

Research Article/Araştırma Makalesi

Mathematical Modeling Problems and Skill-Based Questions from the Perspective of Middle School Students

Elanur ÇAVUŞOĞLU¹  Seda ŞAHİN^{2*} 

¹ Ministry of National Education, Gaziantep, Türkiye, elayasin64@gmail.com

² Kilis 7 Aralık University, Kilis, Türkiye, seda.sahin@kilis.edu.tr

* Corresponding Author: seda.sahin@kilis.edu.tr

Article Info

Received: 23 February 2025

Accepted: 15 August 2025

Keywords: Mathematical modeling, mathematical modeling skills, skill-based questions, 21st-century skills

 10.18009/jcer.1673425

Publication Language: Turkish



Abstract

This study aims to determine middle school students' abilities to define mathematical modeling (MM) problems and their problem-solving processes, and to examine, based on students' perspectives, the contributions provided by MM problems and their performance on skill-based questions (SBQ). The study is a case study involving 8th-grade students. Data were collected at the end of a 10-week period of MM problem applications through semi-structured interview forms and analyzed using content analysis. The results indicate that students believe there are structural and logical similarities between MM and SBQ, and that MM skills help them perform better on SBQ. It can be stated that MM has the potential to strengthen students' 21st-century skills, while enhancing their academic success in both school and national/international exams.

To cite this article: Çavuşoğlu, E. & Şahin, S. (2025). Ortaokul öğrencilerinin gözünden matematiksel modelleme problemleri ve beceri temelli sorular. *Journal of Computer and Education Research*, 13 (26), 1100-1133. <http://doi.org/10.18009/1673425>

Ortaokul Öğrencilerinin Gözünden Matematiksel Modelleme Problemleri ve Beceri Temelli Sorular

Makale Bilgisi

Geliş: 23 Şubat 2025

Kabul: 15 Ağustos 2025

Anahtar kelimeler: Matematiksel modelleme, matematiksel modelleme becerileri, beceri temelli sorular, 21. yüzyıl becerileri

 10.18009/jcer.1673425

Yayın Dili: Türkçe

Öz

Bu araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme (MM) problemleri ve çözüm sürecini tanımlama yeterliklerini belirlemek ve MM problemlerinin sağladığı katkılar ve beceri temelli sorulardaki (BTS) performansları üzerine etkisini öğrencilerin görüşleri doğrultusunda incelemektir. Çalışma, 8. sınıf öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilen bir durum çalışmasıdır. Veriler 10 hafta süren uygulamanın sonunda yarı-yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmış ve içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin MM ile BTS'lerin yapısal ve mantıksal açıdan ortak yönlerinin olduğu ve MM becerilerinin BTS'lerde daha başarılı olmalarını sağladığını düşündüklerini göstermektedir. MM'nin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini güçlendirirken okulda ve ulusal/uluslararası sınavlarda akademik başarılarını artırma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

Summary

Mathematical Modeling Problems and Skill-Based Questions from the Perspective of Middle School Students

Elanur ÇAVUŞOĞLU ¹ *  Seda ŞAHİN ² 

¹ Ministry of National Education, Gaziantep, Türkiye, elayasin64@gmail.com

² Kilis 7 Aralık University, Kilis, Türkiye, seda.sahin@kilis.edu.tr

* Corresponding Author: seda.sahin@kilis.edu.tr

Introduction

Mathematical modeling plays a vital role in linking mathematics with real-life contexts, which helps students not only to develop mathematical knowledge but also to improve their problem-solving, creative thinking, and analytical reasoning skills. These skills are crucial in today's rapidly changing and information-driven world. The primary objective of this study is to examine how middle school students engage with mathematical modeling problems, assess their competence in defining and solving these problems, and analyze how mathematical modeling influences their performance in skill-based questions. The study also explores how mathematical modeling activities contribute to the development of 21st-century skills, such as creative and critical thinking, which are essential for students to succeed in both academic settings and real-life situations (Çavuş-Erdem & Gürbüz, 2020; Gainsburg, 2008). This research is particularly interested in understanding the impact of mathematical modeling on students' academic performance and their ability to solve complex problems in exams. Mathematical modeling does not just help students learn mathematics, but it also fosters the ability to connect mathematical concepts with practical, everyday problems, thus helping students grow in terms of both knowledge and skills (Blum & Leiß, 2007).

Method

This study adopted a qualitative case study design to gather rich, in-depth insights into the students' perceptions and experiences with mathematical modeling problems. A total of 12 eighth-grade students, consisting of both male and female participants, were selected based on their academic achievements and their willingness to collaborate in group activities. These students participated in a 10-week-long program designed to introduce

them to mathematical modeling problems, after which their perspectives were gathered through semi-structured interviews. The semi-structured interview form was carefully designed to cover key areas, such as the characteristics of mathematical modeling problems, the students' understanding of the modeling process, and the influence of mathematical modeling on their ability to solve skill-based questions. Data from the interviews were analyzed using content analysis, which involved categorizing and interpreting the data into smaller, meaningful units. To ensure the reliability of the findings, multiple researchers were involved in the coding process, and an agreement rate of over 80% was achieved. The methodology allowed for a comprehensive exploration of how students defined and engaged with the modeling process, how they perceived its contributions, and how it impacted their performance in skill-based tasks.

Results

The findings revealed that students were able to identify the open-ended nature of mathematical modeling problems and the potential for multiple solutions, which contributed to their ability to approach problems creatively and flexibly. Many students highlighted the challenging aspects of mathematical modeling, indicating that it required effort and deeper engagement compared to traditional problems. In addition, the study showed that students followed specific steps in the modeling process, such as understanding the problem, interpreting it, constructing mathematical models, and reporting their findings. These stages helped students organize and structure their approaches, which improved their problem-solving abilities. Additionally, students pointed out that mathematical modeling and skill-based questions shared structural and logical similarities, suggesting that the skills developed through modeling activities enhanced their ability to solve skill-based questions effectively. The students also noted that mathematical modeling activities contributed significantly to the development of 21st-century skills, such as creativity, critical thinking, and analytical reasoning, all of which are crucial for both academic success and practical problem-solving.

Discussion and Conclusion

The results of this study emphasize that mathematical modeling not only enhances students' mathematical understanding but also helps them develop essential cognitive and

problem-solving skills. By engaging with mathematical modeling, students developed the ability to think critically, evaluate multiple perspectives, and approach problems in a structured and creative manner. These findings align with previous research indicating that mathematical modeling fosters deeper learning and enables students to transfer mathematical concepts to real-world contexts (Schoenfeld, 1992). The study also highlighted that the modeling process helped students strengthen their thinking abilities and deepened their understanding of mathematical concepts. Furthermore, the results suggest that group work played an essential role in enhancing collaboration, idea generation, and communication among students, which positively impacted their overall learning experience. The similarities between mathematical modeling and skill-based questions allowed students to transfer their newly developed skills across different problem types. As such, mathematical modeling not only improved students' performance in modeling-related tasks but also enhanced their ability to solve skill-based questions efficiently and accurately. In conclusion, the findings of this research support the idea that mathematical modeling activities can improve students' academic performance, foster the development of 21st-century skills, and enhance their problem-solving capabilities. By providing students with opportunities to engage with real-world problems and develop creative, analytical, and critical thinking skills, mathematical modeling plays a crucial role in preparing students for future academic and professional challenges (Binkley et al., 2012; Blum & Leiß, 2007).

Giriş

Matematik eğitimi, bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri etkili biçimde çözebilmelerini, matematiksel bilgiyi işlevsel bir şekilde kullanabilmelerini, matematiğin gerçek dünya ile ilişkisini kavrayarak bu alana karşı ilgi duymalarını ve problem çözme sürecinden keyif almalarını hedeflemektedir (Doruk & Umay, 2011). Bu hedef doğrultusunda matematik öğretimi, bireylerin yalnızca bilgi edinmesini değil, aynı zamanda bu bilgiyi yaşamla ilişkilendirerek kullanabilmesini ve olaylara problem çözme yaklaşımıyla bakabilen bir düşünme biçimi geliştirmesini amaçlamaktadır (Altun, 2021).

Matematiğin yaşamla ilişkilendirilmesi, öğrencilerin zihinsel yapılarındaki mevcut kavramları daha anlamlı biçimde organize etmelerine olanak sağlamakta ve bu durum, onların matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerine katkıda bulunmaktadır (Gainsburg, 2008). Bu noktada matematiksel modelleme etkinlikleri öne çıkmaktadır. Matematiksel modelleme, yalnızca matematiği gerçek yaşamla ilişkilendirmekle kalmaz; aynı zamanda öğrencilerin matematiksel kavramları daha derinlemesine anlamalarına, problemlere farklı perspektiflerden yaklaşabilmelerine ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine de katkı sağlar (Çavuş-Erdem & Gürbüz, 2020).

Matematiksel modelleme süreci, gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerin matematiksel olarak ifade edilmesi, bu modeller aracılığıyla çözüm üretilmesi ve elde edilen sonuçların yeniden gerçek yaşam bağlamında değerlendirilmesini kapsar (Berry & Houston, 1995). Bu süreç; anlama, yorumlama, tanımlama, açıklama, tahmin etme, yapılandırma ve değerlendirme gibi bilişsel becerileri içermektedir. Bu becerilerin kazanılması, bireylerin çevrelerini daha iyi anlamalarına katkı sağlarken, gerçek hayat bağlamında oluşturulan problemler aracılığıyla matematiğin daha anlaşılır ve anlamlı hale gelmesini sağlamaktadır (Ferri, 2018). Bu yönüyle matematiksel modellemenin temel amacı, matematik aracılığıyla gerçek dünya problemlerini anlamlandırmak ve uygun çözüm yolları geliştirmektir.

Modelleme, öğrencilere yalnızca matematiksel kavramları öğretmekle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda bu kavramları günlük yaşamla ilişkilendirme ve anlamlı bir bağlam içerisinde yapılandırma fırsatı sunmaktadır. Öğrenciler soyut matematiksel kavramları somut yaşam durumları içinde keşfetme imkânı bulmakta, bu da öğrenme sürecini daha kalıcı ve derinlemesine kılmaktadır. Her ne kadar modelleme kavramı, tanımı ve uygulanma biçimleri konusunda literatürde fikir birliği bulunmasa da modelleme

problemlerinin açık uçlu bir yapıya sahip olması ve farklı çözüm yolları sunması, bu yaklaşımın ayırt edici özellikleri arasında yer almaktadır. Bu özellikler, öğrencilere problemleri çeşitli stratejilerle çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini kullanma fırsatı tanımaktadır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri, bireyin modelleme sürecini bağımsız bir şekilde yürütebilme becerisi olarak tanımlanmıştır (Blomhøj & Jensen, 2003). Bu yeterlikler, sürecin her aşamasında gerekli bilgi ve becerilere sahip olmayı ve bu sürece istekli şekilde katılım göstermeyi gerektirir. Modelleme becerisi, bireyin gerçek yaşam durumlarına uygun soruları ortaya koyma, değişkenleri ve ilişkileri belirleme, varsayımlar oluşturma ve bu unsurları matematiksel ifadelere dönüştürme yeteneğini içerir. Aynı zamanda elde edilen matematiksel çözümlerin sonuçlarını yorumlama ve doğrulama becerisini de kapsamaktadır (Kaiser, 2007).

Türkiye’de matematik öğretimine yönelik son yıllarda önemli dönüşümler yaşanmış, öğretim programları bilgi aktarımından çok yönlü becerilerin kazandırılmasına yönelmiştir. 2018 Matematik Dersi Öğretim Programı’nda öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerine öncelik verilmiş; yaratıcı düşünme, akıl yürütme, problem çözme ve üstbilişsel becerilerin yapılandırılması hedeflenmiştir (MEB, 2018). Bu yaklaşım, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) ile daha sistematik ve bütüncül bir hâle getirilmiştir (MEB, 2024). TYMM, bireyin entelektüel, ahlaki ve estetik gelişimini önemseyen, bütüncül bir öğrenme yaklaşımını benimseyerek öğrencilerin yaşamla kurdukları ilişkiyi derinleştirmeyi amaçlamaktadır. Matematik öğretimi de bu bağlamda yalnızca akademik değil; aynı zamanda düşünsel ve yaşamsal becerileri geliştirmeye odaklanmıştır (MEB, 2018, 2024). Bu kapsamda, beceri temelli sorular (BTS) öğretim süreçlerine entegre edilmiş; öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgiye sahip olmaları değil, aynı zamanda bu bilgiyi gerçek yaşam bağlamlarında kullanabilmeleri hedeflenmiştir (Erden, 2020). Ancak modelleme temelli öğretim yöntemleri Türkiye’de sınıf içi uygulamalarda hâlâ yaygın değildir (Çavuş-Erdem & Gürbüz, 2020). Özellikle öğretmenlerin modelleme etkinliklerine yönelik yeterliklerinin sınırlı oluşu, bu yöntemlerin sistematik biçimde uygulanmasını zorlaştırmaktadır (Kertil & Gurel, 2016).

Uluslararası literatürde matematiksel modelleme çalışmalarının sayısı giderek artmaktadır. Türkiye bağlamında ise, modelleme problemleriyle daha önce karşılaşmamış

öğrencilerin bu süreçteki deneyimlerine, modelleme becerilerinin başka alanlardaki performansla ilişkisine yönelik araştırmalar oldukça az sayıdadır. Burkhardt (2006), modelleme etkinliklerinin yüksek düzey düşünme becerileriyle yakından ilişkili olduğunu vurgulamakta; ancak bu tür becerilerle modelleme süreçleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya yönelik doğrudan nitel araştırmaların ulusal ve uluslararası düzeyde sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır. Bu çerçevede, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine dair algılarının, bu sürecin öğretimsel katkılarına yönelik değerlendirmelerinin ve modelleme ile beceri temelli sorular arasındaki ilişkiye dair farkındalıklarının incelenmesi önemli bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın amacı ve alt problemleri aşağıda sunulmuştur:

Çalışmanın amacı daha önce matematiksel modelleme problemleriyle karşılaşmamış öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözebilme, tanımlama ve katkıları hakkındaki görüşlerini belirleyerek matematiksel modelleme problemleri ile Beceri Temelli Sorular arasındaki ilişki ve modelleme becerilerine sahip olmanın Beceri Temelli Soruların çözümlerindeki performanslarına etkisi hakkında görüşlerini incelemektir. Bu doğrultuda araştırma soruları şu şekilde belirlenmiştir:

1. Öğrenciler matematiksel modelleme problemlerinin özellikleri ile modelleme sürecini nasıl tanımlamaktadır?
2. Öğrencilere göre matematiksel modelleme becerilerinin Beceri Temelli Sorulardaki başarılarına etkisi nasıldır?

Teorik Çerçeve

Günümüzde, 21. yüzyılın belirgin özellikleri arasında hızlı değişim, sürekli gelişim ve köklü dönüşüm yer almaktadır. Bu çağ, bilgi çağı olarak tanımlanmakta olup, bilgi üretebilen bireylerin yetiştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin hızla gelişmesi, bireylerin yaşamlarında ve öğrenme süreçlerinde dönüşüm gereksinimini beraberinde getirmiştir (Voogt & Roblin, 2012). Bu dönüşüm sürecinin bir sonucu olarak, öğrencilerin başarılı olabilmesi için 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları zorunludur. 21. yüzyıl becerileri, düşünme, öğrenme, çalışma ve küresel yaşamla uyum sağlama gibi alanlarda öğretilen veya öğrenilebilen niteliklerdir (GPE, 2020). Bu beceriler arasında; yaratıcılık ve yenilikçilik, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, öğrenmeyi öğrenme (metabilgi), iletişim, iş birliği (ekip çalışması), bilgi okuryazarlığı, dijital

okuryazarlık, vatandaşlık, yaşam ve kariyer becerileri ile kişisel ve sosyal sorumluluk (kültürel farkındalık ve yeterlilik dahil) önemli bir yer tutmaktadır (Binkley vd., 2012). Bu bağlamda, matematik öğretimi de çağın bu yeni beklentilerine uyum sağlamak zorundadır.

Türkiye, çağın gereksinimlerine uyum sağlamak ve bireylerin 21. yüzyıl becerilerine sahip olmalarını sağlamak amacıyla çaba sarf eden ülkelerden biridir. Bu doğrultuda, geleneksel eğitim anlayışından ziyade, öğrencilere hazır bilgiler aktarmak yerine, öğrencilerin daha aktif rol üstlendiği, öğrenci merkezli bir eğitim yaklaşımının benimsenmesi hedeflenmektedir (MEB, 2018). MEB, 2018 yılında oluşturulan öğretim programında, matematik öğretimini ezbercilikten uzaklaştırarak, yaratıcı düşünme, akıl yürütme, üst bilişsel bilgileri organize etme, yorumlama ve problem çözme becerilerini kazandırmayı hedeflemiştir. Nitekim, PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlar ile ulusal düzeyde yapılan merkezi sınav sonuçları dikkate alındığında, Türk eğitim sisteminde çeşitli reformlar gerçekleştirilmiştir (Aksit, 2007). Bu reformlar kapsamında, 2004 yılından itibaren öğretmen merkezli eğitim anlayışından vazgeçilmiş; öğrenciyi merkeze alan, beceri odaklı ve alternatif ölçme-değerlendirme araçlarına önem veren bir öğretim modeli benimsenmiştir (Aksit, 2007). Bu çerçevede, Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ) ve Türkiye Yükseköğretim Yeterlilikler Çerçevesi (TYYÇ) gibi yapıların yönlendirmesiyle oluşturulan öğretim programlarında 21. yüzyıl becerilerine vurgu yapılmış, bu becerilerin öğrencilerde gelişmesi için gerekli ortamlar oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bu becerilerin ölçülmesi ve öğrencilerde geliştirilmesi amacıyla Türkiye’de son yıllarda eğitim sistemine entegre edilen önemli uygulamalardan biri de beceri temelli sorulardır. Matematiğin gerçek yaşam bağlamında anlamlandırılmasında önemli bir role sahip olan beceri temelli sorular, Türkiye’de PISA ve TIMSS gibi uluslararası eğitim araştırmaları aracılığıyla eğitim sistemine dahil edilmiştir (Erden, 2020). Beceri temelli soruların etkin bir şekilde kullanılması, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve bilişsel süreç becerileri gibi üst düzey düşünme yeteneklerinin geliştirilmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır (MEB, 2018). Ayrıca, bu tür sorular öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgiyi öğrenmelerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi yaratıcı ve eleştirel bir bakış açısıyla kullanabilmelerini teşvik etmektedir. Beceri temelli sorular, öğrencilerin çok yönlü düşünme becerilerini geliştirmekle kalmayıp, çevresel olaylara dair farkındalıklarını artırarak olaylar arasındaki bağlantıları görme yetilerini güçlendirmektedir (MEB, 2018).

Genellikle tek bir doğru yanıtla sınırlı kalmayan bu tür sorular, birden fazla geçerli yaklaşımı içeren çeşitli çözüm yolları sunarak öğrencilerin problem çözme süreçlerini zenginleştirir (Kertil vd., 2021). Bu çeşitlilik, öğrencilerin eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerilerini geliştirmelerine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Kürtüncü & Kurtuluş, 2021). BTS'ler ile kazandırılması hedeflenen beceriler dikkate alındığında literatürde bu becerilerin kazandırılmasını hedefleyen bir problem çözme yaklaşımı olarak tanımlanan matematiksel modelleme (Bliss & Libertini, 2006) ile örtüştüğü görülmektedir. Matematiksel modelleme problemleri ile BTS'ler özellikleri ve hedeflediği kazanımlar açısından birtakım farklılıklara ve ortak özelliklere sahiptir. Örneğin, BTS'ler de MM'ler de öğrencilerin akıl yürütme becerilerini kullanarak eleştirel ve yaratıcı bakış açıları ile gerçek yaşamı anlamlandırmayı hedeflemektedir. Ancak bu hedefe atılan adımlar aynı değildir. BST'ler birden fazla çözüm stratejilerinin geliştirilmesini desteklese de genellikle tek çözümlü problemlerdir (Kertil vd., 2021). MM problemleri ise birden fazla çözümü desteklediği için farklı çözüm stratejilerinin geliştirilmesi doğal bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Her iki problem türünde de gerçek hayatı anlamlandırmak söz konusuysa BTS'ler için gerçek yaşam daha karakterize edilmiş şekillerde problem durumunda yer almaktadır. MM problemlerinde ise gerçek yaşam temel bir öge olup olabildiğince aslı gibi ele alınmaktadır. Bu farklılıklar ve ortak özellikler bütünsel olarak değerlendirildiğinde MM problemlerinin BTS'den daha kapsamlı bir alt yapıya sahip olduğunu söylemek mümkündür. BTS'ler ağırlıklı olarak matematik öğretim programının hedeflerini ölçmek için tasarlanan bir problem türü olarak değerlendirilirken MM problemleri temel amacı yukarıdaki becerileri kazandırmayı hedeflemektedir. Bu sebeple MM becerilerinin öğrencilerin BTS performanslarında belirleyici bir etkiye sahip olacağı düşünülmektedir. Mevcut öğretim materyalleri (ders kitapları, çevrim içi uygulamalar vs.) incelendiğinde geleneksel problem türlerine ağırlık verildiği görülmektedir. Matematik öğretiminde yeni bir yaklaşım olarak ele alınan MM, geleneksel problemler ile kazandırılması zor becerilerin daha kolay ve etkili bir şekilde kazandırabilecek nitelikleri ile ön plana çıkmaktadır (Erbaş vd., 2016). Matematiksel modelleme, öğrencilere soyut matematik kavramlarını gerçek yaşam bağlamında keşfetme fırsatı sunarak problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu beceriler, bireylerin karmaşık problemlere etkili çözümler üretebilmeleri için büyük bir öneme sahiptir. Matematiksel modelleme, aynı

zamanda öğrencilerin bilgiyi dönüştürme, analiz etme, farklı çözüm yolları üretme ve strateji geliştirme gibi üst düzey becerilerini harekete geçirmekte ve böylelikle onları çağın ihtiyaç duyduğu bireyler haline getirmektedir (Blum & Leiß, 2007). Dolayısıyla öğrencilerin BTS performansına geleneksel problem çözme becerilerine nazaran MM becerilerinin daha çok katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Zira beceri temelli sorular ile hedeflenen üst düzey düşünme, problem çözme, yorum yapma, analiz etme ve yaratıcı düşünme gibi zihinsel işlemler, matematiksel modelleme süreçlerinde doğal olarak yer almaktadır. Böylelikle, öğrencilerin hem teorik hem de pratik düzeyde bu becerileri pekiştirme şansının artması, böylelikle doğrudan BTS performanslarının olumlu yönde etkilenmesi mümkün olabilir.

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu çalışmanın amacı daha önce matematiksel modelleme problemleriyle karşılaşmamış öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözebilme, tanımlama ve katkıları hakkındaki görüşlerini belirleyerek matematiksel modelleme problemleri ile beceri temelli sorular arasındaki ilişki ve modelleme becerilerine sahip olmanın beceri temelli soruların çözümlerindeki performanslarına etkisi hakkında görüşlerini incelemektir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni esas alınmıştır. Durum çalışması, bir olgunun gerçek bağlamı içerisinde incelenmesi ve detaylı bir şekilde aktarılması olarak tanımlanmaktadır (Yin, 2009). Bu araştırmada, 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemleri ile beceri temelli sorulardaki çözüm süreçleri ve bu süreçler arasındaki ilişkiler betimsel bir yaklaşımla incelenmiştir.

Katılımcılar

Bu araştırmada, orta ve üstü akademik başarıya sahip, grup çalışmasına yatkın ve iletişim becerileri güçlü 8. sınıf öğrencileri arasından gönüllü katılımcılar belirlenmiştir. Öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin belirlenmesinde matematik dersine ait dönem not ortalamaları ve öğretmen görüşleri dikkate alınmıştır. Grup çalışmasına yatkınlıkları ve iletişim becerileri ise ders öğretmenlerinin gözlemleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Katılımcı seçim sürecinde ders öğretmenlerinin görüşleri alınmış; öğrenciler, araştırmanın amacı, kapsamı ve süreç hakkında bilgilendirilmiş, katılım tamamen gönüllülük esasına dayandırılmıştır. Ayrıca tüm öğrencilerin velilerinden yazılı izin alınmıştır.

Araştırmanın çalışma grubunu, 2023-2024 eğitim-öğretim yılının birinci döneminde Gaziantep ilindeki bir devlet okulunda öğrenim gören, farklı akademik başarı seviyelerine sahip 12 sekizinci sınıf öğrencisi (9 kız; 3 erkek) oluşturmaktadır. Katılımcılar, kimlik gizliliğini korumak amacıyla Ö1, Ö2, Ö3... şeklinde kodlanmıştır.

Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Bu çalışmada, öğrencilerin matematiksel modelleme süreci hakkındaki görüşlerini derinlemesine anlamak amacıyla yarı-yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Görüşme formu, modelleme problemlerinin özellikleri, modelleme süreci, modellemenin matematiği anlamaya etkisi ve modelleme becerilerinin beceri temelli soruların çözümüne katkısı gibi temaları kapsamaktadır. Sorular, öğrencilerin deneyimlerini ve düşüncelerini ayrıntılı bir şekilde ifade edebilecekleri şekilde araştırmacılar tarafından açık uçlu olarak tasarlanmıştır (EK 1).

Bu çalışmada kullanılan veriler daha kapsamlı karma desenli bir çalışmaya ait verilerin bir kısmını içermektedir. Kapsamlı çalışmada veri toplama süreci belirlenen akademik takvime uygun olarak yürütülmüş ve ortalama beş ay sürmüştür. Sürecin ilk basamağında ön test uygulaması yapılmıştır. Araştırmanın müdahale aşamasında, öğrencilere haftada bir olmak üzere toplam on farklı matematiksel modelleme etkinliği uygulanmıştır. Daha sonra öğrencilere son test ile dört hafta sonra kalıcılık testi uygulanmıştır. Beceri temelli soruların ölçümünde, öğrencilerin son test ve kalıcılık testi performansları değerlendirilmiş; bu testler aracılığıyla öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin Beceri Temelli Sorulara olan etkisi analiz edilmiştir. Nicel veriler, SPSS istatistik programı kullanılarak incelenmiş ve öğrencilerin ön testlere kıyasla anlamlı bir başarı artışı gösterdiği belirlenmiştir. Ancak bu detaylı nicel bulgular, bu makalede yer almamış ve sadece görüşme verilerine odaklanılmıştır.

Veri toplama sürecinin son aşamasında öğrencilerin tüm süreci değerlendirdikleri yarı-yapılandırılmış bireysel görüşmeler yapılmıştır. Bu çalışmada, bireysel görüşmelere ilişkin verilere yer verilmiştir. Görüşmeler, yüz yüze yapılmış ve her görüşme yaklaşık 15-20 dakika sürmüştür. Tüm görüşmeler ses kaydına alınmış ve analiz sürecinde kullanılmak üzere yazılı hale getirilmiştir.

Verilerin Analizi

Veriler içerik analizi tekniği kullanılarak sistematik ve tekrarlanabilir bir şekilde analiz edilmiştir. İçerik analizi, metindeki belirli sözcüklerin veya ifadelerin daha küçük içerik kategorilerine ayrılarak anlamlı bir biçimde özetlenmesini sağlayan bir yöntemdir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2024). Bu yöntemin temel amacı, verileri nesnel ve düzenli bir şekilde kodlayarak benzer ifadeleri bir gruptandırmak ve bu verileri anlaşılır bir şekilde yorumlamaktır (Yıldırım & Şimşek, 2013).

Nitel veri analizinin güvenilirliğini sağlamak için kodlama süreci, birden fazla araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Kodlamalar, araştırmacılar tarafından bağımsız olarak yapılmış, ardından ortak bir değerlendirme süreci yürütülerek kodlama tutarlılığı sağlanmıştır. Kodlamaların tutarlılığını belirlemek amacıyla Miles ve Huberman'ın (1994) kodlayıcı güvenilirlik formülü $[(\text{Uyumlu kodlar} / (\text{Uyumlu kodlar} + \text{Uyumsuz kodlar})) \times 100]$ kullanılmıştır. Buna göre, ilk görüşmelerde kodlama uyumu %86, problem değerlendirme görüşmelerinde ise %84 olarak hesaplanmıştır. Literatürde kodlama güvenilirliğinin %80'in üzerinde olması kabul edilebilir bir değer olarak değerlendirilmektedir (Miles & Huberman, 1994). Bu doğrultuda, elde edilen sonuçların nitel araştırma açısından yeterli olduğu söylenebilir. Kodlama sürecinde, farklı ifadelerle adlandırılan ancak aynı anlama gelen kodlar için ortak bir karara varılmış, uyumsuz kodlar gözden geçirilerek gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Veri analiz sürecinin güvenilirliğini sağlamak adına tüm kodlamalar araştırmacılar tarafından kontrol edilmiştir.

Görüşme verileri, öğrencilere göre matematiksel modelleme problemlerinin özellikleri, modelleme süreci, matematiksel modellemenin sağladığı katkılar ile beceri temelli sorularla ilişkisi kategorileri altında kodlanmıştır.

Bulgular

Matematiksel modelleme uygulamaları tamamlandıktan sonra, öğrencilerle gerçekleştirilen bireysel görüşmelerin sonuçları analiz edilmiştir. Öğrenci görüşleri öğrencilere göre matematiksel modelleme problemlerinin özellikleri, matematiksel modelleme süreci, matematiksel modellemenin öğrencilere sağladığı katkılar, matematiksel modelleme ile beceri temelli sorular arasındaki ilişki, matematiksel modelleme problemlerinin beceri temelli sorulara etkisi temaları altında incelenmiştir.

Öğrencilere Göre Matematiksel Modelleme Problemlerinin Özellikleri

Matematiksel modelleme uygulamaları tamamlandıktan sonra öğrencilerle matematiksel modelleme hakkında yapılan bireysel görüşmelere ait sonuçların temalarından biri matematiksel modelleme problemlerinin özellikleridir. Bu özellikler açık uçlu olması, farklı çözümler içermesi, düşündürücü olma, matematiği anlamlandırma, problemin yapılandırılmış olmaması, gerçek yaşam şeklinde belirlenmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme probleminin özelliklerine ilişkin görüşleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilere göre matematiksel modelleme problemlerinin özellikleri

Kodlar	Açıklama	Öğrenciler
Açık uçlu olması	Problem durumunun varsayımlara ve tahminlere dayalı olması ile farklı ve özgün çözümlere açık olması	Ö1
Farklı çözümler içermesi	Problemin birden fazla cevabının bulunabilmesi	Ö11
Zorlayıcı olma	Problemin çözümüne ulaşmak için çaba gösterilmesinin gerekliliği	Ö1- Ö5- Ö7
Düşündürücü olma	Çözüme ulaşmak için çeşitli ihtimallerin değerlendirilmesi gerekliliği	Ö6- Ö7- Ö12
Matematiği anlamlandırma	Matematiksel ifadeleri sayı, şekil ve grafikler üzerinden görselleştirerek anlaşılır hale getirme	Ö5- Ö7- Ö9
Problemin yapılandırılmamış olmaması	Problem durumunda çözüme yönelik verilerin tamamının yer almaması	Ö2- Ö3- Ö4- Ö10- Ö11
Gerçek yaşam	Problem durumunun gerçek yaşamda karşılaşılabılır nitelikte olması	Ö3- Ö5- Ö8- Ö9- Ö11- Ö12

Tablo 1 incelendiğinde öğrencilere göre matematiksel modelleme problemlerinin en belirgin ilk iki özelliği gerçek yaşam durumu içermesi (n=6) ve varsayımlara açık olmasıdır (n=5). Ö12 matematiksel modellemenin gerçek yaşam boyutunu şu şekilde ifade etmiştir:

“Normal (geleneksel) problemlerde bir şey veriliyor, onunla ilgili işlemler yapıp nasıl olacağını belirliyor. Matematiksel modellemede ise seni orada hissettiriyormuş gibi oluyor.”

Öğrenci doğrudan gerçek yaşam demese de “Seni orada hissettiriyormuş gibi oluyor.” ifadesinden matematiksel modellemeyi gerçek yaşamla ilişkilendirdiği anlaşılmaktadır.

Ö11 matematiksel modelleme problemlerinin yapılandırılmamış olması sebebiyle varsayımlara açık olup farklı çözümler içermesini şu şekilde ifade etmiştir:

“Ders içinde gördüğümüz matematik bize birkaç tane sayı falan veriyor ama matematiksel modelleme de kendimiz bulmaya çalışıyoruz. Mesela ders içinde gördüğümüzün bir tane çözümü olabilir ama matematiksel modellemede farklı çözümlerimiz olabiliyor. ”

Öğrencinin “kendimiz bulmaya çalışıyoruz” ifadesinden matematiksel modelleme metodunda çözüme yönelik süreci özgün fikirler üreterek kendisinin düzenlemesi gerektiği ve “farklı çözümlerimiz olabiliyor” ifadesinden ise elde edilen sonuçların göreceli olabileceği anlaşılmaktadır. Bu durum matematiksel modellemeye dair problem durumlarının yapılandırılmamış formlarından kaynaklanmaktadır.

Ö7 matematiksel modellemenin matematiği anlamlandırma boyutunu şu şekilde ifade etmiştir:

“Bildiğimiz problemlerden (geleneksel) farkı var. Bence matematiksel modelleme daha iyi anlamaya yönelik oluyor. Biri şekil üzerinden oluyor genelde, diğeri şekilsiz olabiliyor. Ders içinde gördüğümüz genelde böyle şey oluyor. Ne diyeyim? Matematiksel modelleme daha böyle şekil tarzında. Matematiksel modelleme daha çok düşünmeye dayalı ama biraz daha zor oluyor genelde. Yeni nesil sorularda da düşünme becerimiz ön plana çıkıyor ve matematiksel modellemede de aynı şekilde.”

Ö1 matematiksel modelleme problemlerinin açık uçlu yapısı ve zorlayıcı niteliği şu şekilde ifade etmiştir:

“İlk başta açık uçlu olması farklı oluyor, onun dışında biraz daha zorlayıcı, böyle modelleme gerektiren şeyler. O yüzden biraz daha farklı. ”

Öğrencilere Göre Matematiksel Modelleme Süreci Basamakları

Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecini nasıl tanımladıklarına ilişkin görüşleri incelendiğinde kendi ifadeleri ile modelleme basamakları sıralayarak döngüsel bir modelleme süreci tanımladıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine ilişkin görüşleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğrencilere göre matematiksel modelleme süreci basamakları

Kodlar	Açıklama	Öğrenciler
Anlama	Problemde çözüme dair istenilenin ne olduğunu anlamaya yönelik görüş ve düşünceler	Ö1-Ö2-Ö3-Ö4- Ö8-Ö9-Ö10-Ö11- Ö12
Yorumlama	Problemın karmaşık yapısını kişisel varsayımlar üzerinden sadeleştirerek anlama çabası	Ö1-Ö6

Model oluşturma	Problem durumunun çözümüne ulaşabilmek amacıyla geliştirilen matematiksel yapılar	Ö1-Ö2-Ö5-Ö6-Ö7-Ö8-Ö9-Ö10-Ö11- Ö12
Rapor oluşturma - sunma	Problem durumunun çözüm sürecinde ulaşılan aşamaları ve söz konusu aşamalarda elde edilen verileri yazılı olarak kayda geçmek ve bunları sınıf ortamında diğer öğrencilerle paylaşmak	Ö2-Ö3-Ö7-Ö8-Ö11

Modelleme sürecine ilişkin veriler öğrencilere matematiksel modelleme problemlerinin özellikleri ya da modelleme basamakları hakkında eğitim verilmemesine rağmen modelleme basamaklarını kendilerinin tespit ettiklerini göstermektedir. Anlama ve yorumlama basamağına ait öğrenci yorumları aşağıdaki gibidir:

“Çözümün ilk adımı olarak önce problemi anlıyorduk. Daha sonra onunla ilgili neler yapabiliriz diye düşünüyorduk. Tasarlayacağımız bir model varsa onu tasarlıyorduk. Sonra da işlemi yapıyorduk.” (Ö1)

Öğrenci “önce problemi anlıyorduk” ifadesi ile matematiksel modelleme sürecinin ilk aşamasını problem durumunun anlamlandırılması şeklinde açıklamaktadır. Öğrenci konuşmasında doğrudan yorumlama ifadesini kullanmasa da “neler yapabiliriz diye düşünüyorduk” şeklindeki açıklaması ile matematiksel modellemenin farklı fikirlerden yola çıkarak tasarlanan ve böylece kişisel yorumların mahsulü olan çözüm süreçlerini gerektirdiğine dikkat çekmektedir.

Model oluşturma basamağına ait öğrenci yorumları aşağıdaki gibidir:

“Öncelikle ne yapmam gerektiğini analiz ettim. Tabi bundan önce soruyu anladım. Analiz ettim sonra kendi içimde tartıştım nasıl ilerleyeceğimize dair. Bazı yöntemler denedim, bazıları yanlış çıktı. Yani ilerleme mantığının yanlış olduğunu anladım. Bu doğrultuda ilerledim. Fikir alışverişi yaptık. Hangimizin fikrini deneyerek daha uygun bulduysak o kararı öne sürdük.” (Ö6)

Ö11 rapor oluşturma ve sunmayı şu şekilde ifade etmiştir:

“İlk önce soruyu anlamaya çalıştık. Sonra grupça bir şeyler yapamaya çalıştık. Sonra bir çözüme vardık. Onu da sınıf arkadaşımıza sunduk.”

Matematiksel Modelleme Problemlerinin Öğrencilere Sağladığı Katkı

Matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilere sağladığı katkılara ilişkin bulgular grup çalışmasının etkisi, etkili öğrenme, matematiğe değer verme, eğlenceli olma,

sınav sistemiyle uyumlu olma, problem çözme becerilerini geliştirme ve farklı bakış açısı kazandırma olmak üzere 7 başlık altında değerlendirilmiştir. Grup çalışmasına etkisi başlığı, farklı fikirlerin olması, çözüm süresinin kısalması, iş birlikli çalışma, iletişim becerilerinin artması olmak üzere 4 alt başlıktan oluşmaktadır. Öğrencilerin matematiksel modelleme probleminin öğrencilere sağladığı katkılara ilişkin görüşleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilere sağladığı katkı

Kategori/Kodlar	Açıklama	Öğrenciler
Grup çalışmasının katkıları	Çözüm süresinin kısalması	Ö3
	İletişim becerilerinin artması	Ö10- Ö11
	İş birlikli çalışma	Ö3- Ö4- Ö6- Ö7- Ö8- Ö9- Ö11
	Farklı fikirlerin olması	Ö1- Ö2- Ö4- Ö5- Ö6- Ö7- Ö10- Ö12
Sınav sistemi ile uyumlu olma	Problemlerin içerik ve yöntemsel olarak LGS soruları ile benzer yapıda olması	Ö6
Matematiğe değer verme	Matematiğin günlük hayattaki problemlerin çözümünde etkili olması	Ö5- Ö9
Eğlenceli olma	Problem çözme sürecinin eğlenceli olması	Ö11-Ö12
Etkili öğrenme	Matematiğin aktif olarak kullanılarak daha kalıcı öğrenmelerin gerçekleşmesi	Ö1- Ö3- Ö7- Ö8- Ö10
Problem çözme becerisini geliştirme	Problem durumlarının çözümüne yönelik gerçekleştirilen pratikler sayesinde farklı soru tiplerinin çözümlerinde daha başarılı olma	Ö2-Ö3-Ö4-Ö5- Ö8-Ö9-Ö11
Farklı bakış açısı kazandırma	Birden fazla çözüm yolunun farkına vararak çözüme giden süreci düzenlerken farklı ve özgün yöntemler geliştirebilme	Ö4-Ö5-Ö6-Ö8- Ö9-Ö10-Ö11

Tablo 3 incelendiğinde öğrencilere göre matematiksel modellemenin grup çalışmasına etkisi başlığının en önemli alt başlıkları farklı fikirlerin olması (n= 8) ve iş birlikli çalışmadır (n= 7). Ö7 matematiksel modellemenin grup çalışması şeklinde olmasının farklı fikirlerin oluşmasını ve iş birlikli çalışmayı desteklediğini şu şekilde ifade etmiştir:

“Bence grup şeklinde yapılması faydalı çünkü birimizin bilmediğini diğeri bilebiliyor ve mesela aramızda tartıştığımız için daha çabuk daha kolay öğrenmemizi sağlıyor. Onun için grup çalışması hem de iş birliği olduğu için bu işin yararlı olduğunu düşünüyorum.”

Öğrenci grup çalışmasının farklı fikirleri ortaya çıkardığını doğrudan söylemese de “birimizin bilmediğini diğeri bilebiliyor” şeklindeki ifadesinden matematiksel modellemeyi farklı fikirlerin ortaya çıkarılması ile ilişkilendirmektedir. Aynı zamanda matematiksel modellemenin grup çalışması şeklinde olmasının iş birlikli çalışmayı desteklediğini ve bu sayede çözüm sürecinin farklı tecrübelerden yararlanılarak daha hızlı düzenlenebileceğine vurgu yapmaktadır.

Ö10 matematiksel modellemenin grup çalışması şeklinde olmasının iletişim becerilerini artmasını desteklediğini şu cümlesinden anlaşılmaktadır:

“Hocam örneğin açıklamayı eğer yine biz yazacaksak bizim konuşma becerimizi, yazma becerimizi artırabilir.”

Ö3 matematiksel modellemenin grup çalışması şeklinde olmasının farklı tecrübelerden yararlanılarak hata payını düşürdüğü için çözüm süresinin ksalmasına katkı sağlayacağı şu cümlesinden anlaşılmaktadır:

“Fikir birliği oluşuyor. Yani tek başımıza yapsaydık uzun sürerdi ama arkadaşlarımızla birlikte yaptığımız için fikir birliği oluşuyor. Bu da çok kısa bir sürede bitirmemizi sağlıyor.”

Tablo 3 incelendiğinde öğrencilere göre matematiksel modellemenin öğrencilere sağladığı katkılardan ikisi problem çözme becerisini geliştirme (n= 7) ve farklı bakış açısı kazandırma (n= 7).

Ö6 “Soruya yaklaşırken düşünme mantığım değişti. Önceden problemleri hemen okurdum. Sonra ne yapacağımı geliştirmeye çalışırdım. Ama şimdi normal çözdüğümüz problemlerde soruya bakış açım değişti. Başarımı olumlu etkiledi.”

Öğrencinin yukarıdaki açıklamasından matematiksel modellemenin problem durumunun çözüm sürecinde öğrencinin problemi anlaşılır hale getirebilmesine ve problemi yorumlayarak kendi çözüm yöntemlerini oluşturabilmesine yardımcı olduğu anlaşılmaktadır. Bu ifadelerden matematiksel modellemenin öğrenciye problem çözme becerisi ve farklı bakış açıları kazandırdığı ifade edilebilmektedir.

Ö7 verdiği cevapla matematiksel modellemenin etkili öğrenmeye katkı sağladığı anlaşılmaktadır.

“Derslerde kullanılması faydalı bence. Çünkü daha iyi anlamaya ve daha çabuk anlamaya şey yaptığını düşünüyorum matematiksel modelleme. Çünkü bir şeyin model üzerinden açıklanması daha yararlı, daha zihne uygun olduğunu düşünüyorum. Daha somutlaştırıyor.”

Ö12 matematiksel modelleme problemlerinin derslerde kullanılmasının faydalı olmadığını düşünmesine rağmen aşağıda verdiği cevapla matematiksel modelleme problemlerinin derslerde kullanılmasının dersleri eğlenceli hale getireceğini vurgulamaktadır.

“Bence derslerde kullanılması uygun olmaz. Çünkü nasıl desem şu anki programımıza uymuyor. Eğer olsaydı bu hayatta faydalı olurdu. Müfredat bizi bir şeye zorlamadığı için uymaz. Ama gerçekten eğlenceli, bir konuda fikir üretmeni sağlıyor. Böyle öğrencilerin fikir üretmesini amaçlayan bir program olsa hem fikirlerimiz gelişir hem de kelime dağarcığımız nasıl bir yol izleyeceğimizi belirler. Bence güzel olur.”

Ö9 “Aslında bence faydaları var. Çünkü mesela bir problemi çözerken, gerçek hayattaki bir problemi çözerken mesela düşünce gelmiyor matematiksel modellemeyi yaptığın zaman şekil önünde olduğu için çözmeye daha da meyilli oluyorsun.” cümlesi matematiğe değer verme başlığı altında incelenmiştir.

Sınav sistemiyle uyumlu olması, matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilere sağladığı bir diğer katkı olarak değerlendirilmiş ancak bunu ifade eden tek öğrenci Ö6 olmuştur.

“Bence faydaları illaki vardır fakat bu açıdan öğrenciyi çok zorluyorlar. Özellikle LGS de bu matematiksel modellemeyi çok ön planda tutuyorlar ve öğrenciyi çok fazla zorluyorlar. Bunlar bizim düşünmemizi istiyor fakat bence hocam çok zorluyorlar. Hani faydası bir yere kadar var. Beceri temelli sorularla matematiksel modelleme problemlerini bağlantılı görüyorum. Derslerin modelleme ile işlenmesinin faydalı olacağını düşünüyorum. Ama çok fazla olmamalı. Çok fazla bu uygulamanın yapamaması lazım bence. Çünkü her şeyin fazlası zarardır.” (Ö6)

Öğrencinin görüşleri dikkatle incelendiğinde beceri temelli soruların yer aldığı LGS ile matematiksel modelleme problemlerinin öğrencileri düşünmeye sevk ettiği yönünde bir ilişkilendirme kursa da bunu daha çok olumsuz bir duyguyla ifade ettiği anlaşılmaktadır.

Matematiksel Modelleme Problemleri ile Beceri Temelli Sorulara İlişkin Öğrenci Görüşleri

Araştırmanın temel amaçlarından biri matematiksel modelleme problemleri ile Beceri Temelli Sorular arasındaki ortak yönler ya da farklılıklar hakkında öğrencilerin ne düşündüklerini belirlemektir. Bu amaca yönelik bulgulara ait sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Matematiksel modelleme problemleri ile beceri temelli soruların ortak özellikleri

Kodlar	Açıklama	Öğrenciler
Akl yürütmeye dayalı	Çözüme ulaşmak için akıl yürütme becerilerin kullanılması	Ö1
Düşündürücü olma	Problemlerin doğrudan kolayca çözülebilir olmaması	Ö3-Ö6-Ö8-Ö11
Fiziksel benzerlik	Problem durumunun bir hikayesinin veya görsellerinin olması	Ö1-Ö4-Ö7-Ö8
İlişki yok	İki problem türü arasında herhangi bir benzerlik olmaması	Ö5- Ö9-Ö10-Ö12

Tablo 4 incelendiğinde öğrencilere göre matematiksel modelleme problemleriyle beceri temelli sorulara ilişkin öğrenci görüşlerinin en önemli ilk iki özelliği düşündürücü olma (n=4) ve fiziksel benzerlik (n=4) kodları oluşturmaktadır.

Ö3'ün aşağıdaki açıklaması matematiksel modelleme ve beceri temelli soruların yöntem bakımından düşündürücü bir nitelik taşımakta olduğunu ifade etmektedir.

“Bence hocam birbirlerine benzer sorular. Benzerlikleri düşündürücü olmaları. Daha fazla çaba gayret göstermek olabilir. Yeni nesil tarzı.” (Ö3)

Ö1 “LGS sorularıyla matematiksel modelleme işlemleri arasında görsel olarak da akıl yürütmede de daha fazla fayda sağlıyor. Onda da böyle matematiksel modelleme işlemi, LGS sorularında da matematiksel modelleme işlemleri kullanılarak çözülebilecek şeyler çıkıyor. Katkı sağlıyor. Birbiriyle bağlantılı yani. Neredeyse benzer oluyor. Genelde şekle dayalı, yorum gerektiren.” şeklinde verdiği cevapla akıl yürütmenin ortak bir özellik olduğunu dile getirmiştir.

Öğrencinin yukarıda yapmış olduğu açıklamalar LGS ve matematiksel modellemenin şekil ve grafik gibi görsel ifadeler barındırmaları bakımından fiziksel benzerlikler içerdiklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrencinin söz konusu şekillerin ifade ettiği

anlamları ortaya çıkarılabilmeleri adına yorumlamalarda bulunmaları gerektiği için her ikisinin de akıl yürütmeye dayandığı çıkarımına ulaşılabilmektedir.

Matematiksel modelleme ile beceri temelli sorular arasında bir ilişki olmadığını düşünen öğrencilerin buna rağmen matematiksel modellemenin beceri temelli sorulardaki performanslarına olumlu etkisi olduğunu düşündükleri tespit edilmiş ve bu sonuca yönelik görüşleri bir sonraki başlık altında ele alınmıştır.

Matematiksel Modelleme Becerilerinin, Beceri Temelli Sorulardaki Performanslarına Etkisine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Matematiksel modelleme problemlerinin beceri temelli sorulardaki başarılarına etkisine yönelik öğrenci görüşleri 5 başlık altında değerlendirilmiştir. Bu başlıklar farklı bakış açısı kazandırma, fiziksel benzerlik avantajı, hızlı düşünme becerisi kazandırma, sınav başarısını artırma, matematiği kolaylaştırmadır. Öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin, beceri temelli sorulara etkisine yönelik öğrenci görüşleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Matematiksel modelleme becerilerinin, beceri temelli sorulara etkisine yönelik öğrenci görüşleri

Kod	Açıklama	Öğrenciler
Sınav başarısını artırma	Matematiksel modelleme becerilerinin farklı soru tiplerinin çözüm sürecinde etkili olması nedeniyle sınav performanslarında olumlu etki yaratması	Ö8
Matematiği kolaylaştırma	Karmaşık yapıya sahip Beceri Temelli Soruların matematiksel modelleme sürecinden yararlanılarak adım adım çözüme ulaşılabilmesi ve böylece öğrencinin zorlayıcı problem durumlarının üstesinden gelebilmesi	Ö3-Ö11
Hızlı düşünme becerisi kazandırma	Matematiksel modellemenin varsayımlara açık olması nedeniyle tutarlı çözümler için mantıklı ve hızlı düşünme becerisinin beceri temelli soruların çözüm süreçlerini daha kısa zamanda düzenleyebilme yeteneğini geliştirmesi	Ö7-Ö8-Ö11
Fiziksel benzerlik avantajı	Matematiksel modelleme problemleri ile Beceri Temelli Soruların yapısal benzerliklerinin mantıksal çıkarım yapma konusunda destekleyici olması	Ö1-Ö4-Ö5-Ö9
Farklı bakış açısı kazandırma	Matematiksel modelleme problemleri aracılığı ile birden fazla çözüm yolu ve çözümlerin farkına vararak Beceri Temelli Sorularda çözüme giden süreci düzenlerken farklı ve özgün yöntemler geliştirebilme	Ö1-Ö2-Ö3-Ö4-Ö6-Ö7-Ö8-Ö9-Ö10-Ö11-Ö12

Tablo 5 incelendiğinde öğrencilere göre matematiksel modelleme becerilerinin, beceri temelli sorulardaki etkisine yönelik öğrenci görüşlerinde en önemli ilk iki özellik farklı bakış açısı kazandırma (n=11) ve fiziksel benzerlik avantajıdır (n=4).

Ö12 matematiksel modellemenin beceri temelli sorulara etkisinin farklı bakış açısı kazandırma olduğunu şu şekilde ifade etmiştir:

“Matematiksel modelleme problemlerinin LGS başarımda etkili olabileceğini düşünüyorum. Az önce dediğim gibi şimdi onda nasıl düşüneceğimizi görüyorsak diğerinde de çözüm odaklı olduğumuz için bize bayağı katkı sağlayacak. Matematiksel modelleme özellikle matematikte nasıl ilerleyeceğimizi sağlıyor. Bence daha iyi bir yöntem. Çocuklara uygulaması bayağı mantıklı. Düşünme tarzımıza, bakış açımıza olumlu etkiliyor çünkü bizim işlemsel de olsa biraz daha çok boyutlu düşünmemizi sağlıyor.”

Öğrencinin yukarıdaki açıklamasında “çok boyutlu düşünmemizi sağlıyor” şeklindeki ifadesi matematiksel modellemenin öğrencilerin problem durumlarının çözümü için pek çok olasılığı değerlendirmeleri gerekliliğinden dolayı farklı bakış açıları geliştirmelerine yardımcı olduğunu göstermektedir.

Ö1 matematiksel modellemenin beceri temelli sorulara etkisinin fiziksel benzerlik avantajı olduğunu şu şekilde ifade etmiştir:

“Matematiksel modelleme problemlerinin LGS başarıımı etkileyeceğini düşünüyorum. Çünkü LGS'de de bu matematiksel modelleme sorularıyla benzer şeyler çıkacak. Mantık üretmemi geliştirdikten sonra zaten LGS sorularında da yapabilirim. Matematiksel modelleme bunları sağladığından dolayı LGS'de de güzel yapacağıma inanıyorum. Yani olaylara daha geniş bir pencereden bakabildiğim için bakış açımı geliştirdi.”

Matematiksel modelleme problemlerinin beceri temelli sorular üzerine bir diğer etkisi hızlı düşünme becerisi kazandırmaktır. Öğrenci yorumu aşağıdaki gibidir.

“LGS başarıımı olumlu etkileyeceğini düşünüyorum. Çünkü ikisi de günlük hayattan. Hocam soruları daha ayrıntılı düşündüğümüz için hani daha ayrıntıları düşündüğümüz için benim hemen soruya baktığımda anlayabileceğimi daha hızlı çözebileceğimi ve net artışımı etkileyeceğini düşünüyorum. Sorulara bakış açımı da geliştirdi. Eskiden daha sıradan düşünüyordum. Şimdi daha böyle geniş düşünüyorum yüzeysel değil.” (Ö8)

Matematiksel modelleme problemlerinin beceri temelli sorular üzerine bir diğer etkisi pratik çözüm yöntemleri kurabilme yeteneği kazandırması ve öğrencinin alternatif çözüm süreçlerini daha hızlı fark etmesini sağlaması gibi avantajları sayesinde matematiği kolaylaştırma üzerinedir. Ö11 in yorumu bu durumu açıklar nitelikte aşağıdaki gibidir.

“Matematiksel modelleme problemleri matematik başarıyı etkiledi. Mesela bir soruya daha farklı bakış açılarıyla bakmamı sağladı. Mesela soruyu bir işlemle değil de birkaç işlemle çözebileceğimi ve çözümün daha kolay olduğunu anladım. Hocam mesela diyelim ki karma karışık işlem var. Onun yerine daha kolay işlemler yaparak hem daha pratik hem de daha hızlı şekilde çözebiliyoruz soruları. Bana etkisi oldu.”

Öğrencilerin yapmış olduğu açıklamalardan; matematiksel modellemenin öğrenciye kazandırdığı problem durumlarına geniş perspektiften bakabilme becerisi, çok yönlü düşünebilme alışkanlığı ve günlük hayat ile bağlantı kurarak problem durumlarını daha anlaşılır hale getirebilme yeteneği gibi özelliklerin, öğrencinin sınav başarısını artırdığı anlaşılmaktadır.

Tartışma ve Sonuç

Bu bölümde elde edilen sonuçlar öğrencilerin matematiksel modelleme süreci, matematik problemlerine bakış açılarındaki değişim ve matematiksel modellemenin beceri temelli sorulardaki performanslarına etkisi başlıkları altında tartışılmıştır.

Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Süreci

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar öğrencilerin matematiksel modelleme hakkında teorik bir eğitim almamalarına rağmen modelleme probleminin özelliklerini keşfedebildikleri ve modelleme döngüsüne uygun modeller oluşturarak modelleme becerisi kazandıklarını göstermektedir. Bununla birlikte öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin özelliklerini keşfetmeleri matematik problemlerine bakış açılarında da bir değişime neden olmuştur. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin “Çözüm olarak önce problemi anlıyorduk. Daha sonra onunla ilgili neler yapabiliriz diye düşünüyorduk. Tasarlayacağımız bir model varsa onu tasarlıyorduk. Sonra da işlemi yapıyorduk.” ve “Soru önümüze gelince bunu ilk anlamaya çalıştık. Anladıktan sonra da mesela siz bir basamak sorusu sormuştunuz. Bunu kaç santim olarak baz almamız gerektiğini konuşmuştuk. Onu sonra aldığımızda da diğer şeyleri de buna göre ayarlamaya çalışmıştık. Sonra tahtaya çıkıp arkadaşlarımızla görüştük” şeklindeki görüşleri ile gözlemci araştırmacının modelleme

sürecindeki gözlemleri ve öğrencilerin hazırladıkları raporlar bu sonucun bir çıkarımdan öte bulgularla desteklendiğini göstermektedir. Öğrenciler, tüm soruları çözerken aynı süreçlerden geçtiklerini fark ederek; anlama, yorumlama, model oluşturma, rapor hazırlama ve sunma gibi adımların yer aldığını kendileri ifade etmişlerdir. Literatürde, öğrencilerin bu süreci bağımsız olarak keşfetmelerine dair bir bulguya rastlanmamış olması ise bu çalışmanın özgün ve dikkate değer bir yönünü ortaya koymaktadır.

Lesh ve Caylor (2007), öğrencilerin kendi tecrübeleri ile kazanmış oldukları deneyim ve bilgilere dayanan durumları daha hızlı kavradıklarını ifade etmiştir. Bundan dolayı söz konusu çalışmada öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri veya ilgilerini çekebilecek bağlamların kullanılmasına özen gösterilmiştir. Bu yaklaşımın amacı öğrencilerin problem çözme süreçlerinde daha güçlü bir anlayış geliştirmelerine ve problemle daha etkili bir şekilde ilişki kurmalarına yardımcı olabilmektir. Öyle ki öğrencilerin söz konusu ilişkiyi kurabildikleri problem durumlarını çözerken diğer problem durumlarına kıyasla daha çok eğlendikleri ve motive oldukları gözlemlenmiştir. Maaß (2006), problemin içeriği öğrencilerin ilgisini çektiğinde ve onları motive ettiğinde, öğrencilerin daha başarılı varsayımlar oluşturduklarını ifade etmiştir. Bu sonuç, motivasyonun ve dikkat çekici problemlerle çalışmanın öğrencilerin problem çözme sürecindeki performanslarını artırabileceğini desteklemektedir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde, öğrencilerin modelleme etkinliklerini önceden belirlenmiş standart yöntemlerle değil, kendi tasarımlarına dayanan ve doğruluğunu kendilerinin test ettikleri modellerle çözme özelliğinin farkında oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrenciler, modelleme sürecindeki iletişim ve diğer derslerle kurulan bağlantılara dikkat çektiklerini de belirtmişlerdir. Öğrenciler günlük yaşamda matematiğin farkında olduklarını, ancak matematiksel modelleme etkinlikleri sonrasında bu ilişkinin daha geniş bir yelpazeye yayıldığını ve her problemin farklı bir bağlamda sunulmasının bu farkındalığı arttırdığını ifade etmişlerdir. Bonotto'nun (2001) çalışmasında, matematik ile okul dışı bilgiler arasındaki bağın öğrencilerin günlük yaşamlarında sıkça kullandıkları materyalleri sınıf ortamına getirilerek sağlanılabileceği gösterilmiştir. Fakat matematiksel modelleme etkinlikleri sayesinde okul matematiği ile günlük yaşam arasındaki bağ, günlük yaşamda kullanılan herhangi bir materyalin sınıf ortamına getirilmesinden çok daha güçlü bir etki ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca, Henn'in (2007) belirttiği gibi, matematiksel modelleme

çalışmaları, öğrencilerin soyut matematik ile gerçek yaşam durumlarını daha iyi anlamalarına olanak sağlayan matematik arasında bir köprü kurmalarına yardımcı olmaktadır. Bu görüşlere paralel olarak, yapılan araştırma sonucunda matematiksel modelleme etkinliklerini kullanan öğrencilerin, matematiği günlük yaşamla ilişkilendirebilme becerilerinde zamanla artış gözlenmiştir.

Öğrencilerin Matematik Problemlerine Bakış Açılarındaki Değişim

Öğrenciler, matematiksel modelleme problemlerini çözerken, geleneksel problemlerle matematiksel modelleme problemlerinin birbirinden farklı olduğunu sözlü görüşmelerde dile getirmişlerdir. Bu noktada söz konusu iki problem türü arasındaki temel farkları matematiksel modelleme problemlerinin açık uçlu olmasına, geleneksel problemlere göre daha zorlayıcı ve yapılandırılmamış durumuna, farklı çözüm yolları içermesine, daha düşündürücü bir nitelik taşımaya ve gerçek yaşamla doğrudan bağlantılı olmasına dayandırarak ifade etmişlerdir. Matematiksel modelleme problemleri çalışmaya katılan öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmiştir. English ve Watters (2004) çalışmasında, matematiksel modelleme yöntemlerinin geleneksel yöntemler ile mukayese edildiğinde öğrencilerin problem çözme becerilerini daha fazla geliştirdiğini ifade etmiştir. Araştırmanın sonuçları bu çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Öğretim sürecinin grup çalışması şeklinde yürütülmesinin, öğrenciler arasında farklı fikirlerin ortaya çıkmasına, iletişim becerilerinin gelişmesine ve iş birlikli öğrenme süreçlerine önemli katkılar sağladığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, grup çalışmalarının ortak öğrenme deneyimlerinin güçlenmesine yardımcı olduğunu göstermektedir. Karabacak ve Akbaş (2024) tarafından yapılan incelemelerde, matematiksel modellemeye dair etkinliklerin grup çalışması ile gerçekleştirilmesi öğrencilere iş birliği yapabilmeyi, aktif katılım göstermeyi, farklı görüşleri kabul etmeyi öğrenmelerine ve çözüme daha hızlı ulaşmalarına yardımcı olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, bu etkinliklerin öğrencilerin sosyalleşmesine, fikir paylaşımına ve derse ilgi göstermeyen öğrencilerin katılımına katkıda bulunduğu; bu nedenle, grup çalışması şeklinde yapılan etkinliklerin öğrencilerde olumlu sonuçlar doğurduğu sonucuna varılmıştır. Deniz ve Akgün (2014), araştırmalarında öğrencilere grup çalışmasının etkilerini sorduklarında, matematiksel modelleme sürecinde grup olarak çalışarak bilgi alışverişinde bulunduklarını, çözüme ulaşmanın farklı yollarla mümkün olduğunu keşfettiklerini, yaratıcılıklarının arttığını ve başarılı öğrencilerin daha az

başarılı olanlara yardımcı olduklarını ifade etmişlerdir. Bu bulgular, grup çalışmasının öğrenme süreçleri üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır. Kertil (2008), araştırmasında, bireysel olarak herhangi bir soruyu doğru şekilde cevaplayamamış bazı öğrencilerin, grup çalışmalarında sorulara doğru yanıtlar verdiklerini gözlemlemiştir. Bu durum grup çalışmasının öğrencilerin grup içindeki tartışmalar aracılığıyla, sahip oldukları bilgileri birbirlerine aktarmalarına katkı sağladığını göstermektedir.

Matematiksel Modelleme Problemlerinin Beceri Temelli Sorulardaki Performanslarına Etkisi

Çalışmada elde edilen bulgular öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri çözmenin beceri temelli sorulardaki performanslarına olumlu bir etki yarattığına yönelik ortak görüşe sahip olduklarını göstermektedir. Matematiksel modelleme problemlerinin akademik başarıyı artırdığına dair çalışmalar her sınıf seviyesinde mevcut olup bu çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Özer-Demir, 2022). Özer-Demir (2022), öğrencilerin akademik başarılarındaki gelişimi incelemek amacıyla 7. Sınıf Beceri Temelli Testleri kullanarak yaptıkları çalışmada matematiksel modelleme destekli eğitimin öğrencilerin matematik okuryazarlıkları ve akademik başarıları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gözlenmiştir.

Matematiksel modelleme problemlerinin etkili öğrenmeye katkı sağladığı, öğrencilerin matematiği daha eğlenceli bulmalarına yardımcı olduğu, Liselere Geçiş Sistemi (LGS) ile uyumlu olduğu ve problem çözme becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, matematiksel modelleme problemlerinin, öğrencilere farklı bakış açıları kazandırma konusunda da önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Bu bulgular, matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilere çok yönlü katkılar sağladığını göstermektedir. Deniz (2014), çalışmasında öğrenciler, modelleme etkinliklerinin hem eğlenceli hem de faydalı olduğunu, bu sayede kalıcı öğrenmenin sağlandığını ve gerçek hayat problemlerinin anlaşılmasını kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Karalı ve Durmuş (2015), öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmada, modelleme problemlerinin üst düzey düşünme becerilerinin gelişiminde, analitik düşünme yeteneklerinin kazanılmasında ve strateji oluşturma süreçlerinde etkili olduğunu vurgulamışlardır. Özkaya ve diğerleri (2023), öğretmen adaylarıyla yürüttükleri çalışmada, matematiksel modelleme problemlerinin konu öğrenimini kolaylaştırdığını, matematiğin gerçek yaşamda kullanımını desteklediğini,

soruların ilgi çekici bulunduğunu, hayal gücünü ve çok yönlü düşünme becerilerini geliştirdiğini ve problem çözme sürecini kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

Öğrenciler, matematiksel modelleme problemleri ile beceri temelli soruların fiziksel olarak benzerlik taşıdığını, her iki soru türünün de düşündürücü yapıda olduğunu ve akıl yürütmeye dayalı çözümler gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Bu benzerlikler, her iki soru türünün de problem çözme sürecinde analitik düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Karabacak ve Akbaş (2024), matematiksel modelleme metodunun öğrencilerdeki problem çözme becerilerini artırdığını ve bu süreçte analiz yapma, veri toplama ve yorumlama gibi aşamaları deneyimlemelerine olanak tanıdığını ifade etmişlerdir. Böylece bu süreçte öğrencilerin analitik düşünme ve problem çözme stratejileri gelişmektedir. Matematiksel modelleme problemlerinin derslerde kullanımı analitik düşünme ve problem çözme stratejilerini geliştireceğinden, beceri temelli soruların çözümünde başarılarının artmasına yardımcı olacaktır.

Öğrenciler, matematiksel modelleme problemlerinin farklı bakış açıları kazandırması, beceri temelli sorulara fiziksel olarak benzemesi, hızlı düşünme becerisi kazandırması, sınav başarılarına katkı sağlaması ve matematiği daha anlaşılır kılması gibi faktörlerin, bu problemlerin beceri temelli sorular üzerindeki etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Bu geri bildirimler, matematiksel modelleme problemlerinin beceri temelli sorulardaki başarıya olumlu katkıda bulunduğu yönündeki kanıyı desteklemektedir.

Yapılan araştırma, matematiksel modelleme problemlerinin öğretim programlarında yer almasının, öğrencilerin akademik başarılarını artıracığına dair düşünceyi desteklemektedir. Özellikle, öğrencilerin okul yaşamlarında en çok zorlandıkları derslerden biri olan matematik, matematiksel modelleme problemleri sayesinde günlük yaşamla ilişkilendirilerek, öğrencilerin matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirmelerine katkı sağlayabilmektedir. Bu olumlu tutuma sahip olan öğrenciler, matematiği öğrenmeye daha istekli hale gelebilmekte ve bu da sınav sonuçlarına olumlu yansıyabilmektedir. Ayrıca, matematiksel modelleme problemlerinin küçük gruplar halinde çözülmesi, öğrenciler arasındaki iletişimi artırarak, sınıf içi sosyal sorunların önüne geçilmesine de yardımcı olabilmektedir. Karabacak ve Akbaş (2024) matematik derslerinin matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılmasına ilişkin görüşleri incelendiğinde, bu etkinliklerin derslerde daha aktif olmalarını sağladığını, yaratıcı fikirler geliştirmelerine katkı sunduğunu ve öğrenilen

bilgilerin kalıcılığını artırdığını belirtmişlerdir. Modelleme etkinliklerinin zaman alıcı olsa da sosyalleşmeyi ve severek öğrenmeyi teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, günlük yaşamdaki durumların matematiksel ifadelerle nasıl gösterilebileceğini anladıklarını belirtmişlerdir. Bu bağlamda, modelleme etkinliklerine öğretim programlarında yer verilmesinin faydalı olacağı görüşü desteklenmektedir.

21. yüzyıl becerileri, beceri temelli sorular ve matematiksel modelleme arasında önemli ortak noktalar bulunmaktadır. Her üçü de çağdaş eğitim ve iş dünyasının gereksinimlerine cevap vermek için önemli bir role sahiptir. 21. yüzyıl becerileri, öğrencilere etkili iletişim kurabilme, iş birliği ile organize çalışma, problem durumlarına çözebilme, eleştirel düşünme, özgün ve yenilikçi olma özellikleri geliştirmelerine yardımcı olur (Binkley et al., 2012). Beceri temelli sorular, yaratıcı düşünme, mantıklı çıkarımlar yapma, edindikleri bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi, üst düzey düşünme becerilerini düzenleme, yorumlama ve çıkarım yapma gibi yetkinliklerin geliştirilmesini ve değerlendirilmesini sağlamaktadır (Kürtüncü & Kurtuluş, 2021). Her ikisi de bireylerin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme ve üst bilişsel becerilerini geliştirmeye yönelik eğitimsel yaklaşımların önemine vurgu yapmaktadır. Beceri temelli sorularla birlikte öğrencilerde 21. Yüzyıl becerilerine uygun nesil yetişmektedir. Gerçek yaşam durumlarına karşılık gelen değişkenleri, soruları, varsayımları ve ilişkileri ortaya çıkarma, sonrasında söz konusu çıkarımları uygun şekilde matematiksel formüllere çevirme, ardından ulaşılan verilerle ilişkilendirilmiş matematiksel problemin çözümünün sonuçlarını yorumlama ve doğrulama yeteneği olarak ifade edilen matematiksel modelleme becerileri (Kaiser, 2007), 21. yüzyıl becerileri ve beceri temelli sorularla bireylerin karmaşık problemleri etkili bir şekilde ele alabilmeleri için birlikte kullanılmalıdır.

PISA, öğrencilerin aktif problem çözücüler olarak değerlendirilmesinde önemli bir role sahiptir. Bu bağlamda, bir problemi çözmek için matematiksel bir model oluşturabilme becerisi, matematik öğreniminin temel unsurlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Özgün, eleştirel ve yenilikçi düşünebilme, etkili ve doğru iletişim kurabilme, iş birliği yapma ve problem durumlarını çözebilme gibi 21. yüzyıl becerilerinin modelleme süreçleri aracılığıyla geliştirilebileceği ifade edilmektedir (Ambarita vd., 2018). Bu durum, modelleme becerisinin yalnızca matematiksel yeterlilik açısından değil, aynı zamanda genel anlamda bireyin problem çözme kapasitesini artırmada kritik bir araç olduğunu göstermektedir. Ambarita ve

arkadaşlarının (2018) yaptığı çalışma, modelleme becerisinin PISA başarıları üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın bulgularına göre, modelleme becerisi yüksek olan öğrenciler PISA değerlendirmelerinde daha başarılı performans sergilerken, düşük modelleme becerisine sahip öğrencilerin başarı düzeyinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, modelleme becerisinin uluslararası değerlendirme süreçlerindeki önemini vurgulamaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar modelleme becerilerinin ulusal sınavlarda da başarıyı etkileyen bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca yapılan literatür taraması, matematiksel modelleme becerilerinin PISA ve TIMSS sınavlarındaki başarı üzerindeki etkisini doğrudan ele alan çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, modelleme becerileri ile uluslararası sınav başarıları arasındaki ilişkiye yönelik daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu işaret etmektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan araştırmalar benzer durumun ulusal sınavlar için de geçerli olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, öğrencilerin deneyim ve görüşlerine göre matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin hem matematik ile gerçek hayat arasındaki ilişkiyi anlamlandırmalarına katkı sağlamış hem de akademik başarılarını olumlu yönde etkilemiştir. Literatürde bu sonuçları destekleyen birçok çalışma yer almaktadır (örn., Kaiser, 2007; Muşlu, 2016). Ayrıca matematiksel modelleme becerilerinin uluslararası sınavlarda da öğrenci başarılarını artırdığına yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Ambarita vd., 2018). Bu çalışmada da özel olarak matematiksel modellemenin ülkemizde liselere geçiş için uygulanan Liselere Geçiş Sınavı'nda yer alan beceri temelli sorulardaki başarılarına etkisinin olumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu araştırma belirli bir şehirde, bir devlet okulunda öğrenim gören sınırlı sayıda 8. sınıf öğrencisiyle yürütülmüştür. Elde edilen bulgular, bu gruba özgü bağlamla sınırlıdır ve genelleme yapılırken dikkatli olunmalıdır. Ayrıca, öğrencilerin matematiksel modelleme konusunda ön bilgi ve deneyimlerinin sınırlı olması, ilk uygulamalarda süreçlere tam olarak adapte olmalarını zorlaştırmıştır.

Gelecekteki çalışmalar, farklı sosyo-kültürel bağlamlardaki okullarda daha geniş örneklemelerle gerçekleştirilebilir. Ayrıca, öğretmen görüşleri, sınıf içi gözlemler veya ürün dosyaları gibi farklı veri kaynakları ile desteklenen çalışmalara ihtiyaç vardır. Modelleme

etkinliklerinin farklı sınıf düzeylerinde ve uzun süreli uygulamalarla değerlendirilmesi, bu öğretim yaklaşımının etkililiği konusunda daha kapsamlı veriler sağlayabilir.

Matematiksel modellemeye dayalı öğretim süreçlerinde hem mevcut matematik öğretmenlerinin hem de öğretmen adaylarının bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli düzenlemeler yapılabilir. Bu kapsamda, hizmet içi eğitimlerle öğretmenlerin modelleme etkinliklerine ilişkin farkındalık ve uygulama yeterlikleri artırılabilirken, öğretmen yetiştirme programlarına eklenecek seçmeli derslerle de öğretmen adaylarının kuramsal altyapıları ve uygulama becerileri desteklenebilir.

Matematik derslerinde, öğrencilerin günlük yaşamla ilişkili problemlerle karşılaşmaları ve bu problemlere yönelik çözüm yollarının öğretmen rehberliğinde yapılandırılması, matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağlayabilir. Bu bağlamda, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretim programlarına dâhil edilmesi, öğrencilerin matematiği gerçek hayatla ilişkilendirmelerine yardımcı olurken, problem çözmeye yönelik tutumlarını da olumlu yönde etkileyebilir. Araştırma bulguları da modelleme temelli öğretimin, öğrencilerin problem çözme becerileri ve matematiksel düşünmeye yönelik yaklaşımlarında belirgin gelişmeler sağladığını ortaya koymuştur. Bu nedenle, farklı ders içeriklerinde modelleme etkinliklerine daha fazla yer verilmesi, öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal kazanımlarını destekleyebilir.

Sonuç olarak, araştırma bulguları, matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin beceri temelli sorular karşısındaki başarılarını ve matematiksel düşünme yaklaşımlarını geliştirdiğini göstermektedir. Bu etkiler, 21. yüzyıl becerileriyle uyumlu temel kazanımlarla örtüşmekte ve öğretim programlarının modelleme temelli uygulamalarla zenginleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Ambarita vd., 2018; Binkley vd., 2012). Öğrencilerin matematikle gerçek yaşam arasında anlamlı bağlar kurabilmelerine olanak sağlayacak bu tür yaklaşımlara olan ihtiyaç açıktır.

Bilgilendirme

Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Etik Kurul Belgesi

Etik Kurul Komisyon Adı: Kilis 7 Aralık Üniversitesi Etik Kurul Komisyonu

Etik Kurul Belge Tarihi ve Sayı No: 13.06.2023 - 12

Yazar Katkı Beyanı

Elanur ÇAVUŞOĞLU: Literatür taraması, veri toplama formunun hazırlanması ve geliştirilmesi, verilerin toplanması, işlenmesi, verilerin analizi ve yorumlanması, inceleme-yazma

Seda ŞAHİN: Literatür inceleme, kavramsallaştırma, veri toplama formunun hazırlanması ve geliştirilmesi, verilerin analizi ve yorumlanması, inceleme-yazma, düzenleme

Kaynaklar

- Abay, S., Gökbulut, Y. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: Fermi problemleri uygulamaları. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(9).
- Aksit, N. (2007). Educational reform in Turkey. *International Journal of Educational Development*, 27(2), 129-137.
- Akyol, D. (2016). *Model oluşturma etkinliklerinde bilişsel araç kullanımının öğrenci düşünme becerilerine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi].
- Canbazoğlu Albayrak, H. B. & Tarım, K. (2023). Cognitive mathematical modelling competencies of elementary school students. *SDU International Journal of Educational Studies*, 10(1), 1-21. <https://doi.org/10.33710/sduijes.1191490>
- Altun, M. (2021). *İlköğretim ikinci kademedeki (6, 7 ve 8. Sınıflarda) matematik öğretimi*. (10. Baskı). Alfa Yayınları.
- Ambarite, S. M., Asri, L., Agustina, A., Octavianty, D., & Zulkardi. (2018). Mathematical modeling skills on solving PISA problems. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012115>
- Aydın Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi*. [Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi].
- Azili, T., & Tutkun, Ö., F. (2021). Ortaokul öğretmenlerinin görüşlerine göre ortaöğretim merkezi sınavı (LGS)'nin üstünlükleri ve sınırlılıkları. *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi*, 7(13). <https://doi.org/10.52096/jsrbs.6.1.7.13>
- Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom: A socio-critical and discursive perspective. *ZDM*, 38(3), 293-301. <https://doi.org/10.1007/BF02652812>
- Batur, Z., Ulutaş, M. & Beyret, T. N. (2018). LGS Türkçe sorularının PISA okuma becerileri hedefleri açısından incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 48(1), 595-615.
- Bayat, Y. (2023). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin beceri temelli soruları ele alırken kullandıkları üstbilişsel beceriler ve matematiksel temsiller*. [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi].
- Berber, A. & Anılan, B. (2018). Son on yılda ortaöğretime geçiş sınavlarındaki fen bilimleri alan soruları ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerinin incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 13(27). <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14601>
- Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. J.W.Arrowsmith Ltd.
- Biber, B.T. & Özdemir, İ.E.Y. (2015). Matematik öğretiminde matematiksel modelleme yaklaşımı. *Cito Eğitim: Kuram ve Uygulama*, 27(3), 39-50.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17-66). Springer.
- Bliss, K.M., & Libertini, J.M. (2016). Using applications to motivate the learning of differential equations. In: Letzter, G., et al. *Advances in the Mathematical Sciences*. Association for

- Women in Mathematics Series, vol 6. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-34139-2_17
- Blomhøj, M. (2009). Different perspectives in research on the teaching and learning mathematical modelling. In M. Blomhøj, & S. Carreira (Eds.), *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics* (pp. 1-17). Roskilde University.
- Blomhoj, M., & Jensen, T.H. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning, *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 22(3), 123–139.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 15-30). Springer.
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? In S.J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 73–96). Springer.
- Blum, W. & Leiß, D. (2005). "Filling up" – The problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. Paper presented at the CERME4 2005, WG 13 Modelling and Applications.
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). "How do students and teachers deal with modelling problems? Some results of an empirical study." In C. Haines et al. (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics* (pp. 222–231). Horwood Publishing.
- Bonotto, C. (2001). How to connect school mathematics with students' out-of-school knowledge. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 33(3), 75-84.
- Burkhardt, H. (2006). Modelling in mathematics classrooms: Reflections on past developments and the future. *ZDM Mathematics Education*, 38(2), 178–183.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Erkan Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2024). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (35. baskı). Pegem Yayıncılık.
- Çavuş Erdem, Z., & Gürbüz, R. (2021). Investigation of learning environment based on mathematical modeling activities. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 62-94. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.896038>
- Deniz, D., & Akgün, L. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yönteminin sınıf içi uygulamalarına yönelik görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 103-116.
- Doruk, K. B., & Umay, A. (2011). The effect of mathematical modeling on transferring mathematics into daily life. *Hacettepe University Journal of Education*, 41, 124–135.
- English, L. D. & Watters, J. (2004). Mathematical modelling with young children. *28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 335–342.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Aydoğan Yenmez, A., Şen Zeytun, A., & Şahin, Z. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları*. Türkiye Bilimler Akademisi.
- Erden, B. (2020). Türkçe, Matematik ve Fen bilimleri dersi beceri temelli sorularına ilişkin öğretmen görüşleri. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 81–103.
- Erden, M. (2020). 2018 Matematik dersi öğretim programı ve beceri temelli sorular: Uygulama ve değerlendirme. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 16(1), 41–60.

- Ferri, R. B. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Springer International Publishing.
- Gainsburg, J. (2008). Real world connections in secondary mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(3), 199–219. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9070-8>
- GPE. (2020). *21st century skills: What potential role for the global partnership for education? A landscape review*. Global Partnership for Education.
- Henn, H.W. (2007). Modelling in school chances and obstacles. *The Montana Mathematics Enthusiast, Monograph 3*, 125-138.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics: Proceedings from the twelfth international conference on the teaching of mathematical modelling and applications* (pp. 110–119). Horwood.
- Karabacak, S., & Akbaş, E. E. (2024). Matematik derslerinde sınıf içi matematiksel modelleme yöntemi kullanımının öğrenci görüşleri bağlamında değerlendirilmesi. *Sosyal Bilimler EKEV Akademi Dergisi*, 99, 363-389. <https://doi.org/10.17753/sosekev.1457429>
- Karalı, D., & Durmuş, S. (2015). Primary school pre-service mathematics teachers' views on mathematical modeling. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(4), 803-815. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1440a>
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi].
- Kertil, M., & Gurel, C. (2016). Mathematical modeling: A theoretical framework and implications for teaching and learning. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(3), 849–878.
- Kertil, M., Dede, H. G. & Ulusoy, E. G. (2021). Kill-based mathematics questions: What do middle school mathematics teachers think about and how do they implement them? *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(1), 151-186.
- Kürtüncü, S., & Kurtuluş, A. (2021). Skill-based tests at 6th and 7th grade level examining e-books according to the geometric habits of the mind. *Journal of Research in Education and Teaching*, 10(2).
- Lesh, R., & Caylor, B. (2007). Introduction to special issue: Modeling as application versus modeling as a way to create mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 12(3), 173–194. <https://doi.org/10.1007/s10758-007-9121-3>
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38(2), 113–142.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage Publications, Inc.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1-8. sınıflar)*. Ankara
- Milli Eğitim Bakanlığı (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı türkiye yüzyılı maarif modeli*. Ankara.
- Muşlu, M. (2016). *Doğal sayılarda işlemler konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi].
- Özer-Demir, Ö. (2022). *Matematiksel modellemeye dayalı öğrenme ortamlarının 7. sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığının gelişimine ve akademik başarısına etkisi*. [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi].

- Özkaya, A., Bulut S., & Şahin, G. (2023). The effect of Interdisciplinary mathematical modeling activities on pre-service teachers' mathematical thinking skills and mathematical literacy. *Erzincan University Journal of Education Faculty*, 25(4), 634–650.
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). Macmillan.
- Voogt, J., & Roblin, N. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). Sage Publications.

EK 1. Yarı-yapılandırılmış Görüşme Soruları

YARI- YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME SORULARI

1. Matematiksel modelleme problemi için nasıl bir çözüm yolu izlediniz?
2. Matematiksel modelleme ile hazırlanan etkinlik problemleri ile ders içi etkinlik problemlerinin birbirinden farkı/ farkları nelerdir?
3. Matematiksel modelleme etkinliklerinin grup çalışması şeklinde yapılmasının etkileri nelerdir?
4. Beceri Temelli Sorular ile matematiksel modelleme soruları arasında nasıl bir ilişki vardır?
5. Matematiksel modelleme problemleri çözmek matematik performansınızı etkiledi mi sizce? Etkilediyse nasıl etkiledi? Neden öyle etkilediğini düşünüyorsunuz?
6. Matematiksel modelleme problemleri çözmenizin gireceğiniz LGS sınavında başarınızı etkileyeceğini düşünüyor musunuz? Etkilediğinizi düşünüyorsanız nasıl etkiler? (Neden öyle etkilediğini düşünüyorsunuz? Düşünme tarzınızı nasıl etkiledi? Sorulara bakış açınızı nasıl değiştirdi?)