusunda, Adal (2023) doğrusal denklem ve eşitsizlik konusunda; öğretmen adayları ile Can (2018) olasılık konusunda çalışmışlardır. Çalışmalarında Adal (2023), İnam (2020), Mercan (2015) deney ve kontrol gruplu çalışırken, Öz (2019), Akmaz (2023), Can (2018) ön test son test kontrol gruplu deneysel desen kullanmışlardır.

Argümantasyon tabanlı öğretim yöntemi çalışmalarının hazırlanma amaçlarına göre bakıldığında Dinçer (2011) ve Dinçer (2024) çalışmalarında argümantasyon süreçlerini incelemişlerdir. Dinçer (2011) araştırmasında öğrencilerin yaptıkları muhakemelerin, birbirleriyle ve öğretmenleriyle olan etkileşimlerini incelerken, Dinçer (2024) öğretmen adaylarının argümantasyon süreçlerini ve bu süreci nasıl desteklediklerini incelemiştir. Yapılan her iki çalışmada da katılımcılar ilköğretim matematik öğretmenliği lisans öğrencileridir. Argümantasyonla ilgili yapılan bu çalışmalar aşağıda detaylı olarak sunulmuştur:

Dinçer (2011) hazırladığı doktora tezinde matematik öğretmenliği lisans öğrencileri ile 20 hafta boyunca derslerindeki tartışmalar video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Bu çalışmanın amacı adayların matematik lisans derslerindeki muhakemelerini, birbirleriyle ve öğretmenleriyle olan etkileşimlerini incelemek ve Toulmin tartışma modelinin söz

konusu tartişmaların yapısını incelemek için nasıl kullanılacağını araştırmaktır. Öğretmen rehberliğinde yapılan tartişmalardan biri olan argümantasyon da en önemli bileşen gerekçe bileşenidir. Bu bileşenin doğru kullanılıp kullanılmadığına bağlı olarak yeni bileşenler ortaya çıkmakta ve bu da gerekçeye dayalı olan sonucu da değiştirebileceğini söylemiştir. Çalışma sonunda Toulmin modeline eklenebilecek yeni bileşenler bulunmuştur. Bu bileşenler rehber desteği ve rehber yönlendirmesidir.

Dinçer (2024) çalışmasında matematik öğretmeni adaylarının argümantasyon tabanlı etkinlikleri geliştirirken neleri göz önünde bulundurduklarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda etkinliklerin tasarımı, olası argümantasyon süreci ve süreci nasıl destekledikleri incelenmiştir. Çalışma nitel araştırma deseniyle yürütölmüş olup katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Katılımcılara etkinlik tasarlama eğitimleri verildikten sonra ortaokul kazanımlarına yönelik argümantasyon etkinliği ve buna uygun uygulama planı oluşturulması istenmiştir. Oluşturulan etkinliklerin argümantasyon sürecine uygunluğuna bakılmış olup başarılı bir argümantasyon tabanlı etkinlik tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda argümantasyon tabanlı etkinliklerin öğrencilerde düşünmeye teşvik etme, kendilerini ifade etmeye teşvik etme, gerekçelendirme gibi eylemlerin uygulanabilecek şekilde oluşturulması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Mercan (2015) hazırladığı doktora tezinde argümantasyon tabanlı öğretim yoluyla mevcut öğretim yolunu karşılaştırıp, argümantasyonla öğretim öğrencilerin akademik başarılarında ve tutumlarında ne gibi değişiklikler oluşturacağını araştırmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda lise birinci sınıflardan iki şube seçilip, seçilen bu şubelerden biri deney diğeri kontrol grubu olacak şekilde belirlenmiştir. Araştırma altı hafta boyunca fonksiyon konusuyla alakalı etkinliği deney grubu öğrencilerine argümantasyon tabanlı öğretim yöntemiyle işlerken, kontrol grubu öğrencilerine ise mevcut öğretim yöntemiyle işlemiştir. Mercan çalışmasını Fonksiyon Başarı Testi, Bilimsel Süreç Becerileri Testi, Matematik Tutum Ölçeği, Tartışma İsteklilik Ölçeği, mülakatlar, açık uçlu sorular yoluyla toplamıştır. Verilerinin analizinde t testi ve Mann-Whitney U testinden yararlanmıştır. Mercan araştırma sonucunda elde ettiği istatistiksel verilere göre deney grubunun kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca süreç sonunda öğrencilerle yapılan görüşmelerinde

öğrencilerin argümantasyonla öğretimin kalıcılığı artırdığını ve matematiğe yönelik tutumun olumlu yönde değiştirdiğini ifade etmişlerdir.

Doruk (2016) çalışmasında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının analiz alanındaki argümantasyon ve ispat süreçlerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamıştır. Çalışma ölçüt örnekleme yöntemiyle üniversite üçüncü sınıfta öğrenim gören on ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Nitel araştırma yönteminin uygulandığı çalışmada veriler Matematiksel İspata Yönelik Görüşme Formu (MİYGF) ve dört adet etkinlik temelli klinik mülakatlar aracılığıyla toplanmıştır. Öğretmen adaylarının çalışma boyunca ürettikleri argümanlar Toulmin modeline göre analiz edilmiştir. Analizler sonucu adayların argümanlarında kavram yanılgıları olduğu görülmüştür. Ayrıca adayların ürettikleri argümanlarda destek ve çürüten bileşeninden faydalanırken niteleyen bileşeninden faydalanılmadığı ortaya çıkmıştır. Dinçer (2011) çalışmasında da bu konuya yönelik benzerlik vardır.

İnam (2020) hazırladığı doktora tez çalışmasında konuların argümantasyon tabanlı öğretim yoluyla işlenmesinin öğrencilerde akademik başarı, süreç becerilerindeki öz yeterlikleri ve tartışma isteklerine etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Yarı deneysel desen modeliyle hazırlanmış bu çalışma da biri deney diğeri kontrol grubu olan iki tane 6. Sınıfla çalışılmıştır. Veri toplama araçları olarak öz yeterlik ölçeği, ölçme başarı testi, ölçme bilgi transferi testi ve görüşme formu kullanılmıştır. Nitel verilerin analizinde içerik analizi kullanılırken nicel verilerin analizinde bağımsız gruplar T testi, Shapiro-Wilks testi ve Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Testlerden elde edilen verilere göre başarı puanlarında deney grubu lehine anlamlı bir fark görülmüştür. Öğrencilerin tartışma istekliliği son test puanları ön test puanlarından yüksek çıkarken, öz yeterlik puan ortalamalarına bakıldığında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Ayrıca süreç sonunda öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin argümantasyon yoluyla öğretimin tartışma ortamı yarattığını, bu sayede fikirlerini özgürce ifade edebildiklerini ve grup çalışmasıyla derslerin daha zevkli geçtiğini belirtmişlerdir.

Adal (2023) çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerine argümantasyon tabanlı öğretim yöntemi ile matematik okuryazarlığına etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. 16 ders saati boyunca deney grubundaki öğrencilere argümantasyon çalışma kağıtları ile kontrol grubundaki öğrencilere ise mevcut öğretim yöntemi ile ders işlenmiştir. Çalışma karma

yöntemle yürütülmüş olup nicel ve nitel veriler “Matematik Okuryazarlığı Başarı Testi” ve “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” aracılığıyla toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda argümantasyon tabanlı öğretim yönteminin mevcut yöntemle göre öğrencilerin matematik okuryazarlığını başarısını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda ise bilişsel ve duyuşsal yönde katkı sağladığı görülmüştür.

Can (2018) çalışmasında matematik öğretmen adaylarının argümantasyon yaklaşımı ile olasılık konusundaki başarısının değişimine ve kalıcılığına etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Nicel ve nitel yöntemin kullanıldığı araştırmada toplam 44 öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Adaylara ön test, son test, kalıcılık testi uygulanıp argümantasyon seviyelerinin belirlenebilmesi için dersler esnasında video kaydına alınmıştır. Analizler sonucunda öğretmen adaylarının Olasılık Başarı Testi son test sonuçları anlamlılık gösterirken kalıcılık puanlarının arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının olasılık konusunda başarılarının arttığı kalıcılığa ise etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca az sayıda destekleyici ve niteleyiciye rastlanıldığı ifade edilmiştir.

Türkmenoğlu (2022) çalışmasında argümantasyon çalışmalarının öğrencilerdeki matematik başarısına, matematiğe karşı motivasyonlarına ve üstbilişsel becerilerine etkisini ve argümantasyon sürecine olan görüşlerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Karma araştırma deseninin kullanıldığı çalışmada veri toplama araçları olarak başarı testi, üstbilişsel farkındalık ölçeği ve motivasyon ölçeği öntest sontest şeklinde uygulanmıştır. Ayrıca sürecin sonunda öğrencilerin görüşlerini alabilmek için yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Çalışma sonunda yapılan analizlere göre argümantasyon çalışmalarının problem çözme başarılarında anlamlı farka yol açarken, üstbilişsel becerilere ve motivasyonlarında anlamlı bir farka yol açmadığı görülmüştür.

Akmaz (2023) çalışmasında Cebirsel ifadeler ve denklemler konusunun argümantasyon tabanlı öğretim ile işleyerek öğrencinin konudaki başarısına, tutumuna ve kalıcılığına etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Karma araştırma yöntemini tercih ettiği çalışmasında ön test son test kontrol gruplu deneysel desen kullanmıştır. Veri toplama aracı olarak başarı testi, tutum ölçeği, çalışma kâğıdı, yansıtıcı günlükler, anket formu ve mülakat formu kullanılmıştır. Nicel veriler SPSS-24 programında analiz edilirken nitel veriler betimsel olarak analiz edilmiştir. Analizler sonucu başarı ve tutum testinin ön test

puanları arasında anlamlı bir farklılık görülmezken son test puanları arasında deney grubunun lehine anlamlı bir farklılık çıkmıştır. Öğrencilerin çoğunlukla seviye 2 düzeyinde argüman ürettikleri, deney grubu öğrencilerinin kalıcılık puanlarının daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Öz (2019) yarı deneysel desenle hazırladığı çalışmada, argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımı ile üçgenler konusunda öğrencilerin akademik başarısına, bilişsel becerilerine, iletişim becerilerine, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine ve matematiğe karşı tutumlarına etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Uygun örnekleme yoluyla seçtiği 9. Sınıf öğrencileriyle 12 hafta boyunca argümantasyon yöntemiyle dersler işlenmiştir. Çalışma nicel verilerden oluşup veriler başarı testi, farkındalık ölçeği, değerlendirme ölçeği vb. ölçeklerle toplanıp analizinde SPSS-24 programı kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda argümantasyonun başarılarını, üst bilişsel farkındalıklarını ve matematiğe karşı tutumlarını olumlu etkilediği, süreç sonunda tartışmaya isteklerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Genel olarak, bu çalışmalar argümantasyon tabanlı öğretim yönteminin matematik eğitiminde önemli katkılar sağladığını göstermektedir.

2.3. Argümantasyon ve Matematiksel Modellemeye İlişkin Çalışmalar

Bu başlıkta incelenen çalışmalar, matematiksel modelleme etkinliklerinin ve argümantasyon becerilerinin öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemektedir. Brown ve Redmond (2007) çalışmada, matematiksel modelleme etkinliklerinin toplu argümantasyon süreci etkisini incelemiş ve öğrencilerin matematiği anlayıp çözebildiklerini, kendilerini daha rahat ifade ettiklerini ve motivasyonlarının arttığını tespit etmiştir. Kuleyin (2022), modelleme etkinlikleri ile yürütülen derslerde argümantasyon becerilerinin değişimini incelemiş ve veri olarak çözüm kağıtları ve video kayıtlarını kullanmıştır. Güç ve Kuleyin (2021), argümantasyon kalitesinin matematiksel modelleme sürecine etkisini araştırmış ve kaliteli argümantasyonun öğrencilerin matematiksel modelleme düzeylerini arttırdığını bulmuştur. Tekin Dede (2019) ise modelleme sürecindeki argümanları Toulmin'in argümantasyon şemasıyla analiz etmiş ve

argümanların çoğunun veri ve iddialarının modelleme geçiş noktalarına karşılık geldiğini ortaya koymuştur. Çalışmaların detaylı incelenmesi aşağıda sunulmuştur:

Brown ve Redmond (2007) çalışmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik veya fen derslerinde toplu argümantasyon süreci etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma üç yıllık bir zaman diliminde 20 öğrenci ile yürütülüp “tasarım-deney” e dayanan sosyokültürel bir tasarım kullanılmıştır. Toplu argümantasyon sürecinde modelleme etkinlikleriyle öğrencilerin grupça da yeni öğrenmeler edindiği, kavramsal anlamayla işlemsel anlamayı ilişkilendirdiği ifade edilmiştir. Araştırmanın sonunda düzenli olarak toplu argümantasyonla modelleme etkinliği çözen öğrencilerin matematiği anlayıp çözebildikleri, kendilerini daha rahat ifade edebildikleri için motivasyonlarının arttığı, öğrenme öğretme sürecinde istenmeyen davranışların azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kuleyin (2022) çalışmasında matematiksel model etkinlikleri ile yürütülen derslerde argümantasyon becerilerinin de değişimini süreç içerisinde incelemeyi amaçlamaktadır. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışma da 5 farklı modelleme etkinliği kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak model oluşturma etkinliklerinin çözüm kağıtları ve ders esnasında alınan video kayıtları oluşturmaktadır.

Güç ve Kuleyin (2021) yazdığı makale çalışmasında argümantasyon kalitesinin matematiksel modelleme sürecine etkisini ve nasıl yön verdiğini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen 6. sınıf 19 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilerin bilgilerini harekete geçirecek ve argümantasyon sürecine uygun olacak şekilde bir problem seçilmiştir. Veriler derste argümantasyon esnasında alınan video kayıtlar ve öğrencilerin modelleme etkinliklerinin yazılı kağıtları ile toplanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde modelleme yeterlikleri ve argümantasyon kalitesi değerlendirme rubriği kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda argümantasyonun kalitesinin artmasıyla öğrencilerde matematiksel modelleme düzeylerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tekin Dede (2019) çalışmasında katılımcıların modelleme süreçlerini dikkate alarak matematiksel modelleme döngüsü içinde inşa edilen argümanları incelemektedir. Bu bağlamda, dört ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile modelleme çalışmaları üzerinde

alışmış ve argümanları Toulmin'in argümantasyon şemasının bileşenleri üzerinden açıklanmıştır. Bulgular, argümanların çoğunun veri ve iddialarının, mevcut argümanların inşa edildiği modelleme geçişinin başlangıç ve bitiş noktalarına karşılık geldiğini ortaya koymuştur. Argümanların birinde ise gerekçe ile iddianın birlikte kullanıldığı, başka bir argümanda gerekçenin güçlenebilmesi için destekleyici kullanıldığını ifade etmiştir. Çalışmanın diğer sonuçları ise niteleyicilere ve ürütücü bileşenlere sık rastlanıldığıdır.

Bu alışmalar genel olarak matematiksel modelleme ve argümantasyonun öğrenci başarısı ve becerileri üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır.



3. KURAMSAL TEMELLER

3.1 Matematiksel Model ve Modelleme

Literatür incelendiğinde matematiksel model ve matematiksel modellemeyle ilgili çeşitli tanımlar yapılmıştır. Bu iki kavram birbiriyle ilişkili olmalarına karşın işlev bakımından birbirinden farklıdırlar. Matematiksel model Lesh ve Doerr (2003) tarafından bireylerin karşılaştıkları gerçek bir problem durumunu yorumlanıp çözülmesine olanak sağlayan zihinsel süreç olarak tanımlamıştır. Berry ve Houston (1995) matematiksel modeli gerçek yaşam problemlerinin grafik, fonksiyon, tablo gibi matematiksel yapıları kullanarak gerçek yaşam durumlarını betimleyecek gösterimler olarak tanımlamışlardır. Ural (2018) ise modeli değişkenler arasındaki ilişkileri ifade eden tablolar, grafikler, formüller olarak ortaya koymuştur. Buradan yola çıkarak matematiksel model sürecin sonunda ortaya çıkan ürün olarak ifade edilebilir.

Matematiksel modelleme gerçek yaşamdaki bir durumun veya problemin matematiksel dille ifade edilip matematiksel modeller yardımıyla çözülmesi sürecidir (Berry ve Houston, 1995). Haines ve Crouch (2010) a göre matematiksel modelleme süreci problem durumlarının modeller yardımıyla çözüldüğü ve çözümün test edildiği döngüsel bir süreçtir. Tanımlardan anlaşılacağı üzere matematiksel modelleme matematiksel model gibi bir ürün olarak değil bu ürünün ortaya çıkarken geçirdiği süreç olarak ifade edilebilir.

Matematiksel modelleme karmaşık bir düşünme süreci gerektirdiğinden zihinsel bir süreçtir. Çünkü olayları anlamak, analiz etmek ve yorumlamak için derin düşünme, analitik beceriler ve problem çözme yetenekleri gerektirir. Buradan hareketle modellemenin dinamik ve döngüsel bir süreç olduğu aşıkardır.

3.2 Matematiksel Modelleme Süreci

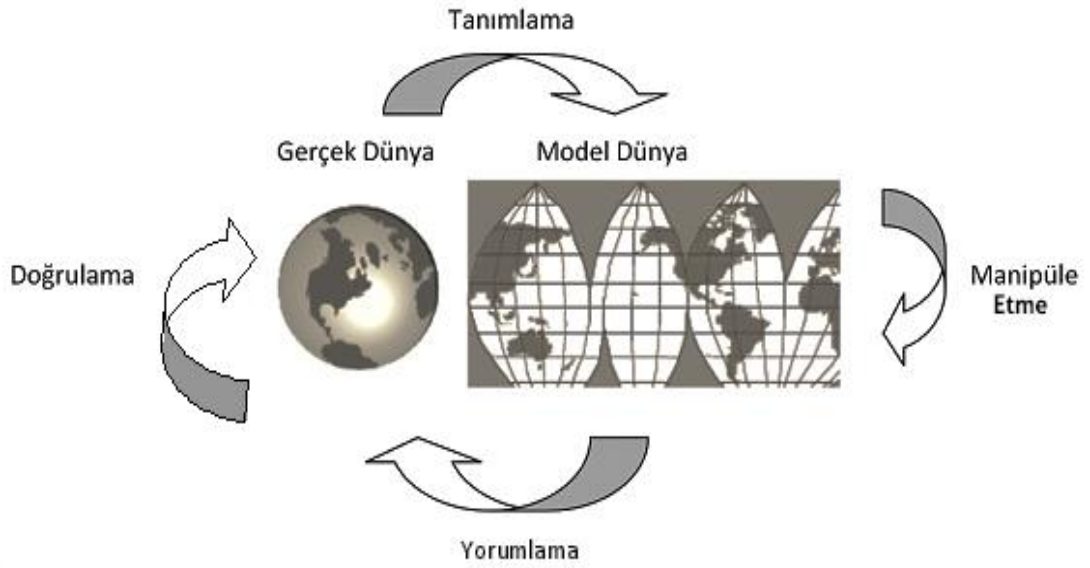
Matematik eğitiminin amacı sadece matematiği işlemlerle ifade etmek değil aynı zamanda öğrencilere matematiksel kavramların günlük hayatta nasıl uygulanabileceğini göstermek, böylece matematiğin pratik değerini anlamalarını sağlamaktır. Gerçek hayat problemlerine çözümler ararken matematiksel becerileri doğru şekilde kullanan eleştirel düşünme becerisine sahip öğrenciler yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu becerilere sahip

öğrencilerin yetişmesinde en etkili yöntemlerden birisi ise matematiksel modelleme etkinlikleridir.

Blum ve Leis'e (2007) göre matematik eğitimi, öğrencinin aldığı bilgileri ve becerileri gerçek hayat durumlarında da kullanmalarını sağlamalıdır. Bu noktada, matematiksel modelleme etkinlikleri, gerçek yaşam ile matematiğin arasında bir köprü işlevi görmektedir (Bukova-Guzel, 2011). Öğretimde matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanılması matematiği öğrenciler için daha açık daha anlaşılır hale getirmektedir.

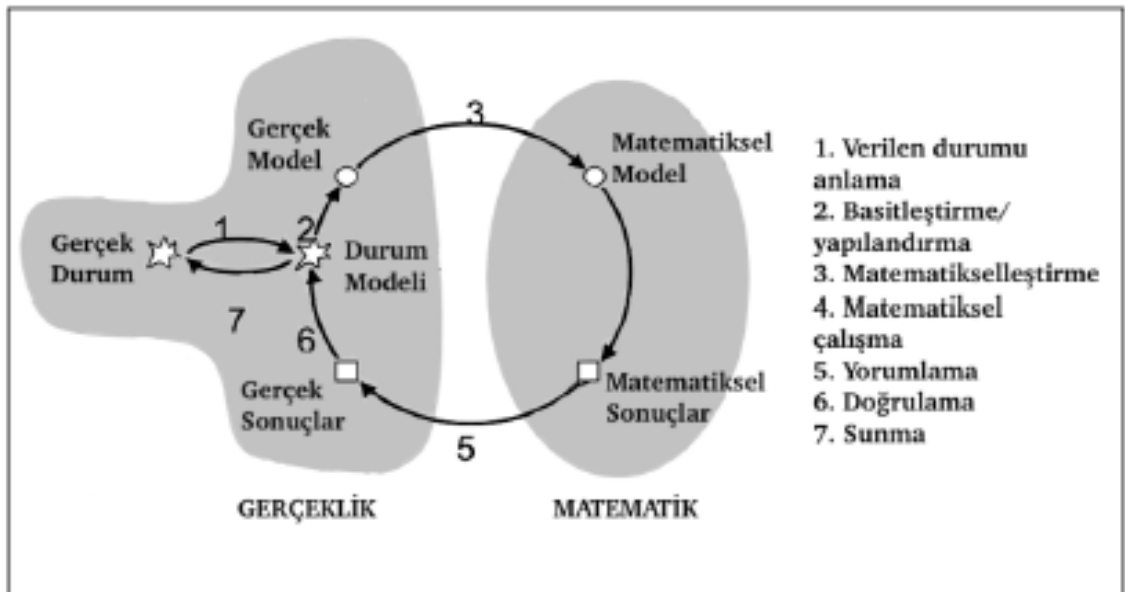
Matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik eğitimindeki önemi nedeniyle bu modelleme sürecinin de önemli bir rol oynadığı aşikardır. Alanyazın incelendiğinde araştırmacıların matematiksel modelleme sürecinin döngüsel bir süreç olarak tanımladıkları görülmüştür (Berry ve Houston, 1995; Blum ve Leis, 2007; Borromeo Ferri, 2006)

Lesh ve Doerr'e (2003) göre matematiksel modelleme süreci kendi içerisinde bir döngüye sahip olup, tek bir çözüm yolunun ve sonucun olmaması nedeniyle problem çözme sürecinden farklıdır. Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modelleme sürecini dört temel basamakla açıklamıştır. Bu basamakların ilki gerçek hayat durumunu modele aktarma süreci olan tanımlamadır. İkinci basamak olan manipüle etmede bir önceki süreçte elde edilen model üzerinde işlemler yapılır. Üçüncü basamak tahmin etme: işlem sonuçlarının gerçek hayata uyarlanmasıdır. Dördüncü adım olan doğrulamada ise bulunan sonuçların gerçek hayat durumlarıyla kullanışlılığına ve doğruluğuna bakılır. Sonucun gerçek hayatla uyuşmadığı durumda sürecin tekrar gözden geçirildiğini söylemişlerdir. Zaman içerisinde matematiksel modelleme döngüsünde kullanılan basamak sayısı daha çok ayrıntılandırılmıştır.



Şekil 3.1. Lesh ve Doerr' e Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü

Blum ve Leiß'e (2007) göre, matematiksel modelleme süreci yedi temel basamaktan oluşuyor. Bunlar ilk olarak gerçek durumla başlar. Gerçek durumla karşı karşıya kalan öğrenci durumu anlamaya çalışır ve bu duruma uygun durum modeli oluşturur. Daha sonra durum modeli sadeleştirilerek gerçek modele dönüştürülür. Gerçek modeli matematikselleştirerek dördüncü adım olan matematiksel model elde edilmiş olur. Matematiksel modelde işlemlerle birlikte matematiksel sonuçlara ulaşılır ve ulaşılan sonuçların gerçek yaşam sonuçlarına uyumluluğuna bakılıp süreç tamamlanır.



Şekil 3.2. Blum ve Leiß' e Göre Matematiksel Modelleme Döngüsü

3.3 Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Yeterlik, bireyin karşılaştığı zorluk karşısında bu zorluğa cevap verebilme isteğinin ve gücünün olması durumu olarak tanımlanabilir (Blomhoj ve Jensen, 2003). Matematiksel modelleme yeterlikleri ise en temel anlamı ile gerçek hayat durumlarını matematiksel modellerle ifade edip, ortaya çıkan matematiksel modellerin gerçek hayat problemlerine çözüm üretebiliyor olmasıdır. Matematiksel modelleme yeterliği Niss vd., (2007) tarafından gerçek hayat probleminin değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlama, oluşan ilişkiyi matematikselleştirme, elde edilen matematiksel sonuçları gerçek hayat durumuna yorumlayabilme ve doğrulamayla birlikte modelin kapsamını ve özelliklerini kontrol edebilme, modeli analiz edebilme yeteneği olarak tanımlanmıştır.

Blum ve Kaiser (1997) tarafından oluşturulan matematiksel modelleme yeterlikleri ve bunlara ait alt yeterlikler aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

Gerçek durumu anlama ve gerçeğe dayalı model oluşturma yeterliği

- Problem hakkında tahminde bulunma ve durumu sadeleştirme yeterliği
- Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve temel değişkenleri belirleme yeterliği
- Değişkenler arasında ilişki kurma
- Uygun olan bilgiyi bulma ve ilgili- ilgisiz bilgiyi ayırt etme

Gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeterliği

- Nicelikler arasındaki ilişkiyi matematikselleştirme
- Nicelikleri sadeleştirme, sayılarını ve karmaşıklığını azaltma
- Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve bunları grafiksel şekilde gösterme

Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemi çözme yeterliği

- Matematiksel problemi küçük parçalara ayırma, problemi farklı bir biçimde ifade etme veya uygun verileri çeşitlendirme
- Problemi çözebilmek için matematiksel bilgileri kullanabilme yeterliği

Ulaşılan sonuçları gerçek bir durumda yorumlama yeterliği

- Matematiksel sonuçları matematik dışı konularda da yorumlama yeterliği
- Özel durum için geliştirilen çözümleri genelleştirme yeterliği
- Uygun matematiksel bir dille problemin çözümünü inceleme yeterliği

Çözümü doğrulama yeterliği

- Ulaşılan çözümleri eleştirel bakış açısıyla kontrol etme ve yansıtma yeterliği
- Bulunan çözümler duruma uygun değilse modelleme sürecini tekrar gözden geçirme
- Problemin varsa diğer çözüm yollarını araştırma veya ulaşılan sonuçların geliştirilebilir olup olmadığını düşünme yeterliği
- Oluşturulan modeli sorgulama

3.4. Argüman ve Argümantasyon

Argümantasyon kelime kökeni bakımından beraberinde argüman kavramını getirmektedir. Argüman TDK'ya göre kanıt, iddia anlamlarına gelirken Oxford İngilizce sözlüğünde ise “birinin bir şeyin doğru olduğunu göstermek için kullandığı bir neden veya nedenler dizisi” olarak tanımlanmaktadır. Birçok araştırmacı tarafından ise farklı şekillerde tanımlanmıştır. Kuhn (1992) argümanı durum veya olay için ortaya koyulan öneri ve bu öneriler için sunulan destekleyici ya da çürütücü fikirler olarak tanımlamıştır. Simon, Erduran ve Osborne (2006)'a göre argüman, bir tartışmanın içeriğine katkıda bulunan iddiaların, bilginin, gerekçelerin ve destekleyicilerin özü anlamına gelmektedir. Blair ve Johnson (1987)'a göre argüman temelde argümantasyon sürecinin sonunda ortaya çıkan ürün olarak tanımlanmıştır. Bu sebeple argüman kavramının yapısı da argümantasyonun nasıl tanımlandığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Argümantasyon ise Oxford İngilizce sözlüğünde “Bir teoriyi, eylemi veya fikri desteklemek için kullanılan mantıksal argümanlar” olarak tanımlanmaktadır. Literatür incelendiğinde ise argümantasyon kavramının da farklı tanımlarının ortaya konulduğu görülmektedir. İnam (2020)'a göre argümantasyon bireylerin birbirleriyle olan fikir çatışmalarını ortadan kaldırmak için yapılan sözel muhakeme biçimidir. Öztürk (2013, s. 19) argümantasyonu, karşılıklı fikir alışverişinde bulunulup fikirlerin ileri sürüldüğü, iddiaların kanıtlarla desteklendiği ve değerlendirildiği, yazılı ve sözel aktivitelerin olduğu zihinsel ve sosyal bir süreç olarak tanımlamıştır. Antonini ve Martignone (2011) ise

argümantasyonun amacı bireyleri bir ifadenin doğruluğuna veya yanlışlığına ikna etmek olan retorik araçlardan oluşan ifadeler olarak tanımlamaktadır. Douek (1999) çalışmasında yapılan herhangi bir konuşma ve tartışmanın argümantasyon sayılmayacağını ileri sürmüştür. Çünkü argümantasyon; iddiaların temellerinde yatan gerekçeler eşliğinde veriler ile ilişkisinin yapılandırıldığı bir süreç (Toulmin, 2003), açıklamanın gerekçelerle desteklendiği süreç (Schwarz ve Asterhan, 2010; Yackel, 2004), farklı fikirlerde olan bireylerin birbirini ikna etmek amacıyla gerçekleştirdikleri süreç (Andriessen vd., 2003) olarak ifade etmiştir.

3.5. Argümantasyon Türleri

Argümantasyon türleri özelliklerine, sunuluş biçimine ve akıl yürütme stratejilerine göre farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Van Eemeren ve ark. (2002) argümantasyonu özelliklerine göre analitik, retorik ve diyalektik olarak üçe ayırmışlardır.

Analitik argümantasyon mantık çerçevesinde ele alınır. Bu tür argümantasyon da ilk önerme doğru kabul edilerek tümevarım veya tümdengelim yöntemleriyle uygulanan bir süreçtir (Sağır, 2008). Fakat bu tartışmada dayanaklardan sonuca ulaşma söz konusu olduğundan dayanağın yanlış olması halinde yanlış sonuca varılacağı da söylenebilir (Kalemkuş, Bayraktar ve Çiftçi, 2019). Retorik argümantasyon tek yönlü bir argümantasyon olup amaç bireyin fikri kabul etmesidir (Eemeren, Grootendorst, Johnson, Plantin, ve Willard, 2013). Tartışanın karşısındakini nasıl ikna edebilir sorusuna cevap aramaktadır. Bu argümantasyon türü geleneksel eğitim sistemindeki sınıflarda kullanılır. Çünkü öğrenciler öğretmenlerinin ortaya attığı iddialara itiraz edemezler, süreçte sadece katılımcı olarak vardır. Bu türün en önemli yanı gerekçeler olup katılımcıları dayanaklara, varılan sonuca kadar her aşamada ikna etmek amaçlanmaktadır (Schweizer, 2002; Van Eemeren vd., 1996). Diğer bir argümantasyon türü olan diyalektik argümantasyon ise doğruluğu kanıtlanmamış hipotezlerin muhakemesini içeren tartışma ya da görüşmeler esnasında meydana gelir (Jimenez-Aleixandre vd., 2000). Bu tartışmada amaç karşı tarafı ikna etmek olup grupla veya bireysel yapılabilir. Diyalektik argümanlar sayesinde birey kendi düşüncelerini destekleyecek kanıtlar öne sürerken karşı tarafın iddialarını çürütmeye çalışır (Eemeren vd., 2013)

Argümantasyonlar sunuluş biçimine göre yazılı ve sözlü olmak üzere iki çeşittir. Yazılı argümantasyon, kişilerin iddiaları, karşıt iddiaları, çürütücüleri ve gerekçeleri yazılı olarak ifade ettikleri argümantasyon sürecidir. Sözlü argümantasyon ise iddiaların çürütücüleri ve gerekçelerin sözel şekilde ifade edildiği argümantasyon sürecidir. Sözlü argümantasyonda öğrenciler sınıf içerisinde sözel şekilde iddialarını savunurlar ve bu şekilde konunun daha etkili öğretilmesi sağlanır (Cavagnetto, Hand, ve Norton-Meimer, 2010).

Walton (2001) argümantasyonu akıl yürütme stratejilerine göre dedüktif, abdüktif ve indüktif olacak şekilde sınıflamıştır. Dedüktif argümantasyon verilen bir kuraldan yola çıkarak iddialar ortaya atılır. Abdüktif argümantasyonda ortaya atılan iddiaları en iyi şekilde gerekçelendirebilmeye çalışan argümantasyon türüdür. İndüktif argümantasyonda ise özel durumlardan oluşturulan iddia genellenir.

3.6 Argümantasyon Modelleri

Argümantasyon yöntemini tanımlayan birbirinden farklı teorik çerçeveler geliştirilmiştir. Bu sayede çeşitli argümantasyon modelleri ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bazı modeller aşağıda verilmiştir:

- Kelly ve Takao (2002) tarafından geliştirilen model, karmaşık ve uzun olan argümanların incelenmesinde ve öğrencilerin temel iddialarını destekleyecek şekilde verileri hizalama yollarını belirlemeye yardımcı oldu. Kullanılan modelde epistemolojik seviye göz önüne alınarak iddialar 6 düzeyde sınıflanır ve ardından seviyeler arası fark tespit edilir.
- Sandoval (2003) tarafından geliştirilen modelde nedenler ve bu nedenlerin doğurduğu sonuçlar analiz edilir. Öncelikle öğrenciler olayla ilgili nedenlere yönelik görüşlerini yazarlar ve daha sonrasında bu nedenleri gerekçelendirirler.
- Zohar ve Nemet (2002) modeli yazılı argümanların gerekçelerinin değerlendirilmesini hedefleyen bir modele dayanmaktadır.
- Toulmin modeli tartışma biçimlerini incelemek için farklı argümanların analizi ile argümantasyonun bileşenlerinin tanımlayıp aralarındaki ilişkiyi belirten bir modeldir.

(Driver vd., 2000). Toulmin modeli geliştirilen diğer modeller arasındaki en kapsamlı olanıdır (Ayas, Çepni ve Ayvaci, 2019). Bununla birlikte kullanışlı argümantasyon bileşenleri ile eğitime uygulanabilir bir model olup özellikle fen bilimleri alanı başta olmak üzere hemen hemen çoğu branşta son yıllarda sıkça kullanılmaktadır (Köse ve Akıllıoğlu, 2022).

Argümantasyon süreci üst düzey bilişsel çaba gerektiren karmaşık bir süreç olarak ifade edilmektedir (Sönmez vd., 2020).

3.7 Toulmin Argümantasyon Modeli

Toulmin'in argümantasyon modeli, Stephen Toulmin tarafından geliştirilen ve argümanları analiz etmek ve yapılandırmak için kullanılan bir modeldir. Bu model, bir argümanın bileşenlerini tanımlar ve değerlendirirken mantıklı bir şekilde ele almayı sağlar. Toulmin'in modeli, argümanı desteklemek için kullanılan verileri, iddiaları ve bu iddiaları destekleyen gerekçeleri incelemeyi içerir. Temel bileşenler şunlardır:

İddia (Claim): Argümanın temel önermesidir. Tartışmanın ulaşılmak istendiği sonuçtur (Toulmin, 2003, s. 90). Verilere dayanarak yapılan bir sonuç veya yargıdır. Argümanın oluşturmayı amaçladığı ifadedir. (Walter ve Johnson, 2007, p. 708)

Veri (Data): Argümanın temelini oluşturan gerçekler, kanıtlar veya gözlemlerdir. Bu veriler, argümanı desteklemek için sunulan somut bilgilerdir. İddiyayı destekleyen gerçeklerden oluşur (Conner, Singletary ve Francisco, 2014; Verheij, 2005) Sonucun temelini oluşturan gerçeklerdir. (Walter ve Johnson, 2007, p. 708)

Gerekçeler (Grounds): İddiyayı destekleyen veya kanıtlayan, verilerle bağlantılı olan ek bilgilerdir. Bu gerekçeler, iddia ile veri arasındaki bağlantıyı açıklar. Veri ile sonuç arasındaki bağlantıyı gerekçelendirir. (Nardi, Biza ve Zachariadez, 2012, p. 159) Verilerden iddiaya veya ana önermeye geçişe izin veren ifadedir, gerekçeler geneldir ve örtüktür. (Toulmin, 1958, p. 101)

Niteleyiciler (Qualifiers): İddianın gücünü ifade eden kelimelerdir. (Toulmin, 1958, p. 101). Bu kelimeler iddianın ne kadar güçlü veya genel olduğunu belirtir. Olması

muhtemel, büyük olasılıkla, imkânsız, kesinlikle, mantıklı vb kelimelerle tartışmanın gücünü ortaya koyar (Driver, Newton, ve Osborne, 2000).

Destekleyen (Backings): Argümanı güçlendiren, gerekçeye destek sağlayan ifadelerdir (Toulmin, 2003). Gerekçeler kabul edilmediği zaman destekleyiciler araya girer. Destekleyiciler, argümanın temelini oluşturan ve onu daha inandırıcı veya kabul edilebilir kılan kanıtlar, veriler, mantıksal bağlantılar veya örnekler olabilir.

Çürüten (Rebuttals): Gerekçenin gücünü ve etkisini zayıflatmaya çalışan ifadelerdir (Toulmin, 2003). Bir argümanı veya iddiayı zayıflatmak veya geçersiz kılmak için kullanılan mantıksal veya retorik önermelerdir. Bir argümanı çürütmek, genellikle o argümanın temelini oluşturan varsayımları sorgulamak, mantık hatalarını göstermek veya argümanı destekleyen kanıtları çürütmek suretiyle yapılır.

Tutarlılık (Rebuttal): Karşıt argümanları veya itirazları ele alır ve bunlara karşı savunma sunar. Bu, argümanın güvenilirliğini ve tutarlılığını artırır.

Toulmin'in argümantasyon modeli, karmaşık konuları ele alırken argümanları sistematik bir şekilde analiz etmek ve yapılandırmak için kullanışlı bir araçtır. Bu model, özellikle felsefe, retorik ve iletişim alanlarında kullanılmaktadır.

Aldağ (2006)'a göre Toulmin argümantasyon modelinin getirdiği bazı yararlılıklar vardır. Bunlar:

- Öğrencilerin akıl yürütme sürecini yavaşlatarak analizi kolaylaştırır.
- Açık halde belirlenmemiş olan varsayımları daha net bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olur.
- Tartışmanın etkileşimsel olarak yürütülen akıl yürütme süreci olduğunu algılamasını sağlar.
- Öğrencilerdeki tartışma becerilerinin gelişimini destekler.
- Olaylara eleştirel bakış açısı ile bakmayı sağlar.

3.8 Argümantasyon Tabanlı Öğretim Yönteminde Öğretmenin Rolü

Yapılandırmacı öğretim yöntemlerinden biri olan argümantasyon tabanlı öğretim yöntemi öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeyi ve konuları derinlemesine anlamalarını sağlamayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Argümantasyon ile öğretim sürecinin öğrencilerin özgürce tartıştığı, karşılıklı olarak fikirlerini savunduğu, argüman oluşturma süreçlerine aktif olarak katıldığı bir ortam olmalıdır (Kuleyin, 2022). Öğrencinin süreçte aktif rol aldığı yaklaşımda bu ortamın sağlanmasında öğretmenin rolü ise oldukça önemlidir. Çünkü öğrencilere rehberlik etmek, tartışmaları yönetmek ve eleştirel düşünme süreçlerini desteklemek gibi birçok görevi üstlenir. Fakat bu süreçte öğretmen öğrencilerden daha aktif olmamalı, öğrencilere rehberlik etmelidir (Yeşildağ-Hasançebi ve Kınır, 2012).

Simon vd. (2006)'nin belirttiği gibi argümantasyon temelli öğretim yöntemi uygulanırken öğretmen; öğrencilere rehberlik eder, argüman örnekleri verir, öğrencileri karşı argümanlarla tartışmaya ve kanıtlarla iddialarını savunmaya teşvik eder ve cesaretlendirir. Öğretmen öğrencilere “Niçin böyle düşündün? Bunun için kanıtların neler? Neden bu yolu tercih ettin? Senin görüşüne karşıt bir görüşü de düşündün mü? Delilin ne?” gibi sorularla öğrenciyi argümantasyona teşvik edici sorular sorar (Osborne vd., 2004).

Argümantasyon tabanlı öğretim yönteminde öğretmenin görevlerine baktığımızda her ne kadar süreçte aktif rol almasa da soruları ile süreci yönettiği ve öğrenciye rehberlik ettiği için oldukça aktif bir konumdadır. Bu tekniği kullanacak öğretmenin süreç hakkında gerekli donanımına sahip olması gerekmektedir. Bu donanımına sahip olmayan öğretmenlerin sorunlarından bazıları şöyle özetlenmiştir (Yeşildağ-Hasançebi ve Kınır, 2012):

- Öğrencileri daha pasif durumda bırakmaları
- Sınıf yönetimi ile alakalı sorunlar
- Öğretmenin argümantasyon sürecine hâkim olmayışı
- Soruları ile öğrencileri yönlendirmeyip, direkt komut vermeleri

3.9 Argümantasyon Tabanlı Öğretim Yönteminde Öğrencinin Rolü

Argümantasyon tabanlı öğretim yönteminde öğrencilerin rolü, pasif bir şekilde bilgiyi almak yerine aktif olarak tartışmalara katılmak, argümanlar oluşturmak ve bilgiyi eleştirel bir şekilde analiz etmektir. Öğrenciler öğretmenin rehberliğinde yapılan tartışmalara etkin bir şekilde katılırlar ve farklı görüşlerin ortaya konması için çaba gösterirler.

Öğrenciler, kendi argümanlarını oluşturmak için derinlemesine düşünür, iddiaları oluşturur, bu iddialara ait gerekçe oluşturmaya başlar ve mantıklı bir şekilde sunarlar (Hand ve Keys, 1999). Bu, öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmelerini ve düşüncelerini etkili bir şekilde ifade etmelerini sağlar. Aynı zamanda öğrenciler farklı bakış açılarını anlamaya ve karşılıklı olarak birbirlerinin argümanlarını dinlemeye açık olurlar bu da empati yeteneklerinin geliştirmesine ve farklı perspektiflerden bakmayı öğrenmesine imkân verir.

Öğrenciler, sunulan bilgileri sorgular ve analiz ederler. Mantıklı bir şekilde düşünme, argümanları değerlendirme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirme süreçlerinde aktif bir rol oynarlar.

4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1. Materyal ve Yöntem

4.1.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada nicel ve nitel desen birlikte ele alınmış ve karma araştırma yöntemi desenlerinden açıklayıcı sıralı karma yöntemi kullanılmıştır. Karma araştırma yöntemi hem nicel hem de nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2014). Araştırmacılar karma araştırma yöntemiyle ulaşılan nicel sonuçları toplanan nitel verilerle daha bütüncül ve kapsamlı şekilde açıklayabilir (Creswell ve Creswell, 2018). Açıklayıcı sıralı desen ise araştırmacının ilk aşamayı nicel yöntemle başlattığı ve ikinci aşamada özel sonuçlarla araştırmayı derinleştirdiği bir karma yöntem desenidir (Creswell ve Plano Clark, 2014). Çalışmada açıklayıcı sıralı karma yöntemin kullanılmasının amacı çalışma grubundan istatistiksel nicel veriler elde ettikten sonra uygulama sonrasında rastgele seçilen öğrencilerle nitel verileri toplayıp sonuçları derinlemesine incelemektir.

Araştırmanın nicel kısmında tek grup ön test- son test desen kullanılırken, nitel kısmında durum çalışmasından yararlanılmıştır. Durum çalışması belirli bir zaman diliminde araştırmacının müdahalesinin bulunmadığı gözlemler dokümanlar görüşmelerle verileri toplayıp derinlemesine incelendiği bir yaklaşımdır (Mabry, 2008; Patton, 2002; Simon, 2008)

4.1.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, 2023/2024 eğitim öğretim yılında İstanbul ilinin Bahçelievler ilçesinde bulunan devlet ortaokulunda yedinci sınıf seviyesinde öğrenim görmekte olan 52 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışma grubu seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Uygun örnekleme yöntemi örneklemin kolay ulaşılabilir ve rahatça uygulama yapılabilir olması durumunu içermektedir (Büyüköztürk, Akgün, Karadeniz, Demirel, ve Çakmak, 2012). Uygun örnekleme yönteminde araştırmaya pratiklik ve hız kazandırması için araştırmacıya yakın ve ulaşılması kolay olan örnekleme seçmesi söz konusudur (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu nedenle çalışma grubu araştırmacının görev yaptığı okulda Matematik dersine girdiği

iki şubedeki yedinci sınıf öğrencileridir. Seçilen her iki şube de deney grubu olarak kullanılmıştır. Bu araştırmada kontrol grubu bulunmamaktadır. Parametrik testler yapılabilmesi için deney grubu öğrenci sayısı arttırılmaya çalışılmıştır. Çalışma grubunun demografik bilgileri aşağıda tablo 4.1 de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Çalışma Grubunun Demografik Bilgileri

	7C Sınıfı	7F Sınıfı
Kız	11	13
Erkek	18	10

Tablo 4.1’de verilen şubelerdeki öğrencilerin haftalık girdikleri matematik dersi sayıları farklılık göstermemektedir. Her iki şubedeki kız- erkek öğrenci sayıları birbirine yakındır. Deney grubunda toplam 52 öğrenci bulunmaktadır.

Yedinci sınıf öğrencileri ile yürütülen çalışmanın ilk aşamasında nicel veriler toplandıktan hemen sonra ikinci aşamada nitel bulguları elde etmek için öğrencilere yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Nitel araştırmalarda ağırlıklı olarak kullanılan amaçlı örneklemede amacın derinlik olduğu ve bu yüzden küçük gruplarla derinlemesine çalışmanın daha iyi olacağı vurgulanmaktadır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2020) Bu yüzden görüşme formlarının uygulanacağı öğrenciler araştırmacı tarafından bir şubenin öğrencileri olacak şekilde seçilmiştir, toplam 20 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerin demografik bilgileri aşağıda tablo 4.2 de verilmiştir.

Tablo 4.2. Görüşme Formu Uygulanan Grubun Demografik Bilgileri

	<i>f</i>
Kız	12
Erkek	8

Tablo 4.2’de görüşmeye katılan öğrencilerin demografik bilgileri yer almaktadır. Öğrencilerin 12’si kız iken 8’i erkek öğrencidir.

4.1.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Nicel verilerin toplanmasında Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği, Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği kullanılırken nitel verilerin toplanmasında

matematiksel model oluşturma etkinliklerinin yazılı çözümler kağıtları, görüşme formu kullanılmıştır.

- Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği (MMYÖ) Özbek ve Köse (2022) tarafından geliştirilmiş bir ölçme aracıdır. Bu ölçek modelleme yeterlik seviyelerinin belirlenebilmesi, bu seviyelerin gelişimine ihtiyaç duyulan aşamaların tespit edilebilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Ölçeğin hazırlanması sürecinde yapılan güvenirlik analizlerinde Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısının ölçeğin bütünü için .958 olduğu belirlenmiştir. Ölçüt olarak kabul edilen .70'ten yüksek olduğundan ölçeğin iç tutarlılığının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Özdamar, 2004).

Öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek amacıyla geliştirilen ölçek likert tipte 5 faktörlü 31 maddeden oluşmaktadır. 'Tamamen katılıyorum', 'Katılıyorum', 'Orta derecede katılıyorum', 'Katılmıyorum' ve 'Hiç katılmıyorum' şeklinde derecelendirilmiştir. Ölçeğin alt faktörlerinin 'Gerçek yaşam problemini belirleme', 'Problemi anlama ve sadeleştirme', 'Matematikselleştirme', 'Matematiksel olarak çalışma' ve 'Yorumlama ve doğrulama' olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmada argümantasyona dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerine etkisi incelenmek istenmiştir. Bu amaçla öğrencilere uygulamanın öncesinde ve sonrasında MMYÖ uygulanmıştır.

- Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği

Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği Katrancı ve Şengül (2020) tarafından geliştirilmiş bir ölçme aracıdır. Bu ölçek ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Ayrıca ölçeğin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerileri ile problem çözmeye yönelik sorgulama, değerlendirme gibi becerileri açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ölçeğin hazırlanması sürecinde güvenirliğini belirlemek için Cronbach Alfa iç tutarlılık analizlerinde, 25 maddeden oluşan ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0.880 olup 0.80' in üzerinde olduğundan ölçeğin güvenilir olduğu göstermektedir (Kayış, 2009). Ölçeğin olumlu ve olumsuz algılar olmak üzere iki faktörden oluştuğu ve açıkladığı toplam

varyans %35.202 olduğu görülmüştür. Alt faktörler ile ölçeğin toplam puanı arasında korelasyon katsayısının yüksek düzeyde ilişki olduğunu gösterirken, faktörlerin kendi aralarındaki korelasyon katsayısının orta düzeyde ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bu ölçeğin geliştirilmesinde ortaokul öğrencileri ile çalışıldığından ölçeğin ortaokul düzeyinde öğrenim gören öğrenciler için uygun olacağı önerilmektedir.

Argümantasyon tabanlı öğretim yönteminde öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesi beklenmektedir. Bu da sorgulama becerilerinin gelişmesi ile mümkündür. Sorgulayıcı öğrenme becerileri yüksek olan öğrencilerin neden- nasıl sorularıya konuyu anlamlandırmaları ve bu anlamlandırmalar sonucu doğru karar vermeyi sağlayan akıl yürütme becerisinin de yüksek olacağı açıktır. (Erdem, 2011)

Bu araştırmada argümantasyona dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin sorgulama becerilerine etkisini araştırabilmek amaçlanmıştır. Bu amaçla uygulamanın öncesinde ve sonrasında öğrencilere Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği uygulanmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği Ekte sunulmuştur.

- Matematiksel modelleme etkinlikleri

Araştırmada yer alan matematiksel modelleme etkinlikleri uzman görüşleri alınarak öğrencilerin seviyesine ve dersin içeriğine uygun olacak şekilde araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Alan yazın taraması sonucu matematiksel modelleme etkinliklerinde yer alan problemler öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri olaylardan yola çıkılarak önceden gördükleri kazanımlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Öğretim sürecinde kullanılmak üzere geliştirilen dört matematiksel modelleme etkinliği aşağıda detaylı şekilde açıklanmıştır:

Kümes Problemi etkinliğinde öğrencilere kümes yapımında kullanılmak üzere 24 metre uzunluğunda bir tel örgü verilip bu tel örgü ile bir kümes tasarımları ve tasarlanan kümese göre sığabilecek tavuk sayılarını bulmaları istenmiştir. Etkinlikte tasarlanan kümesin şekli ile ilgili bir ifade belirtilmemiş olup en uygun şekli öğrencilerin bulması istenmiştir. Bu etkinlikte öğrenciden beklenen tel örgü ile oluşabilecek tüm kümes şekillerini belirlemeleri ve en çok tavuğun hangi kümes şeklinde daha iyi sığabileceğine

karar verebilmeleridir. Sürecin ilk etkinliğinde öğrencileri fazla zorlayıcı bir etkinlik olmamasına dikkat edilmiştir. Etkinlik Yıldız (2023) çalışmasından uyarlanmıştır.

Battaniye problemi etkinliğinde öğrencilere üçgen ve kareler verilerek kırk yama battaniye dikmeleri istenmektedir. Üçgenleri battaniyenin kenar ve köşelerinde, kareleri ise iç kısımlarda kullanmaları gerektiği ifade edilmiştir. Çalışma kağıdında kırk yama battaniye için kullanılacak olan desenlerin ölçüleri şekillerle gösterilmiş olup, öğrenciden farklı boyuttaki battaniyeler için formül geliştirilmesi istenmiştir. Etkinlik MEB (2015) den uyarlanmıştır.

Fıskiye Problemi etkinliğinde öğrencilere okullarının ön bahçesindeki çimlerin sulanabilmesi için fıskiye ihtiyaçları olduğu ve fıskiyelerin sulama çapları bilgisi verilirken bahçenin kaç m^2 olduğu bilgisi verilmemiştir. Bu etkinlikte ilgili öğrenciden beklenen öncelikle kendilerinin belirlediği yöntemle bahçe alanını ölçüp, bu alana en uygun çapta kaç fıskiye alınması gerektiğini bulmaktır.

Duvar Boyama Problemi etkinliğinde öğrencilere sınıf duvarlarının kirli ve boyaya ihtiyacı olduğunu fakat duvarların kaç m^2 olduğunun bilinmediği bilgisi veriliyor. Boyacıya sınıfın duvarlarının kaç m^2 olduğu hakkında en doğru bilginin verilmesi ve tüm okulun boyanması durumunda kaç litrelik boya kullanılmasının gerekli olacağının tahmini isteniyor. Bu etkinlikte öğrencilerden beklenen grup arkadaşları ile duvarın alanını nasıl ölçeceklerini bulup, doğru sonuca en yakın değeri bulmaktır. Ardından bir sınıf için uygulanacak boya miktarına bakıp okulun tamamı için yaklaşık kaç litre boya gerekli olacağını tahmin etmeleridir.

Araştırmada uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleri alan- çevre ilişkisi, alan hesaplama konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Matematiksel modelleme etkinlikleri alan ve çevre hesaplama konularıyla ilgili dördüncü sınıftan yedinci sınıfa kadar yer alan kazanımlardan hazırlanmıştır. Üçgen, kare, dikdörtgen, altıgen, daire gibi geometrik şekillerin alanlarını bulabilmek için hesaplama yapma, çıkan sonuçlara göre yorum yapma, tahmin etme, akıl yürütme, varsayımlarda bulunma gibi becerileri geliştirilmek istenmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere geliştirilen 4 tane matematiksel modelleme etkinliğinin alan ve çevre ölçme konularına ilişkin kazanımları Tablo 4.2. de verilmiştir.

Tablo 4.3. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Kazanımları

Etkinlik Adı	Kazanımlar
ETKİNLİK 1: Kümes Problemi	M.7.3.3.3. Dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar. M.7.3.2.5. Alan ile ilgili problemleri çözer. - Dikdörtgenin çevre uzunluğuyla alanını ilişkilendirmeye yönelik çalışmalara yer verilir. Aynı alana sahip farklı dikdörtgenlerin çevre uzunlukları ile aynı çevre uzunluğuna sahip farklı dikdörtgenlerin alanları incelenir.
ETKİNLİK 2: Battaniye problemi	M.5.1.1.3. Kuralı verilen sayı ve şekil örüntülerinin istenen adımlarını oluşturur. M.5.2.3.2. Üçgen ve dörtgenlerin çevre uzunluklarını hesaplar, verilen bir çevre uzunluğuna sahip farklı şekiller oluşturur.
ETKİNLİK 3: Fıskiye Problemi	M.7.3.3.3. Dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar.
ETKİNLİK 4: Duvar Boyama Problemi	M.5.2.4.1. Dikdörtgenin alanını hesaplar, santimetrekare ve metrekareyi kullanır.

Tablo 4.3’te uygulanan etkinliklerin ortaokul matematik öğretim programı kazanımları ile eşleştirilmiştir. Etkinliklerin tamamını çevre ve alan ölçme kazanımları ile ilişkilendirildiği görülmektedir.

4.1.4. Uygulama Süreci

Çalışmanın uygulama aşaması İstanbul’un Bahçelievler ilçesine bağlı bir ortaokulda 2023-2024 eğitim öğretim döneminde öğrenimine devam eden 7. Sınıf öğrencilerine alan ve çevre hesaplamaları konusunda uygulanmıştır. Çalışmanın uygulama süreci 8 haftalık matematiksel modelleme etkinlikleri ve ön test-son testlerin birer haftalık uygulanma süresiyle birlikte toplam 10 haftada gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecinde öğrencilere uygulanan ölçekler ve matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulama planı Tablo 4.3.’te verilmiştir.

Tablo 4.4. Çalışmanın Uygulama Süreci

Hafta	Uygulama Adı	Süre
1. hafta	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği ön test	30 dk
1. hafta	Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği ön test	30 dk
2. hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği “Kümes Problemi”	80 dk
3. hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği “Kümes Problemi”	80 dk
4. hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği “Battaniye Problemi”	80 dk
5. hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği “Battaniye Problemi”	80 dk
6. hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği “Fıskiye Problemi”	80 dk
7. hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği “Fıskiye Problemi”	80 dk
8. hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği “Duvar Boyama Problemi”	80 dk
9. hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği “Duvar Boyama Problemi”	80 dk
10. hafta	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği son test	30 dk
10. hafta	Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği son test	30 dk

Tablo 4.4'te sunulduğu üzere uygulama sürecinin ilk haftasında öğrencilere öncelikle Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği ve Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği ön test olarak uygulanmıştır. Ölçeklerin gruplara uygulanması öncesinde ölçekteki her bir soruyu samimi ve eksiksiz bir şekilde cevaplandırmaları istenmiştir. Ön testlerin uygulanması tamamlandıktan sonra argümantasyona dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretimin ve sürecin nasıl gerçekleşeceği derslerde neler yapılacağı hakkında öğrencilere detaylı bilgi verilmiştir.

Ön testlerin uygulanması, sürecin öğrencilere anlatılması ve sınıf düzeninin düzenlenmesinin ardından öğretim sürecinde kullanılan dört matematiksel modelleme etkinliği yedi hafta boyunca uygulanmıştır. Her bir etkinlik haftada iki ders saati olmak üzere araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Yedi haftalık argümantasyonla matematiksel modelleme etkinlikleri sonrasında Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Ölçeği ve Matematiğe Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Ölçeği son test olarak uygulanmıştır.

Araştırmacı öğrencileri her grupta farklı yeteneklere sahip öğrenciler olacak şekilde 4-5 kişilik altı gruba ayırmıştır. Gruplara ayrılan öğrencilerden her grup için bir yazıcı ve bir sözcü seçilmesi istenmiştir. Her grupta matematik başarı seviyelerinin farklılık gösterdiği öğrenciler bulunmaktadır. Sınıf düzeni aynı grupta yer alan öğrencilerin grup çalışmalarını kolayca yapabilmeleri adına küme oturma düzeni şeklinde düzenlenmiştir. Kümelerin arasına süreçte öğrencilerin birbirlerini rahatsız edemeyecekleri şekilde boşluk bırakılmıştır.

Öğretim süreci boyunca her bir matematiksel modelleme etkinliğinin uygulanması sırasında takip edilen adımlar aşağıdaki gibidir:

1. Etkinliğin ilk kısmında o hafta için belirlenmiş olan matematiksel modelleme etkinlik çalışma kâğıdı her gruba dağıtılmıştır. Gruptaki öğrencilerin bireysel şekilde soruyu okuyup anlamaları için süre verilmiştir.

2. Öğrencilerin problemiden anladıklarını ifade etmeleri ve bunu grup arkadaşlarıyla paylaşımları istenmiştir. Bu sayede öğrencilerin soruya daha iyi hâkim olmaları amaçlanmaktadır.
 3. Öğrencilerin problemi çözebilmek için ihtiyaçları olan bilgileri yazman tarafından yazılması istenmiştir.
 4. Araştırmacı grupları gezerek öğrencilerin bulmuş oldukları çözüm yollarını dinlemiştir, ardından öğrencilere “neden böyle düşündün?”, “başka bir seçenekle daha bulunamaz mıydı?”, “bulduğun yolun doğruluğundan emin misin?” gibi sorularla argümantasyon sürecini desteklemiştir. Ayrıca süreçte en çok gerekçe bileşeninden yararlanıldığı bunun nedeninin ise gerekçe isteme eyleminin açıklamayı detaylandırdığı ve derinleştirdiği (Dinçer, 2024) ifade edilmiştir.
 5. Öğrenciler bulmuş oldukları çözüm yollarından birine grupça karar verip problemi çözmeleri istenmiştir.
 6. Gruplardan seçilen sözcüler grubunun yapmış olduğu çözümü diğer gruplarla paylaşmış, ardından problemin çözümünü günlük hayatla ilişkilendirmişlerdir.
 7. Etkinliğin son kısmında ise buldukları çözümün doğruluğunu ispatlamaları istenmiştir.
- Uygulama sürecini açıklamak amacıyla 2. Hafta örnek ders süreci aşağıda verilmiştir:

2. Hafta Matematiksel Modelleme Etkinliği: Kümes Problemi

Bu problemdeki amaç, öğrencinin oluşabilecek tüm ihtimalleri bulması ve en doğru olanı deneme yanılma yöntemiyle seçmesidir. Matematiksel modelleme etkinliği şu şekildedir:

Haydi Kümes Yapalım



[Aslı, Kerem ve Tuna dedelerine tavuklar için kümes yapımında yardım etmek istiyor. Dedeleri onlara 24 metre uzunluğunda bir tel örgü verip, "Had  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 yaptığımız kümesi tanıtın. Yapılabilecek kümeslere göre sığabilecek tavuk sayılarını bulalım.

şekil 4.1. Kümes Problemi

Problem gruplara dağıtıldıktan sonra öğrencilerin bireysel olarak problemi okumaları, anlamaları ve gerekli notları almaları için süre verildi. Ardından grupların kendi içlerinde her öğrencinin problemi kendi cümleleriyle ifade etmeleri ve soruda bizden ne istendiğini tartışmaları istendi. Problemin  z m  için olası varsayımlar oluşturmaları istendi. Bu aşamada;

Alihan "Kare yapalım, zaten bütün kümesler kare şeklinde olur. (*İddia*)" fikri üzerine araştırmacı "Başka bir yol daha var mıdır sizce?" (*Tekrar düşünmeye yönlendirme*) sorusunu yöneltince grup arkadaşı Emirhan'ın "Bence düşünelim başka şekillerde olabilir. (* r t c *)" şeklinde düşüncesiyle birlikte grubun tartışması için süre verildi.

Araştırmacının her grubu bu şekilde tartışmalarını dinleyip gerekli soruları yönlendirerek gruplar arası gezmeye devam etti. Başka bir grupta geçen diyalog ise şu şekildedir:

Seda: “Bence kapalı olan herhangi bir şekilde kümes yapsak yeter.” (*Veri*)

Mustafa: “Muhtemelen kapalı olan her şekil olur kümes olacaktır.” (*Niteleyici*)

Araştırmacı: “Sizce kapalı olması yeterli mi arkadaşınızın dediği gibi?” (*Tekrar düşünmeye yönlendirme*)

Belinay: “Ama soruda zaten bize en uygun şekli bulmamız isteniyor, demek ki birkaç ihtimal var. Benim ilk aklıma gelen kare.”

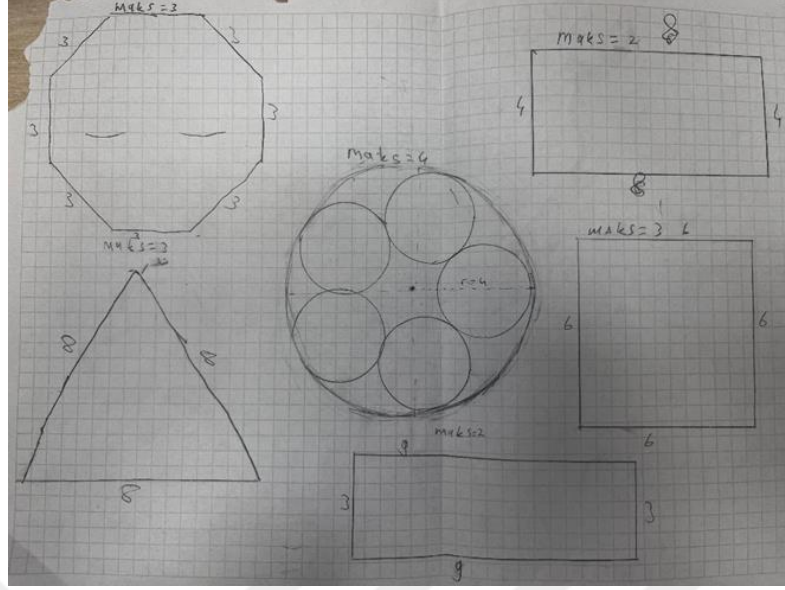
Ömer: “Benim aklıma da dikdörtgen geldi.”

Araştırmacı: “Sence Edanur, başka neler olabilir?” (*Tekrar düşünmeye yönlendirme*)

Edanur: “O zaman üçgen ve daire de olabilir.”

Araştırmacı: “Peki sizce en doğru olan hangisi, bunu nerden bilebilirsiniz?” (*Gerekçe isteme*)

Belinay: “Bence oluşabilecek tüm şekilleri bulalım, ardından çizim yapalım kâğıda. Sonra zaten kâğıtta hangisine en çok tavuk sığabileceği çıkmış olur.” ifadelerinden sonra öğrencilerin kendi içlerinde fikir alışverişleriyle oluşabilecek tüm şekilleri aynı kâğıt üzerine çizmişlerdir.



Şekil 4.2. 5. Grup Kümes Problemi Çalışma Kâğıdı Örneği

Şekil 4.2 de görüldüğü üzere soruda verilen tel uzunluğuna dikkat edip çevresi 24 metre olacak şekilde birbirinden farklı şekiller çizmişlerdir. Bütün gruplarda oluşabilecek şekilleri çizdikten sonra bir grubun arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir:

Ayşe: “Tüm şekilleri çıkardık gibi ama hangisini seçeceğimize nasıl karar vereceğiz?”

Ahmet: “Bence üçgen olsun, farklı olmuş olur.”

Zehra: “Hayır, en uygun şekli oluşturmamız isteniyor. Bence alanı hangisinin en büyükse onu seçeceğiz.” (*Çürütücü*)

Araştırmacı: “Neden alanla alakalı olduğunu düşündün Hiranur?” (*Gerekçe isteme*)

Zehra: “Hocam çünkü kümese en çok tavuğun sığabilmesi için alanın da büyük olması gerekir.”

Araştırmacı: “Peki en büyük alanın hangisinde olduğunu nasıl anlarsınız?” (*Yönlendirme*)

Ayşe: “Bende 1tl var. Bunları bu şekillerin içine koyalım. En çok hangi şekle sığarsa en çok tavukta o şekle sığmış olur.” (*İddia*)

Mete: “Bende de 50 kuruş var onu da koyalım.”

Araştırmacı: “Bulduğun yolun doğru olduğuna emin misin, neden böyle düşündün?”
(Gerekçe isteme)

Mete: “O da sonuçta para hocam.” (Gerekçe)

Hiranur: “Ama aynı değil boyutları, hayır o olmaz.” (Çürütücü)

Gruplar bozuk para, kuru fasulye, sayma fasulyesi, mangala taşları gibi malzemelerden yararlanarak oluşturdukları şekillerin hangisinin alanının en fazla olduğuna malzemeleri şekillere yerleştirerek karar vermişlerdir. Buna yönelik grupların çalışmaları aşağıda şekil 4.3 te verilmiştir.



Şekil 4.3. Grupların Kümes Problemi Çalışma Kâğıtları

Şekil 4.3 de görüldüğü üzere grupların çözüm kağıtlarına bakıldığında çizdikleri çemberin içine en fazla sayıda malzeme sığdığı, bu yüzden yapılacak kümes içinde en mantıklı şeklin daire olması gerektiğine karar vermişlerdir.

4.1.5. Verilerin Analizi

Ölçeklerin veri analizinde SPSS programı kullanılarak alt problemlere cevap aranmıştır. Ölçeklerin veri analizine geçilmeden önce ise güvenirlik analizleri yapılmıştır. Ardından hangi analizlerin yapılabileceğine ilişkin kanıtlar elde etmek için normallik analizleri gerçekleştirilmiştir (Kayış, 2009). Güvenirlik ve normallik analizleri aşağıda sunulmuştur.

Kullanılan iki ölçeğe ait güvenirlik analizlerine bakıldığında matematiksel modelleme yeterliği ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı .92 bulunmuştur. Bu değer ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir. Matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı .56 bulunmuştur. Bu değer ise ölçeğin orta düzeyde güvenilir sonuçlar ürettiğini göstermektedir.

Normallik incelemesinde ise Kolmogorov-Smirnov testine yer verilmiştir. Bu testte normal olmayan değişkenler için ise Shapiro-wilk ve çarpıklık basıklık değerleri incelenmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları Tablo 4.5.'de sunulmuştur.

Tablo 4.5. Kolmogorov-Smirnov Normal Dağılım Testi Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov Testi		
	İstatistik	sd	P
Ön test modelleme yeterlilikleri toplamı	,098	52	,200
Ön test sorgulayıcı öğrenme toplamı	,126	52	,039
Son test modelleme yeterlilikleri toplamı	,108	52	,188
Son test sorgulayıcı öğrenme toplamı	,110	52	,162

Yapılan analizde MY ön ve son test ile SDÖ son testin Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonucu örneklemin evrenden anlamlı olarak farklılaşmadığını göstermektedir. SDÖ ön test sonucu ise anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu değişken için örneklem sayısı 50'ye yakın olduğu için Shapiro-wilk değerine de bakılmış ve bu istatistik

değerinin .957 p değerinin ise .059 ile .05'ten büyük olduğu görülmüştür. Bu değişken için ayrıca basıklık çarpıklık değerleri de incelenmiş olup çarpıklık değerinin .332 (standart hata: .330) ve basıklık değerinin .271 (standart hata: .650) olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer alması örneklemin normal dağıldığının bir göstergesidir. Ayrıca çarpıklık basıklık değerlerinin standart hataya bölümünden elde edilen değerlerinde yine -1 ile +1 arasında olması normal dağılımı desteklemektedir. Bu göstergelerden hareketle SDÖ ön test değişkeninin de normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

Araştırmanın birinci alt problemine cevap aramak için matematiksel modelleme yeterlikleri ölçeği ön ve son test verilerinin analizinde parametrik bir test olarak ilişkili örneklem t testi kullanılmıştır. Ayrıca matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerine yönelik ölçekten elde edilen ön ve son test verilerinin analizinde ilişkili örneklem t testi kullanılmıştır. Araştırmanın birinci alt problemine yönelik analizinde modelleme yeterlikleri ölçeği ve sorgulayıcı öğrenme becerileri ölçeği alt boyutlarına göre ilişkili örneklem t testi analizi kullanılmıştır. Araştırmanın ikinci alt probleminde ise nitel veri analizi yöntemlerinden içerik analizi yöntemi kullanılarak öğrencilerin hem modelleme yeterliklerine hem de sorgulayıcı öğrenme becerilerine yönelik görüşleri dikkate alınarak kod ve kategoriler oluşturulmuştur.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiksel modelleme yeterlikleri alt boyutları, matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri ve matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri alt boyutlarına ait puanlarda modelleme etkinlikleri öncesi ve sonrası anlamlı bir farklılık var mıdır? Şeklindeki birinci alt probleme yönelik t testi sonuçları Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1. Bağımlı Örneklemeler İçin T-Testi Analiz Sonuçları

Bileşen	Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	sd	t	P
Modelleme	Ön Test	52	99,08	19,91	51	-3,690	0,001
	Son Test	52	109,00	17,31			
Sorgulama	Ön Test	52	76,79	8,25	51	-2,208	0,032
	Son Test	52	80,29	8,14			

Tablo 5.1. incelendiğinde, etkinliklerden önce uygulanan matematiksel modelleme yeterlikleri ölçeğine yönelik öğrencilerin puan ortalamaları ($\bar{X} = 99,08$) ile etkinlikler sonrası uygulanan ölçek puan ortalamaları ($\bar{X} = 109$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t_{51} = -3,690$, $p < .01$]. Bu durumda öğrencilerin son test puanlarının ön test puanlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan öğrencilerin matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerinde ön test puanları ($\bar{X} = 76,79$) ile son test puan ortalamaları ($\bar{X} = 80,29$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t_{51} = -3,690$, $p < .01$]. Bu durum uygulanan etkinliklerin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerilerine olumlu bir katkısı olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın birinci alt problemine yönelik analizde hem modelleme yeterlikleri alt boyutları hem de sorgulayıcı öğrenme becerileri alt boyutları ilişkili örneklemeler t testi analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar Tablo 5.2. ve Tablo 5.3.’te sunulmuştur.

Modelleme yeterliklerine ilişkin alt faktörler ayrı ayrı incelendiğinde elde edilen sonuçlar Tablo 5.2.’de verilmiştir.

Tablo 5.2. Modelleme Yeterliliklerine İlişkin T-Testi Analiz Sonuçları

Bileşen	Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	sd	t	P
Gerçek yaşam Problemi Belirleme	Ön Test	52	10,92	2,35	51	2,603	0,012
	Son Test	52	11,88	1,79			
Problemi Anlama	Ön Test	52	23,21	4,89	51	3,015	0,004
	Son Test	52	25,38	4,90			
Matematikselleştirme	Ön Test	52	9,19	2,96	51	2,280	0,027
	Son Test	52	10,27	2,51			
Matematiksel Çalışma	Ön Test	52	18,08	5,60	51	2,238	0,030
	Son Test	52	19,73	4,38			
Yorumlama-Doğrulama	Ön Test	52	37,63	8,70	51	3,159	0,003
	Son Test	52	41,73	8,80			

Tablo 5.2.'de görüldüğü üzere öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini belirleme son test puanlarının ortalamalarının ($\bar{X} = 11,88$) ön test puanlarının ortalamalarından ($\bar{X} = 10,92$) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($t_{51}=2,603$, $p<.05$). Benzer şekilde problemi anlama alt faktöründe öğrencilerin son test puanlarının ortalamalarının ($\bar{X} = 25,38$) ön test puanlarının ortalamalarından ($\bar{X} = 23,21$) anlamlı olarak yüksek olduğu görülmüştür ($t_{51}=3,015$, $p<.01$). Matematikselleştirme alt boyutunda ise öğrencilerin son test puanlarının ortalamalarının ($\bar{X} = 10,27$) ön test puanlarının ortalamalarından ($\bar{X} = 9,19$) anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ($t_{51}=2,280$, $p<.05$). Yine matematiksel çalışma alt boyutunda öğrencilerin son test puanlarının ortalamalarının ($\bar{X} = 19,73$) ön test puanlarının ortalamalarından ($\bar{X} = 18,08$) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($t_{51}=2,238$, $p<.05$). Son olarak yorumlama ve doğrulama alt boyutunda da öğrencilerin son test puanlarının ortalamalarının ($\bar{X} = 41,73$) ön test puanlarının ortalamalarından ($\bar{X} = 37,63$) anlamlı olarak yüksek olduğu belirlenmiştir ($t_{51}=3,159$, $p<.01$). Yapılan t testi sonuçlarına göre matematiksel modelleme yeterlikleri ölçeğinin tüm alt boyutlarında öğrencilerin ön test puanları ortalamaları ile son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Buradan hareketle öğrencilerin son test puanları ortalamaları ön test puan ortalamalarından yüksek olduğu görülmektedir.

Ortaokul öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenme becerilerine ilişkin alt faktörler ayrı ayrı incelendiğinde ise elde edilen sonuçlar Tablo 5.3.'te verilmiştir.

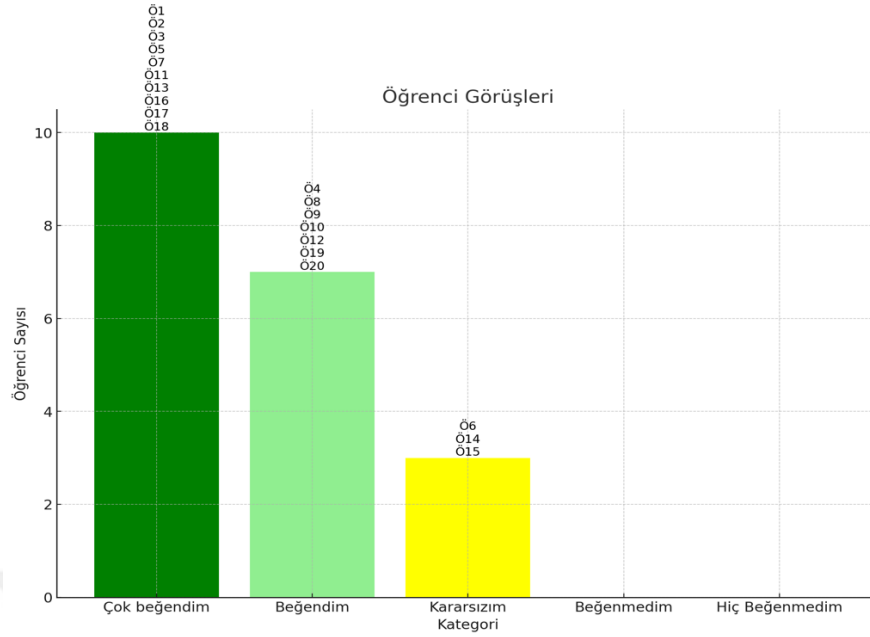
Tablo 5.3. Sorgulayıcı Öğrenme Becerilerine İlişkin T-Testi Analiz Sonuçları

Bileşen	Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	sd	t	P
Olumlu Algı	Ön Test	52	51,81	10,23	51	1,174	0,246
	Son Test	52	53,85	9,39			
Olumsuz Algı	Ön Test	52	24,98	5,85	51	1,399	0,168
	Son Test	52	26,44	7,15			

Tablo 5.3.'e göre ortaokul öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenme becerilerinin alt boyutlarından hem olumlu algı ($t_{51}=1,174$, $p>.05$) hem de olumsuz algı ($t_{51}=1,399$, $p>.05$) ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

İkinci alt problem olan “Öğrencilerin modelleme etkinlikleri ve argümantasyon becerileri hakkındaki görüşleri nelerdir?” sorusunu yanıtlamak üzere, uygulama sonrasında seçilen yirmi öğrenciyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin, Modelleme Etkinlikleri ve Argümantasyon Becerileri Görüşme Formu adlı 15 maddeden oluşan anket aracılığıyla vermiş oldukları yanıtlar, kodlanmış ve kategorilere ayrılmıştır. Bu süreç, öğrencilerin modelleme etkinliklerini ve argümantasyon becerilerini nasıl algıladıklarını anlamak için önemlidir.

“Modelleme etkinliklerini nasıl buldunuz?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Etkinliklerine Yönelik Görüşleri

Şekil 5.1 incelendiğinde, 10 öğrencinin modelleme etkinliklerini "çok beğendiği", 7 öğrencinin modelleme etkinliklerini "beğendiği" ve 3 öğrencinin bu konuda "kararsız" kaldığı tespit edilmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerini beğenmeyen veya hiç beğenmeyen kategorilerinde öğrencinin olmaması ise dikkat çekmektedir.

“Modelleme etkinliklerinde karşılaştığınız en büyük zorluklar nelerdi?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.4.’te verilmiştir.

Tablo 5.4. Öğrencilerin Modelleme Etkinliklerinde Karşılaştıkları Zorluklar

Madde 1.2. Kodları	Öğrenci kodları	<i>f</i>	Örnek Öğrenci İfadeleri
Ölçme	Ö19, Ö12, Ö10, Ö8, Ö4, Ö3	6	Sınıfı metre ile ölçmekte zorlandım
İşlem	Ö18, Ö17, Ö14, Ö11, Ö9, Ö7, Ö3, Ö2, Ö15	9	Problemleri çözerken hangi işlemi yapacağıma karar veremedim
Sorularda zorlanma	Ö16, Ö6, Ö20	3	Bazı anlamadığım şeyler oldu
Grupla çalışma	Ö11, Ö12, Ö4	3	Grupla anlaşmak zor oldu
Not tutma	Ö1	1	Edinilen bilgileri düzenli not edebilme

Tablo 5.4'e göre, öğrencilerin modelleme etkinliklerinde en büyük zorlukların işlem aşamasında ve ölçme gerektiren kısımlarda olduğu belirtilmiştir. İşlemlerde zorlanan dokuz öğrenci, ölçme konusunda zorlanan altı öğrenci, soruları anlama aşamasında zorlanan üç öğrenci, grupla çalışmada zorlanan üç öğrenci ve veri not alma sürecinde zorlanan bir öğrenci olduğu görülmektedir. Öte yandan, Ö5 ve Ö13 kodlu öğrenciler herhangi bir zorluk yaşamadıklarını belirtmişlerdir. Bu veriler, öğrencilerin modelleme etkinliklerinde farklı aşamalarda ne tür zorluklarla karşılaşabileceklerini ve hangi konularda ek desteğe ihtiyaç duyabileceklerini göstermektedir.

“Modelleme etkinliklerinin hangi yönlerini en çok beğendiniz?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.5.'de verilmiştir.

Tablo 5.5. Öğrencilerin Modelleme Etkinliklerinde Beğendikleri Yönler

Madde 1.3. Kodları	Öğrenci kodları	f	Örnek Öğrenci İfadeleri
Ölçüm	Ö5, Ö13, Ö3, Ö6, Ö9, Ö11, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19	10	Metreyle ölçmek hoşuma gitti
Matematiksel bilgi-işlem	Ö5, Ö10, Ö18, Ö19	4	Matematik konularını öğrettiği yönünü sevdim
Alternatif üretebilme	Ö1, Ö20	2	Tek bir seçeneğin olmaması farklı seçeneklerin de bulunması
Araştırma yapma	Ö1	1	Hangi konu üzerinde nasıl araştırma yapılacağını öğrenme
Gerçek hayat	Ö2	1	Soruyu çözmek için gerçek hayattaki ölçüleri ölçüp, ona göre çözmek.
Şekil	Ö3, Ö7	2	Çözümleri şekil çizerek bulmak
Grup çalışması	Ö4, Ö8, Ö12	3	Birbirimizin düşüncelerini dinlemek
Belirtilmemiş	Ö17	1	-

Tablo 5.5, öğrencilerin modelleme etkinliklerinde hangi yönleri en çok beğendiklerini belirttikleri cevapları içermektedir. Analiz sonuçlarına göre, öğrencilerin özellikle ölçüm yapma ve matematiksel işlem aşamalarını beğendikleri anlaşılmaktadır. Ölçüm konusunda on öğrenci olumlu görüş bildirmiş olup, bu konuda Ö14 kodlu öğrencinin "Metreyle sınıfımızın kenarlarını ölçmeyi beğendim." şeklindeki ifadesi öne çıkmaktadır. Ayrıca, modelleme etkinliklerinin gerçek hayata uygulanabilir olması da beğenilen yönler arasında bulunmaktadır. Örneğin, Ö2 kodlu bir öğrenci, "Soruyu çözmek için gerçek hayattaki ölçüleri ölçüp, ona göre çözmek." şeklindeki görüşünü paylaşmıştır.

Bunun yanı sıra, öğrencilerin problem çözerken alternatifler üretebilme, araştırma yapabilme, şekillerle gösterme ve grup çalışması gibi farklı yönleri de beğendikleri gözlemlenmiştir.

“Bu etkinliklerin, konuyu anlamanızı kolaylaştırdığını düşünüyor musunuz? Neden?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.6.’de verilmiştir.

Tablo 5.6. Modelleme Etkinliklerinin Matematik Konularını Anlamayı Kolaylaştırmasına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Madde 1.4. Kodları	Öğrenci kodları	<i>f</i>	Örnek Öğrenci İfadeleri
Düşünüyorum	Ö5, Ö17, Ö13, Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20	17	Düşünüyorum, çünkü etkinlik halinde soru çözmek beni daha çok hırslandırıyor ve soru üstünde daha çok çabalıyorum
Kararsızım	Ö14, Ö6	2	Az çünkü her yıl çözmüyoruz.
Düşünmüyorum	Ö12	1	Düşünmüyorum

Tablo 5.6, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin konuyu anlamalarına nasıl katkı sağladığına yönelik görüşlerini içermektedir. Analize göre, 17 öğrenci bu etkinliklerin konuyu anlamalarını kolaylaştırdığını düşünmekte, iki öğrenci ise bu konuda kararsız kalmıştır ve bir öğrenci bu etkinliklerin konuyu anlamasına yardımcı olmadığını düşünmektedir. Öğrencilerin bu soruya verdiği yanıtlardan bazıları şu şekildedir:

Ö18 kodlu öğrenci: “Evet, çünkü bu etkinlik için uzun zaman harcıyoruz. Hocamız ve arkadaşlarımızla tartışarak iyi bir şekilde anladık.”

Ö9 kodlu öğrenci: “Evet, çünkü daha uzun işlemler çözmemiz daha dikkatli olmamızı sağlıyor.”

Ö4 kodlu öğrenci: “Düşünüyorum, çünkü etkinlik halinde soru çözmek beni daha çok hırslandırıyor ve soru üstünde daha çok çabalıyorum.”

Ö2 kodlu öğrenci: “Düşünüyorum, çünkü bu sayede dairenin alanını şekillerin alanını aklıma daha iyi kazıdım.”

“Modelleme etkinlikleri sırasındaki grup çalışması hakkında düşünceleriniz nelerdir?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.7.’de verilmiştir.

Tablo 5.7. Öğrencilerin Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışması Hakkındaki Görüşleri

Madde 1.5. Kodları	Öğrenci kodları	<i>f</i>	Örnek Öğrenci İfadeleri
Katkı sağlamayanlar	Ö13, Ö17, Ö18, Ö5, Ö19, Ö15, Ö2, Ö3, Ö4	9	Evet yaptık, grupta çalışmanın bazı zorlukları vardı, kimisi konuşuyor, kimisi hiçbir şey yapmıyor
Eğlenceli	Ö7, Ö6, Ö12, Ö4, Ö1, Ö14, Ö16	7	Grup içerisinde farklı görevlere ayrılarak uyumlu bir şekilde çalıştık
İş birliği	Ö8, Ö20, Ö16, Ö1	4	Grupta yer alan kişilere görev dağılımı yapıp harekete geçince yapılacak olan iş kolaylaşır
Zor	Ö4, Ö9, Ö5	3	Evet yaptık fakat oldukça zorlayıcıydı
Belirtilmemiş	Ö11, Ö10	2	-

Tablo 5.7, öğrencilerin modelleme etkinlikleri sırasında yapmış oldukları grup çalışması hakkındaki görüşlerini içermektedir. Analize göre, 9 öğrenci grup çalışmaları esnasında gruptaki bazı öğrencilerin katkı sağlamadıklarını ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerden bazılarının verdiği yanıtlar aşağıda verilmiştir:

Ö4 kodlu öğrenci: “Yaptık, grup çalışması çok eğlenceli ama hepimizin farklı fikir ayrılıkları olduğundan karamsarlığa kapılabiliyoruz. Ayrıca bazı arkadaşlarım hiç yardım etmedi.”

Ö5 kodlu öğrenci: “Evet yaptık, grupta çalışmanın bazı zorlukları vardı, kimisi konuşuyor, kimisi hiçbir şey yapmıyor.”

Ö13 kodlu öğrenci: “Grup çalışması yaptık ama yardım etmeyen kişiler vardı.”

Bunun yanı sıra 7 öğrenci grup çalışmalarının eğlenceli olduğunu, iki öğrenci grup çalışmalarının iş birliği gerektirdiğini ve üç öğrenci grup çalışmasını fikir ayrılıklarından dolayı zor bulduğunu belirtmişlerdir. Bunlarla ilgili öğrenci yanıtları aşağıda verilmiştir:

Ö20 kodlu öğrenci: “*Grupta yer alan kişilere görev dağılımı yapıp harekete geçince yapılacak olan iş kolaylaşır.*”

Ö1 kodlu öğrenci: “*Grup içerisinde farklı görevlere ayrılarak uyumlu bir şekilde çalıştık.*”

“Modelleme etkinlikleri sırasında kendinizi ifade etmekte zorlandığınız oldu mu? Neden?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.8.’de verilmiştir.

Tablo 5.8. Öğrencilerin Modelleme Etkinliklerinde Kendilerini Neden İfade Edemediklerine İlişkin Görüşleri

Madde 2.1. Kodları	Öğrenci kodları	f	Örnek Öğrenci İfadeleri
Cümle kurmak zor	Ö4, Ö18	2	Bir sürü işlem olunca birbirine karışıyor
Karşısındakini dinlememe	Ö10, Ö11, Ö2, Ö19	4	Evet, çünkü bazen gruptakiler beni dinlemedi
Heyecan	Ö7, Ö3, Ö15, Ö5	4	Evet, heyecanlandığım zamanlar oldu
Belirtilmemiş	Ö9, Ö17, Ö14	3	

Ö1, Ö12, Ö6, Ö13, Ö8, Ö16, Ö20 kodlu öğrencilerin verdikleri yanıtlarda modelleme etkinlikleri sırasında kendilerini ifade etmekte zorlanmadıkları görülmüştür.

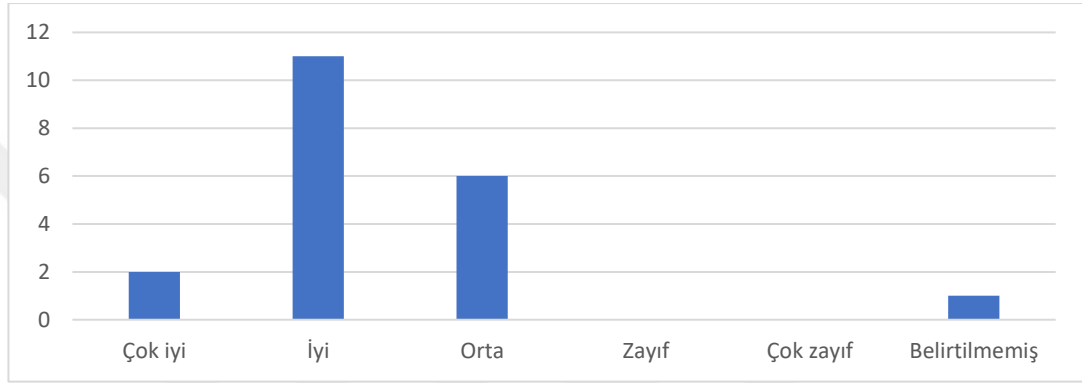
Tablo 5.8, modelleme etkinliklerinde kendini ifade edemeyen öğrencilerin, neden ifade edemediklerine yönelik görüşlerini içermektedir. Analize göre, dört öğrencinin kendini ifade edememesindeki sebebin konuştuğu zaman dinlenilmemesi, dört öğrencinin konuşurken çok fazla heyecanlanması ve iki öğrencinin ise grubun içerisinde cümle kurmanın zorluğundan kaynaklı şeklinde ifade etmişlerdir. Kendini ifade edemeyen bazı öğrencilerin neden edemediklerine ilişkin görüşlerden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö4 kodlu öğrenci: “*Evet oldu, modelleme etkinliklerinde sözlü cümle kurmak kendini arkadaşlarına anlatmak zor ve bazen kendimi ifade etmekte zorlandım.*”

Ö7 kodlu öğrenci: “Evet, heyecanlandığım zamanlar oldu.”

Ö11 kodlu öğrenci: “Evet, çünkü bazen gruptakiler beni dinlemedi.”

“Başkalarının fikirlerini değerlendirme ve onlara geri bildirim verme konusunda kendinizi nasıl değerlendiriyorsunuz?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar Şekil 5.2’ de verilmiştir.



Şekil 5.2. Başkalarının fikirlerini değerlendirme ve geri dönüt verme konusunda öğrenci görüşleri

Şekil 5.2’ ye göre başkalarının çıkarımlarını değerlendirme ve onlara geri bildirim verme konusunda 2 öğrencinin kendini çok iyi değerlendirirken, 11 öğrencinin kendini iyi değerlendirdiği ve 6 öğrencinin kendini orta düzeyde değerlendirdiği görülmektedir.

“Modelleme etkinlikleri sırasında hangi tür sorular size en çok yardımcı oldu?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.9.’ da verilmiştir.

Tablo 5.9. Öğrencilerin Modelleme Etkinlikleri Sırasında Sorulan Sorular Hakkındaki Görüşleri

Madde 2.3. Kodları	Öğrenci kodları	f
Açıklayıcı sorular (ör. "Bu model nasıl çalışıyor?")	Ö6, Ö19, Ö16, Ö12, Ö9, Ö5, Ö20	7
Tahmin soruları (ör. "Bu modeli kullanarak ne tahmin edebilirsiniz?")	Ö13, Ö1, Ö3, Ö2, Ö18, Ö15, Ö8, Ö7, Ö11, Ö14, Ö20	11
Karşılaştırmalı sorular (ör. "Bu model diğerlerinden nasıl farklı?")	-	-
Analitik sorular (ör. "Bu modelin güçlü ve zayıf yönleri nelerdir?")	Ö4, Ö10, Ö17	3

Tablo 5.9’da öğrencilerin modelleme etkinlikleri sırasında hangi tür soruların kendilerine en çok yardımcı olduğunu belirttikleri verilmektedir. Analize göre, öğrencilere en fazla yardımcı olan soru türü tahmin soruları olmuştur (f=11). Tahmin soruları, öğrencilerin öngörülerde bulunmalarını ve gelecek durumları tahmin etmelerini teşvik ettiği için etkili bulunmuştur. Bununla birlikte, açıklayıcı sorular da (f=7) önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Analitik sorular ise (f=3) daha az sayıda öğrenci tarafından yardımcı bulunmuştur.

“Modelleme etkinlikleri sonrasında tartışma becerilerinizin geliştiğini düşünüyor musunuz? Örnek verebilir misiniz?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.10.’da verilmiştir.

Tablo 5.10. Tartışma Becerilerinin Gelişip Gelişmediğine Dair Öğrenci Görüşleri

Madde 2.4. Kodları	Öğrenci kodları	f	Örnek Öğrenci İfadeleri
Evet gelişti	Ö4, Ö2, Ö3, Ö1, Ö13, Ö18, Ö16, Ö9, Ö11, Ö10, Ö5, Ö17, Ö6	13	Düşünüyorum, çünkü kendimi daha iyi bir şekilde ifade etmeyi öğrendim
Hayır gelişmedi	Ö12, Ö14, Ö20, Ö19	4	Az gelişmiş olabilir bundan emin değilim
Belirtilmemiş	Ö15, Ö8, Ö7	3	-

Tablo 5.10.’a göre modelleme etkinlikleri sonrasında tartışma becerilerinin geliştiğini düşünen 13 öğrenci varken tartışma becerilerinin gelişmediğini düşünen dört öğrenci bulunmaktadır. Tartışma becerilerinin geliştiğini ifade eden öğrencilerin verdiği örneklerden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö18 kodlu öğrenci: *“Evet düşünüyorum, mesela ilk sorularda tartışamıyordum ama artık sorularda bildiğim şeyleri arkadaşlarıma söyleyebiliyorum.”*

Ö13 kodlu öğrenci: “Düşünüyorum, çünkü kendimi daha iyi bir şekilde ifade etmeyi öğrendim.”

Ö5 kodlu öğrenci: “Evet tartışırken ne diyeceğimi karıştırabiliyordum ama şimdi tartışma becerim gelişti.”

“Etkinlikler sırasında öğretmeninizin sorduğu sorular hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu sorular sizin düşünmenize ve çıkarımlar geliştirmenize nasıl yardımcı oldu?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.11.’de verilmiştir.

Tablo 5.11. Öğrencilerin Öğretmen Sorularına Yönelik Görüşleri

Madde 2.5. Kodları	Öğrenci kodları	f	Örnek Öğrenci İfadeleri
Çözüm yolu	Ö13, Ö17, Ö20	3	Sorunun nasıl çözüldüğüne yardımcı oldu
Akıl yürütme	Ö13, Ö9	2	Problemleri akıl yürüterek daha iyi çözüm bulmayı öğrendim
Konu bağlantısı	Ö1	1	Hangi konu üzerine yoğunlaşmamız gerektiğini anladık
Soruyu anlama	Ö3, Ö2, Ö4, Ö15, Ö8	5	Etkinlik sırasında öğretmenimizin sorduğu sorular çözdüğümüz soruyu daha iyi anlamamıza yardımcı oldu
İpucu	Ö18, Ö5, Ö11, Ö10, Ö16, Ö20	6	Öğretmenimizin sorduğu sorulara cevap vererek soru hakkında yeni ipuçları edindik
Belirtilmemiş	Ö6, Ö19, Ö12, Ö7, Ö14	5	-

Tablo 5.11 de modelleme etkinlikleri sırasında öğretmeninizin sorduğu sorular hakkında ne düşünüyorsunuz sorusuna yönelik verilen cevaplara oluşturulan kodlar verilmiştir. Buna göre öğretmenin sorduğu soruların öğrencilerde daha çok ipucu oluşturmalarında ve soruyu daha iyi anlamalarına yardımcı olduğu görülmüştür. Bununla birlikte öğretmenin kullandığı sorularla çözüm yolunun bulunmasının sağlandığı, akıl yürütmelerine yardımcı olduğu ve sorunun hangi konu ile bağlantılı olduğunu anlamalarını kolaylaştırdığını düşünen öğrenciler olmuştur. Buna yönelik bazı öğrenci ifadeleri şu şekildedir:

Ö3 kodlu öğrenci: “Etkinlik sırasında öğretmenimizin sorduğu sorular çözdüğümüz soruyu daha iyi anlamamıza yardımcı oldu.”

Ö5 kodlu öğrenci: “Evet Hoca bir şeyler soruyordu ve soruları bilince işimizi daha da kolaylaştırdı.”

Ö20 kodlu öğrenci: “Öğretmenimizin sorduğu sorulara cevap vererek soru hakkında yeni ipuçları edindik. Bu sayede soruda ne yapmamız gerektiğine dair bir sürü tahminlerimiz oldu. Bu soruları cevaplayarak sorunun çözümü için kullanılabilecek daha pratik ve mantıklı çözüm yolları ve tahminleri buldum.”

“Modelleme etkinliklerinin daha etkili olması için ne gibi değişiklikler yapılmasını önerirsiniz?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.12.’de verilmiştir.

Tablo 5.12. Modelleme Etkinliklerine Yönelik Öğrencilerin Önerileri			
Madde 3.1. Kodları	Öğrenci kodları	f	Örnek Öğrenci İfadeleri
Herhangi bir değişiklik önermeyenler	Ö2, Ö3, Ö13, Ö6, Ö12, Ö7, Ö10, Ö16, Ö20	9	-
Görseller gerçek hayattan uyarlanmalı	Ö4, Ö5	2	Modellemeyi daha yaratıcı çizmek
Araç gereç kullanımı	Ö1	1	Gerekli araç gereçleri zamanında getirsek etkinlikleri daha rahat çözeriz
Sorularda ipucu olmalı	Ö18, Ö19	2	Sorularda biraz daha ipucu olmalı
Gruplar düzenlenmeli	Ö17, Ö15, Ö9, Ö11, Ö14	5	Grupların yarışması daha rekabetli olup çalışmamızı sağlar
Etkinliklerin sayısı artırılmalı	Ö8	1	Bence bu ders daha çok yapılmalı

“Modelleme etkinliklerinin daha etkili olması için ne gibi değişiklikler yapılmasını önerirsiniz?” sorusuna verilen cevaplar Tablo 5.12.’de kategorilere ayrılmış olup değişikliğin en çok gruplarda yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte modelleme sorularında kullanılan görsellerin gerçek hayattan uyarlanması, sorularda daha fazla ipucu içermesi, soruların çözümünde daha farklı araç gereç kullanımına imkân tanınması gibi birbirinden farklı değişiklikler önerilmiştir. Aşağıda bazı öğrenci yanıtları verilmiştir:

Ö11 kodlu öğrenci: “Grupların yarışması daha rekabetli olup çalışmamızı sağlar.”

Ö18 kodlu öğrenci: “Sorularda biraz daha ipucu olmalı.”

Ö17 kodlu öğrenci: “Gruptaki kişi sayısının azalması.”

“Tartışma becerilerinizi daha da geliştirebilmek için ne tür etkinlikler veya destekler almak istersiniz?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.13.’te verilmiştir.

Tablo 5.13. Tartışma Becerilerinin Gelişmesine Öğrencilerin Önerileri

Madde 3.2. Kodları	Öğrenci kodları	f	Örnek Öğrenci İfadeleri
Grupla çalışmayı artırmak	Ö9, Ö18, Ö5, Ö13, Ö1, Ö2, Ö11, Ö17	8	Bireysel değil de grup çalışması ile çözülen etkinliklere katılmak isterim
Motive olmak	Ö8	1	Bence öğrencileri daha çok motive etmelisiniz
Sürecin devamlılığı	Ö12, Ö3, Ö20	3	Bu tür etkinlikler tartışma becerilerimizi geliştirdiği için bu türler ile her yıl devam etmeliyiz
Belirtilmemiş	Ö15, Ö16, Ö19, Ö14, Ö4, Ö10, Ö6, Ö7,	8	-

Tablo 5.13.’ e göre öğrencilerin tartışma becerilerinin geliştirilebilmesi için yapılacak etkinliklere bakıldığında öğrencilerin en çok grupla çalışmanın artırılmasına yönelik cevaplar verdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra modelleme etkinlikleri sürecinde daha fazla motive olarak sürece katılmayı ve bu sürecin devamlılık göstermesi, ilerleyen sınıflarda da bu tarz etkinliklerde bulunmayı istediklerini belirtmişlerdir. Bununla ilgili Ö3 kodlu öğrencinin yanıtı ise şu şekildedir:

Ö3: “Bu tür etkinlikler tartışma becerilerimizi geliştirdiği için bu türler ile her yıl devam etmeliyiz.”

Grupla çalışmaların artırılması için bazı öğrenci yanıtları:

Ö2 kodlu öğrenci: “Tartışma grupları veya çözüm üreten gruplarda bulunmak isterim.”

Ö13 kodlu öğrenci: “Bireysel değil de grup çalışması ile çözülen etkinliklere katılmak isterim.”

“Gelecekte hangi konularla ilgili modelleme etkinlikleri yapmak istersiniz?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdiği yanıtlar aşağıda Tablo 5.14.’te verilmiştir.

Tablo 5.14. Öğrencilerin Madde 3.4. Yanıtları

Madde 3.4. Kodları	Öğrenci kodları	f	Örnek Öğrenci İfadeleri
Alan- çevre	Ö13, Ö11, Ö17, Ö9, Ö12, Ö4, Ö18, Ö5, Ö14, Ö15	10	Bizim konularımız güzeldi, onlardan devam etmek isterim
Havuz problemi	Ö6	1	Havuz problemleri olabilir
Teknoloji	Ö10	1	Teknolojiyle alakalı
Belirtilmemiş	Ö1, Ö19, Ö16, Ö8, Ö3, Ö7	6	-
Cebirsel ifadeler	Ö2	1	Cebirsel ifadelerle ilgili olabilir

Tablo 5.14’te, “Gelecekte hangi konularla ilgili modelleme etkinlikleri yapmak istersiniz?” sorusuna yönelik öğrencilerin verdikleri yanıtlar yer almaktadır. Analizlere göre, öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun alan ve çevre konularıyla ilgili modelleme etkinlikleri yapmak istemeye devam ettikleri görülmektedir (f=10). Alan ve çevre konuları, öğrencilerin matematiksel kavramları somutlaştırmalarına ve gerçek dünya ile bağlantı kurmalarına olanak sağladığı için tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra, diğer konularda da ilgi gösteren öğrenciler bulunmaktadır. Örneğin, bir öğrenci havuz problemleriyle ilgili modelleme etkinlikleri yapmak istemektedir (f=1), bir diğer öğrenci teknoloji ile ilgili konuları tercih etmektedir (f=1), ve bir öğrenci de cebirsel ifadeler konusuyla ilgilenmektedir (f=1). Altı öğrenci ise (f=6) gelecekte hangi konularla ilgili modelleme etkinlikleri yapmak istedikleri konusunda herhangi bir belirli konu belirtmemiştir.

6. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışma çevre ve alan ölçme konularındaki matematiksel modelleme etkinliklerinde argümantasyona dayalı yapılan öğretim sürecinin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerde matematiksel modelleme yeterliğine ve matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisini araştırmayı amaçlamaktadır.

Araştırmanın birinci alt amacında öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ile matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerinde modelleme etkinlikleri öncesi ve sonrası anlamlı bir farklılığın olup olmadığı incelenmiştir. Analiz sonucuna göre matematiksel modelleme etkinlikleri öncesi ve sonrası matematiksel modelleme yeterlikleri ölçeğinden alınan puanlara bakıldığında son puanlarda anlamlı bir artış olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgu Alkan (2019) çalışmasında matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sonrasında öğrencilerdeki matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştiğine yönelik bulgusuyla paralellik göstermektedir. Ayrıca Uysal (2021) çalışmasında matematiksel modelleme çalışmalarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde pozitif yönde bir etkiye sahip olduğunu söylemiştir. Araştırmanın nitel verilerin analiziyle de bu durum desteklenmektedir. Nitel verilere göre öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun modelleme etkinliklerini beğendiği de ulaşılan sonuçlar arasındadır.

Ayrıca analiz sonucunda matematiksel modelleme etkinlikleri öncesi ve sonrası matematiğe yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri son test puanları ön test puanlarından anlamlı olarak daha yüksek çıkmıştır. Buradan hareketle öğrencilere argümantasyona dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri sonrası öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerilerinde artışın olduğu söylenebilir. Elde edilen bu bulgu, Duran (2023) çalışmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin 7 hafta süre boyunca uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme beceri puanlarının kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı düzeyde arttığı bulgusuyla paralellik göstermektedir.

Araştırmanın birinci alt amacında modelleme yeterlikleri alt boyutlarının ve sorgulayıcı öğrenme becerileri alt boyutlarının matematiksel modelleme etkinlikleri öncesi ve sonrası test puanlarında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı incelenmiştir. Modelleme yeterlikleri alt boyutları olan gerçek yaşam problemi belirleme, problemi anlama,

matematikselleştirme, matematiksel çalışma ve yorumlama-doğrulama basamaklarının her birinin son test ve ön test puanlarına bakılmıştır. Nicel analizlerden elde edilen sonuca göre matematiksel modelleme yeterlikleri ölçeğinin 5 alt boyutunda da öğrencilerin son test puanlarının ön test puanlarından anlamlı olarak daha yüksek çıktığı görülmüştür. Fırat (2021) çalışmasında doğrulama basamağı dışındaki tüm basamaklarda artış olduğunu, doğrulama basamağındaki puan düşüşünün nedenini ise öğrencilerin bu basamağa yeterince ilgi göstermediklerinden kaynaklı olduğunu ifade etmiştir.

Sorgulayıcı öğrenme becerilerinin alt boyutları olan olumlu algının ve olumsuz algının modelleme etkinlikleri öncesinde yapılan ön test ve modelleme etkinlikleri sonrası yapılan son test puanlarına bakılmıştır. Yapılan analizlerden elde edilen sonuca göre sorgulayıcı öğrenme becerileri ölçeğindeki her iki alt boyutta da son test puanları ile ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Araştırmanın ikinci alt amacında öğrencilerin modelleme etkinlikleri ve argümantasyon becerileri hakkındaki görüşleri alınmıştır. Görüşme formu ile toplanan veriler içerik analizi yöntemiyle kod ve kategorilere ayrılmıştır. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin genelinde matematiksel modelleme etkinliklerini sevdiği ve modelleme etkinliklerinde en çok beğendikleri kısmın etkinliğin ölçüm gerektiren kısımları olduğu görülmüştür. Ayrıca modelleme etkinliklerinin konuyu anlamalarını kolaylaştırdığını, sorular üzerinde toplu tartışmalar yaparak soru üzerinde daha çok çaba gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Buradan hareketle literatür incelendiğinde matematiksel modelleme etkinliklerinin çocukların matematik dersine olan motivasyonlarını artırdığını belirtmektedir. Bunun sebebi olarak ise modelleme etkinliklerinde gerçek hayat problemlerinin ele alınması ve modelleme etkinliklerinin matematik konularının daha anlaşılır hale gelmesi gösterilmektedir (Akgün vd., 2013). Öğrencilerin verdikleri yanıtlara bakıldığında modelleme etkinlikleri uygulama derslerinde derse daha çok katıldıkları ve derste öğrendikleri bilgilerin daha kalıcı hale geldiğini ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmalara bakıldığında da modelleme uygulamalarının öğrencilerin derse katılımlarını ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını artırdığı (Bikic vd., 2021; Dogo vd., 2018; Salha ve Qatanani, 2021) ve bununla birlikte matematiğe karşı motivasyonlarını geliştirdiği tespit edilmiştir (Zihar ve Çiltaş, 2018).

7. ÖNERİLER

Argümantasyona dayalı yapılan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin modelleme yeterliklerine ve sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisini incelemek amacıyla ortaokul yedinci sınıf öğrencileriyle yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin ve sorgulayıcı öğrenme becerilerinin geliştirilmesi adına argümantasyona dayalı modelleme etkinliklerinin sınıf içerisinde uygulanması olumlu sonuçlara yol açmaktadır. Bu açıdan uygulamanın öğretmenler tarafından sınıf içinde kullanılması önerilmektedir.
- Yapılan çalışma yedinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Argümantasyonla matematiksel modelleme etkinlikleri farklı seviye sınıflarında da uygulanabilir.
- Matematik eğitiminde argümantasyonla matematiksel modelleme etkinliklerinin modelleme yeterliklerine ve sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisinin incelendiği deneysel bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu konuda farklı sınıf seviyelerine deneysel çalışmalar uygulanabilir.
- Öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerilerini geliştirebilmek amacıyla hazırlanacak olan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencileri daha fazla düşündürecek şekilde hazırlanabilir.
- Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin kendi çevrelerinden yaşadıkları problemlerden seçilmesi, etkinlik kağıdında gerçekçi resimler kullanılması öğrencinin ilgisini daha çok çekip etkinliği daha istekli çalışmalarını sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Adal, A. A. (2023). "Argümantasyon tabanlı öğretimin sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı başarısına etkisinin incelenmesi.", Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, 54-66.
- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Işık, A. (2013). "İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları." *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 1-33. [doi: 10.14520/adyusbd.410](https://doi.org/10.14520/adyusbd.410)
- Akmaz, S. (2023). "Cebirsel ifadeler ve denklemler konusunda argümantasyon tabanlı öğretim yönteminin başarıya, tutuma ve kalıcılığa etkisi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, 12-23.
- Aldağ, H. (2006). "Toulmin tartışma modeli.", *Çanakkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 13-34.
- Alkan, Y. (2019). "Matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine ve okuduğunu anlama becerilerine etkisinin incelenmesi." Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi. *Dicle Üniversitesi, Diyarbakır*. 10-24.
- Andriessen, J., Baker, M., & Suthers, D. (2003). "Argumentation, computer support, and the educational context of confronting cognitions." *Kluwer Academic Publishers*, 1-25.
- Antonini, S., & Martignone, F. (2011). "Argumentation in exploring mathematical machines: a study on pantographs." *35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Ankara*, 41-48.
- Ayas, A., Çepni, S., & Ayvacı, H. Ş. (2019). Kuramdan Uygulamaya Fen Ve Teknoloji Öğretimi. *Pegem Akademi*, Ankara.

- Aydın-Güç, F. (2015). "Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi." Yayınlanmış doktora tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.**
- Aydın Güç, F., & Kuleyin, H. (2021). "Argümantasyon kalitesinin matematiksel modelleme sürecine yansması." *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(1), 222-262.
- Berry, J., & Houston, K. (1995). "Mathematical modelling." *Gulf Professional Publishing.*
- Blair, J. A., & Johnson, R. H. (1987). "The Current State of Informal Logic." *Informal Logic*, 9(2), 147-151.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). "Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning." *Teaching mathematics and its applications*, 22(3), 123-139.
- Blum, W. (2011). "Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research." *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA14*, 15-30.
- Blum, W., ve Kaiser, G. (1997). "Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden." *Unpublished application to Deutsche forschungsgesellschaft.*
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). "How do students and teachers deal with modeling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), Mathematical modeling (ICTMA 12)" *Education, engineering and economics*, 222–231, Chichester: Horwood Publishing.
- Bikic, N., Burgic, D. ve Kurtic, V. (2021). "The effects of mathematical modelling in mathematics teaching of linear, quadratic and logarithmic functions." *The Effects of Mathematical Modelling in Mathematics Teaching of Linear, Quadratic and Logarithmic Functions*, 2(2), 129-144.

- Borromeo Ferri, R. (2006). "Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process." *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 86-95. [doi: 10.1007/BF02655883](https://doi.org/10.1007/BF02655883).
- Brown, R., & Redmond, T. (2007). "Collective argumentation and modelling mathematics practices outside the classroom." *Mathematics: Essential research, essential practice*, 1, 163-171.
- Bukova Güzel, E. (2011). "An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modeling problems." *Teaching Mathematics and Its Applications*, 30(1), 19-36. [doi: 10.1093/teamat/hrq015](https://doi.org/10.1093/teamat/hrq015).
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F., & Çakmak, E. K. (2012). *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2020). "Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri "29. Baskı. *Pegem Akademi*.
- Can, Ö. S. (2018). "Argümantasyon yaklaşımı ile olasılık öğretiminin öğretmen adaylarının başarılarına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi." Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum*, 9-17.
- Cavagetto, A., Hand, B. M., & Norton-Meier, L. (2010). "The nature of elementary student science discourse in the context of the science writing heuristic approach." *International Journal of Science Education*, 32(4), 427-449.
- Conner, A., S. L., C., S. R., A., W. P., & Francisco, R. T. (2014). "Identifying Kinds Of Reasoning In Collective Argumentation." *Mathematical Thinking And Learning*, 16(3), 181-200.
- Creswell, J. W. (2014). "Research Design: Qualitative, Quantitative And Mixed Methods Approaches." *SAGE Publications*, New York.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). "Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches.", *SAGE*, Los Angeles.

- Creswell, J. W. ve Plano Clark, V. (2014). "Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi." (Y. Dede ve S. B. Demir, ev. Ed.). Ankara: **Anı Yayıncılık**.
- akmak Gürel, Z. (2018). "Matematik ğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi." Yayımlanmamış Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Eēitim Bilimleri Enstitüsü**, 10-35.
- elik Arslan, P. (2021). "Argümantasyon tabanlı öğretimin ortaokul ērencilerinin hesaplamalı düşünme beceri düzeylerine ve problem çözme alışkanlıklarına etkisi" Yayımlanmamış doktora tezi, **Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir**.
- Çiltaş, A. (2011) "Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköēretim matematik ğretmeni adaylarının ērenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi", Yayımlanmamış Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Eēitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum**, 70-80.
- Ciltas, A., & Isik, A. (2013). "The Effect of Instruction through Mathematical Modelling on Modelling Skills of Prospective Elementary Mathematics Teachers." **Educational Sciences: Theory and Practice**, 13(2), 1187-1192.
- Dede, A. T. (2019). "Arguments constructed within the mathematical modelling cycle." **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, 50(2), 292–314. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1501825>
- Dinçer, S. (2011). "Matematik lisans derslerindeki tartışmaların toulmin modeline göre analizi." Doktora Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 2011.
- Dinçer, B. (2024). "İlkretim matematik ğretmeni adaylarının argümantasyon tabanlı etkinliklerinin incelenmesi." Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi, Eēitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir**, 9-32.
- Dogo, P., O’Conor, M. and Ondigi, S.R. (2018). "Effects of mathematical modelling performance in mathematics by gender among junior secondary schools students in Bauchi state, Nigeria." **International Journal of Advanced Educational Research**, 3 (6), 27-32.

- Doruk, M. (2016). "İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analiz alanındaki argümantasyon ve ispat süreçlerinin incelenmesi." Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 13-30.
- Doruk, B. K. (2010). "Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi." Yayınlanmamış doktora tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara*.
- Doruk, B. K. (2014). "İletişim becerisinin gelişimi için etkili bir araç: matematiksel modelleme etkinlikleri." *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-12.
- Douek, N. (1999). "Argumentative aspects of proving: analysis of some undergraduate mathematics students' performances." *In PME CONFERENCE* (Vol. 2, pp. 2-273).
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). "Establishing The Norms Of Scientific Argumentation In Classrooms." *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Duran, B. (2023). "Matematiksel modelleme etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi." Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Johnson, R. H., Plantin, C., & Willard, C. A. (2013). *Fundamentals of Argumentation Theory: A Handbook of Historical Backgrounds and Contemporary Developments*. Londra, Routledge.
- Erdem, E. (2011). "İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Ve Olasılıksal Muhakeme Becerilerinin İncelenmesi." Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. *Adıyaman, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). "Tapping Into Argumentation: Developments In The Application Of Toulmin's Argument Pattern For Studying Science Discourse." *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Ferri, R. B. (2006). "Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process." *ZDM*, 38, 86-95.

- Fırat B. F. (2021). "Matematiksel modelleme etkinliklerinin altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine, görsel matematik okuryazarlığı algılarına ve okuduğunu anlama becerilerine etkisi." *Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Adana, 20-34.
- Güç, F. A., & Kuleyin, H. (2021). "Argümantasyon kalitesinin matematiksel modelleme sürecine yansımaları." *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(1), 222-262.
- Haines, C. R., & Crouch, R. (2010). "Remarks on a modeling cycle and interpreting behaviours." In R. Lesh, P. Galbraith, C., R. Haines & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies (ICTMA 13)* (pp. 145-154). New York: Springer
- Hand, B., & Keys, C. W. (1999). "Inquiry investigation." *The Science Teacher*, 66(4), 27.
- İnam, A. (2020). "Argümantasyon temelli matematik öğretiminin 6. Sınıf öğrencilerinin akademik başarı, tartışma istekliliği, bilgi transferi ve matematiksel süreç becerilerine yönelik öz yeterliğine etkisi." Yayınlanmamış doktora tezi, *Gazi Üniversitesi, Ankara*.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science education*, 84(6), 757-792.
- Kalemkuş, J., Bayraktar, Ş., & Çiftçi, S. (2019). "Eğitimde Sosyal, Zihinsel ve Sözlü-Yazılı Bir Aktivite: Argümantasyon." *Turkish Studies*, 2449-2467.
- Kayış, A. (2009). "SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri." *Asil Yayın Dağıtım*, Ankara.
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). "Epistemic Levels In Argument: An Analysis Of University Oceanography Students' Use Of Evidence In Writing." *Science Education*, 86(3), 314-342.

- Kjeldsen, T. H., & Blomhoej, M. (2006). "Teaching Mathematical Modelling Through Project Work." *ZDM: the international journal on mathematics education* , 163-177.
- Köse, M. ve Akıllıoğlu, Ç. (2022). "Kuramlar ve modeller. S. Dal ve M. Köse (Ed.), Öğretim ilke ve yöntemleri: Etkinlik ve ders planı örnekleriyle zenginleştirilmiş içinde", **Anı Yayıncılık**, (s. 83- 139).
- Krutikhina, M. V., Vlasova, V. K., Galushkin, A. A., & Pavlushin, A. A. (2018). "Teaching of Mathematical Modeling Elements in the Mathematics Course of the Secondary School." *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1305-1315. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83561>
- Kuhn, D. (1992). "Thinking as Argument." *Harvard Educational Review*, 62(2), 155-179.
- Kuleyin, H. (2022). "Matematiksel modelleme etkinliklerinin argümantasyon becerilerine yansması." *Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun*.
- Küçük Demir, B. (2014). "Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin matematik başarılarına ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi" Yayımlanmamış doktora tezi, *Atatürk Üniversitesi, Erzurum*.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). "Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving." *In Beyond constructivism* (pp. 3-33). Routledge
- Mabry, L. (2008). "Case Study in Social Research." *The SAGE Handbook of Social Research Methods*, 214-227.
- Mendonça, P. C. C., & Justi, R. (2013). "The relationships between modelling and argumentation from the perspective of the model of modelling diagram." *International Journal of Science Education*, 35(14), 2407-2434.

- Mercan, E. (2015). "Fonksiyonlar konusunun öğretiminde argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımının etkisinin farklı değişkenler açısından incelenmesi." *Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Miller, M. (1987). "Argumentation And Cognition. In M. Hickmann (Ed.), Social And Functional Approaches To Language And Thought." *Academic Press*, 225-249.
- Milli Eğitim Bakanlığı (**MEB**) (2018). "Matematik dersi öğretim programı ilkököl ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar". Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (**MEB**) (2015). "7. Sınıf Matematik Uygulamaları Kitabı.", Ankara.
- Moore, B. N. & Parker, R. (2012). "Critical thinking" (10th ed.). *Mcgraw-Hill*.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). "Introduction. In W. Blum, P. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education" *The 14th ICMI study*, Cham: Springer. 3–32.
- Öz, M. (2019). "Üçgenler konusunda argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımı üzerine deneysel bir çalışma." Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya*.
- Özgen, K., & Şeker, İ. (2021). "6. sınıf öğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemlerindeki beceri gelişimlerinin incelenmesi." *Milli Eğitim Dergisi*, 50(230), 329-358. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.680760>
- Özturan Sağırlı, M., Kırmacı, U., & Bulut, S. (2014). "Türev konusunda uygulanan matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarılarına ve öz-düzenleme becerilerine etkisi." *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 3(2), 221-247.
- Öztürk, A. (2013). "Sosyo-Bilimsel Konularla Argümantasyon Becerisi Ve İnsan Haklarına Karşı Tutum Geliştirmeye Yönelik Bir Eylem Araştırması." Doktora Tezi. *Çukurca Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Adana

- Patton, M. Q. (2002). "Qualitative Research And Evaluation Methods." **Sage Publications**, New York.
- Sağır, Ş. U. (2008). "Fen bilgisi dersinde bilimsel tartışma odaklı öğretimin etkililiğinin incelenmesi." Yayınlanmamış Doktora Tezi. **Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Ankara
- Salha, S. H., & Qatanani, N. (2021). "Impact of the mathematical modeling on conceptual understanding among student-teachers." **Journal of Southwest Jiaotong University**, 56(5), 538-551.
- Sandoval, W. A. (2003). "Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations." **The journal of the learning sciences**, 12(1), 5-51.
- Sevilmiş, S. B. (2023) "Argümantasyon tabanlı STEM uygulamalarının ilköğrencilerinin akademik başarılarına, argümantasyon kullanım düzeylerine, STEM'e yönelik tutum ve algılarına, STEM kariyerlerine ve ilgilerine etkisi." **Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Afyon
- Schweizer, D.M. (2002). "Hetaing up the science classroom through global warming: an investigation of the use of argumant in earth system science education." **Universty of California**. Santa Barbara.
- Schwarz, B. B., & Asterhan, C. S. (2010). "Argumentation and reasoning." **International Handbook of Psychology in Education**, 137-176.
- Simon, S. (2008). "Using Toulmin's Argument Pattern İn The Evaluation Of Argumentation İn School Science." **International Journal Of Research & Method İn Education**, 31(3), 277-289.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). "Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom." **International Journal of Science Education**, 28(2), 235-260.

- Tekin, A. D. (2019). "Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve motivasyonları üzerine etkisi.", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi**, İstanbul.
- Toulmin, S. E. (1958). "The Uses of Argument." **Cambridge University Press**.
- Toulmin, S. E. (2003). "The Uses of Argument." **Cambridge university press**, New York:
- Tutkun, M. İ., & Kabar, M. G. D. (2018). "Ortaokullarda matematiksel modelleme: 7. sınıf öğrencilerinin “hava durumu” modelleme problemi ile deneyimi." **Adıyaman University Journal of Educational Sciences**, 8(2), 23-52.
- Türkmenoğlu, M. (2022). "Matematik eğitiminde argümantasyon çalışmalarının ilkökul öğrencilerinin problem çözme başarısına, üstbilişsel becerilerine ve motivasyonlarına etkisi." **Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana**.
- Uysal, H. G. (2021). "Matematiksel modellemenin öğrencilerin başarısına, ders tutumuna ve matematiksel modelleme yeterliklerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması." Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, **Mersin Üniversitesi, Mersin**, 9-21.
- Van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., & Henkemans, F. S. (2002). "Argumentation; Analysis, evaluation, presentation." Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Van Eemeren, F. H., Van Benthem, J., Grootendorst, R., & Veltman, F. (Eds.). (1996). "Logic and argumentation." **North-Holland, Amsterdam**.
- Yackel, E. (2004). "Theoretical Perspectives for Analyzing Explanation, Justification and Argumentation in Mathematics Classrooms." **Research in Mathematical Education**, 8(1), 1-18.
- Yesildag-Hasancebi, F., & Kingir, S. (2012). "Overview of obstacles in the implementation of the argumentation based science inquiry approach and pedagogical suggestions." **Mevlana International Journal of Education**, 2(3), 79-94.

- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). "Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri.", *Seçkin Yayıncılık*, Ankara.
- Yıldız, Ö. (2023), "Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin Problem Çözme ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*.
- Yitmez, B. G., Alyeşil Kabakçı, D., Özturan Ecemiş, Ü., Aramış, Z. F., vd. (2023). "Türkiye’de yapılan argümantasyon temelli matematik öğretiminin öğrencilerin başarılarına etkisinin meta-analiz ile incelenmesi." *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(1), 335-356. <https://doi.org/10.37217/tebd.1189952>.
- Zihar, M., & Çiltaş, A. (2018). "An action research on the teaching of the 8th grade exponentials by mathematical modeling." *E-Kafkas Journal of Educational Research*, 5(3), 46-63.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). "Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics." *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.
- Walter, J., & Johnson, C. (2007). "Linguistic invention and semantic warrant production: Elementary teachers’ interpretation of graphs." *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(4), 705-727. DOI: [10.1007/s10763-007-9094-7](https://doi.org/10.1007/s10763-007-9094-7)
- Walton, D. (2001). "Abductive, presumptive and plausible arguments." *Informal Logic*, 21(2).
- Whitenack, J. W., & Knipping, N. (2002). "Argumentation, instructional design theory and students’ mathematical learning: a case for coordinating interpretive lenses." *The Journal of Mathematical Behavior*, 21(4), 441-457.
- Wood & J. Kleine Staarman (Eds.), International Handbook Of Psychology In Education, *Emerald Group Publishing*, 137–176.
- Johnson, W. R. (2007). "Atomic Structure Theory." *Springer*, Verlag Berlin Heidelberg.

EKLER

EK-1. Modelleme Etkinlikleri ve Argümantasyon Becerileri Görüşme Formu

Öğrenci Adı:

Tarih:

1. Genel Değerlendirme

1.1. Modelleme etkinliklerini nasıl buldunuz?

Çok beğendim

Beğendim

Kararsızım

Beğenmedim

Hiç beğenmedim

1.2. Modelleme etkinliklerinde karşılaştığınız en büyük zorluklar nelerdi?

1.3. Modelleme etkinliklerinin hangi yönlerini en çok beğendiniz?

1.4. Bu etkinliklerin, konuyu anlamanızı kolaylaştırdığını düşünüyor musunuz? Neden?

1.5. Modelleme etkinlikleri sırasında grup çalışması hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

2.1. Modelleme etkinlikleri sırasında kendinizi ifade etmekte zorlandığınız oldu mu? Neden?

2.2. Modelleme etkinlikleri sırasında hangi tür sorular size en çok yardımcı oldu?

Açıklayıcı sorular (ör. "Bu model nasıl çalışıyor?")

Karşılaştırmalı sorular (ör. "Bu model diğerlerinden nasıl farklı?")

Tahmin soruları (ör. "Bu modeli kullanarak ne tahmin edebilirsiniz?")

Analitik sorular (ör. "Bu modelin güçlü ve zayıf yönleri nelerdir?")

2.3. Modelleme etkinlikleri sonrasında tartışma becerilerinizin geliştiğini düşünüyor musunuz? Örnek verebilir misiniz?

2.4. Etkinlikler sırasında öğretmeninizin sorduğu sorular hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu sorular sizin düşünmenize ve çıkarımlar geliştirmenize nasıl yardımcı oldu?

3. İleriye Dönük Öneriler

3.1. Modelleme etkinliklerinin daha etkili olması için ne gibi değişiklikler yapılmasını önerirsiniz?

3.2. Tartışma becerilerinizi daha da geliştirebilmek için ne tür etkinlikler veya destekler almak istersiniz?

3.3. Gelecekte hangi konularla ilgili modelleme etkinlikleri yapmak istersiniz?

Bu sorularla, öğrencilerin deneyimlerini ve geri bildirimlerini daha detaylı bir şekilde toplamanız mümkün olacaktır. Bu sayede, etkinliklerin verimliliğini artırmak ve öğrencilerin becerilerini daha iyi geliştirmek için gerekli düzenlemeleri yapabilirsiniz.

EK-2. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Kümes Problemi

Haydi Kümes Yapalım



Aslı, Kerem ve Tuna dedelerine tavuklar için kümes yapımında yardım etmek istiyor. Dedeleri onlara 24 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 karde e yardım eder misiniz?

Arkada larınıza yaptığınız kümesi tanıtın.

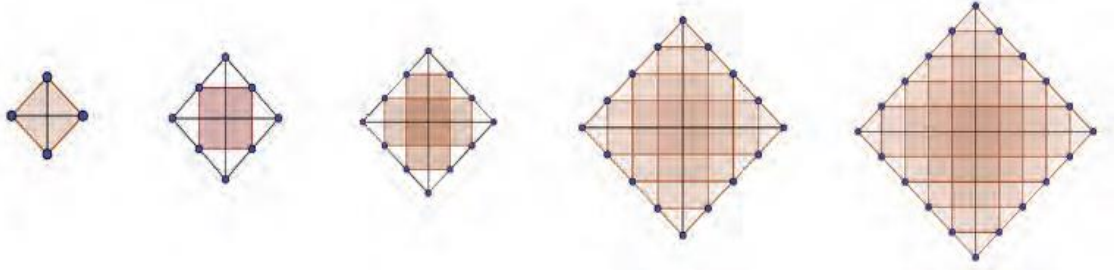
Yapılabilecek kümeslere göre sığabilecek tavuk sayılarını bulalım.

EK-3. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Battaniye Problemi

KIRK YAMA PROBLEMİ



Zehra üçgen ve kareler kullanarak kırk yama battaniye dikmek istemektedir. Üçgenleri battaniyenin kenar ve köşelerinde, kareleri ise iç kısımlarında kullanacaktır. Battaniyenin arka tarafını ise düz kumaşla kaplayacaktır. Aşağıda kırk yama battaniye için kullanılacak olan desenlerin ölçüleri verilmiştir.



Zehra farklı büyüklüklerde battaniyeler dikmek istediğinden, önce her bir battaniye için ne kadar üçgen ve karenin gerekli olduğunu bulmak istemektedir.

Soru 1: Battaniyeler için kaç üçgen ve kareye ihtiyaç olduğunu gösteren aşağıdaki tabloyu tamamlayınız.

Soru 2: Farklı boyutlarda battaniyeler yapmak için gerekli olan üçgen sayısını veren bir formül geliştiriniz. Nasıl bulduğunuzu açıklayınız.

Kalıp 1 için:

Kalıp 2 için:

Kalıp No (n)	Üçgen sayısı	Kare sayısı
1		
2		
3		
4		
5		

Soru 3: Tabloda verilen sayı örüntüsünü kullanarak veya bir formül yardımıyla farklı boyutlarda battaniye yapmak için gerekli olan kare sayısını bulunuz. Bulduğunuz kuralın nasıl çalıştığını açıklayınız.

Soru 4: Zehra 180 tane kare kullandığı bir battaniye yapıyor. Bu battaniyede kaç tane üçgen vardır? Üçgen sayısını nasıl bulduğunuzu açıklayınız.

Soru 5: Zehra 28 tane üçgenin kullanıldığı bir battaniye yapmaktadır. Bu battaniye için kaç tane kareye ihtiyacı vardır? Kare sayısını nasıl bulduğunuzu gösteriniz.

Soru 6: Bu ölçü kuralına göre 120 tane karenin kullanıldığı bir battaniye yapmak mümkün müdür? Cevabınızı açıklayınız.

Soru 7: Bu ölçü kuralına göre 50 tane üçgenin kullanıldığı bir battaniye yapmak mümkün müdür? Cevabınızı açıklayınız.

EK-4. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Fiskiye Problemi

SULAMA PROBLEMİ

Çim sulama fiskiyesi, geniş yeşil alanlardaki çimleri etkili bir şekilde sulamak için tasarlanmıştır. Araştırmamıza göre fiskiyelerin çimleri **sulama** çapları 1 ile 8 metre arasında değişmektedir.



Okulumuzun ön bahçesine çim döşemek istiyoruz. Bu çimlerin sulanabilmesi için

1. Kaç tane fiskiye gereklidir?
2. Fiskiyeler kaç metre çapında olmalıdır?
3. En verimli sulama için bu fiskiyeler bahçeye nasıl yerleştirilmelidir?

Bu konuda okul yönetimine yardımcı olacak bir rapor yazar mısınız?

EK-5. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Duvar Boyama Problemi

DUVAR BOYAMA PROBLEMİ



Sınıfımızın duvarları oldukça kirli ve boyaya ihtiyacı var. Boyacı ne kadar alan boyayacağımızı soruyor fakat duvarların alanını bilmiyoruz.

- 1) Boyacıya sınıfımızın duvarları hakkında en doğru bilgiyi veriniz.
- 2) Okuldaki diğer sınıflarında boyanması durumunda ne kadar boya gereklidir, bulunuz.