

Lise ve Ortaokul Öğrencilerinin Everest Dağı'na Yolculuk Modelleme Etkinliği Çözümlerinin Matematiksel Modelleme Yeterlilikleri Açısından İncelenmesi



Merve GENÇER

Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü



Özkan ERGENE

Sakarya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

ÖZ

Bu çalışmanın amacı lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliliklerinin Everest Dağı'na Yolculuk adlı matematiksel modelleme etkinliği bağlamında incelenmesidir. Çalışmada nitel araştırma yöntemi olan durum çalışması araştırma deseni olarak belirlenmiştir. Araştırmaya katılan çalışma grubu Anadolu Lisesi, Fen Lisesi ve İmam Hatip Ortaokulunda öğrenim gören 310 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmanın verileri, araştırmacılar tarafından model oluşturma etkinliği prensipleri doğrultusunda geliştirilen geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmış Everest Dağı'na Yolculuk adlı modelleme etkinliğine yazılı olarak verdikleri çözümler ile toplanmış ve dereceli puanlama rubriği ile analiz edilmiştir. Araştırmada matematiksel modelleme ile daha önce karşılaşmadıklarını belirten öğrencilerin modelleme yeterlilikleri analiz edildiğinde problemi anlama basamağında başarılı oldukları görülmüştür. Problemi sadeleştirme basamağında uygun yaklaşım sergileyemeyen ya da kısmen yaklaşım sergileyen öğrencilerin diğer basamaklarda zorlandıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerin matematikselleştirme basamağında matematiksel ifadeler kullanmak yerine daha çok sözel ifadeler ile açıklama yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Modeli doğrulama basamağında öğrencilerin yetersiz kaldığı hatta ortaokul öğrencilerinin tamamının modeli doğrulayamadığı saptanmıştır. Ayrıca modelleme yeterlilik düzeylerinde lise öğrencileri ortaokul öğrencilerine göre daha yüksek performans sergilemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre tüm eğitim kademelerindeki öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile tanıştırılıp etkinliklerin simülasyon programları ya da yapay zekâ ile birlikte oyun şekline dönüştürüldüğü bir öğrenme ortamında gerçekleştirilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, matematiksel modelleme yeterlilikleri, lise ve ortaokul öğrencileri, everest dağı'na yolculuk modelleme etkinliği.



Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi

Sorumlu Yazar:
Merve GENÇER



Tür: Araştırma

Makale Geçmişi

Gönderim : 08.01.2025
Kabul : 27.05.2025
Yayınlanma : 31.05.2025

Önerilen Atıf

Gençer, M. ve Ergene, Ö. (2025). Lise ve ortaokul öğrencilerinin everest dağı'na yolculuk modelleme etkinliği çözümlerinin matematiksel modelleme yeterlilikleri açısından incelenmesi. *Erciyes Eğitim Dergisi*, 9(1), 47-77. <https://doi.org/10.32433/eje.1614802>

1. Yüksek Lisans Öğrencisi, Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı, merve.gencer1@ogr.sakarya.edu.tr
2. Doç. Dr., Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, ozkanergene@sakarya.edu.tr

An Examination of High School and Middle School Students' Solutions to the Mount Everest Journey Modeling Activity in Terms of Their Mathematical Modeling Competencies

Merve GENÇER 

Sakarya University, Institute of Educational Sciences

Özkan ERGENE 

Sakarya University, Faculty of Education

ABSTRACT

This study aims to examine the mathematical modeling competencies of high school and middle school students within the context of the mathematical modeling eliciting activity "Journey to Mount Everest." The study adopts a case study approach, one of the qualitative research methods. The study group comprises 310 students from an Anatolian high school, a science high school, and an Imam Hatip middle school. Data were collected through students' written solutions to the "Journey to Mount Everest" modeling eliciting activity, developed by the researchers based on the principles of model-building activities, with validity and reliability studies conducted beforehand. The data were analyzed using a grading rubric. Analysis of the modeling competencies of students who reported no prior experience with mathematical modeling revealed that they performed well in the problem understanding step. However, students who either failed to apply an appropriate approach or only partially succeeded in the simplification step faced difficulties in subsequent steps. During the mathematization step, students predominantly relied on verbal expressions rather than mathematical representations. In the model validation step, students were found to be insufficient, with none of the middle school students successfully validating the model. Furthermore, high school students demonstrated higher levels of modeling competence compared to middle school students. Based on the findings, it is recommended that students at all educational levels be introduced to mathematical modeling activities. Additionally, these activities should be incorporated into a learning environment where they can be gamified using simulation programs or artificial intelligence tools to enhance engagement and effectiveness.

Keywords: Mathematical modeling, mathematical modeling competencies, high school and middle school students, everest mountain journey modeling activity.



Erciyes University Faculty of Education

Corresponding Author:
Merve GENÇER

SCREENED BY



Type: Research

Article History

Received : 08.01.2025

Accepted : 27.05.2025

Published : 31.05.2025

Suggested Citation

Gençer, M. and Ergene, Ö. (2025). Lise ve ortaokul öğrencilerinin everest dağ'na yolculuk modelleme etkinliği çözümlerinin matematiksel modelleme yeterlilikleri açısından incelenmesi. *Erciyes Journal of Education*, 9(1), 47-77. <https://doi.org/10.32433/eje.1614802>

1. Master's Student, Department of Mathematics Education, Department of Mathematics and Science Education, merve.gencer1@ogr.sakarya.edu.tr, ORCID: 0009-0001-2547-1437

2. Associate Professor, Department of Mathematics Education, ozkanergene@sakarya.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5119-2813

Extended Abstract

Introduction

Mathematical modeling is the process of interpreting and analyzing real-life events through mathematics, encompassing a cyclical process that involves all behaviors individuals exhibit to derive solutions to a problem (Erbaş et al., 2014; Lesh and Harel, 2003). A mathematical model represents mental structures that facilitate the interpretation and solution of real-life problems by transforming them into mathematical form (Lesh and Doerr, 2003). For instance, a bicycle can be considered a model, whereas calculating the distance it travels based on its operating principles constitutes mathematical modeling. This process involves identifying the variables needed for the calculation, representing these variables mathematically, and carrying out all stages of solving and interpreting the problem. Thus, while mathematical modeling refers to the process, the mathematical model represents the outcome of this process.

The mathematical modeling approach is used in two different ways in mathematics education: as a purpose for modeling and as a tool for teaching mathematics (Galbraith, 2012; Gravemeijer, 2002; Niss et al., 2007). In this study, the approach of using modeling as a tool for mathematical education has been adopted. Mathematical modeling competencies are the ability of an individual to complete the modeling process suitable for the purpose and in a willing manner, and the skill of using the models created to solve real-life problems (Maaß, 2006; Maaß and Gurlitt, 2011). In Borromeo Ferri's (2006) modeling cycle, the aim is to improve the learning environment and how mathematical modeling activities can be more effectively created as a tool, based on the structures, deficiencies, and challenges that arise from the responses students provide to the mathematical modeling activity. In this study, students' modeling competencies were examined within the framework of Borromeo Ferri's (2006) modeling cycle.

Purpose

The purpose of this study is to examine the mathematical modeling competencies of high school and middle school students within the context of the Everest Mountain Journey modeling eliciting activity in detail.

Method

In this study, the case study method, which is a qualitative research approach (Yin, 1994), has been chosen as the research design. The study group consists of 310 students from an Anatolian High School, a Science High School, and an Imam Hatip Middle School in a district of the Marmara region, selected using a purposive sampling method. The data for the research were collected through solutions to the Everest Mountain Journey modeling eliciting activity created by the researchers. Descriptive analysis technique was used for data analysis in this study. In this context, the solutions of high school and middle school students to the Everest Mountain Journey modeling activity were analyzed using a "Rubric for Grading".

Findings

In the problem understanding stage of mathematical modeling competencies, it was found that nearly two-thirds of high school students ($n=67$; 64%) were at level A₃, while about one-third ($n=34$; 33%) were at level A₂. For middle school students, nearly half ($n=94$; 46%) were at level A₃ in the problem understanding stage, while half ($n=103$; 50%) were at level A₂. It was also found that very few students were at level A₁ in both levels.

In the simplification stage of mathematical modeling competencies, it was found that less than one-third of high school students ($n=10$; 10%) were at level B₁, nearly half ($n=51$; 49%) were at level B₂, and more than

one-third ($n=43$; 41%) were at level B₃. For middle school students, nearly one-third ($n=68$; 33%) were at level B₁ in the simplification stage, while more than one-third ($n=92$; 45%) were at level B₂. It was also found that there were more students at level B₂ in both groups.

In the mathematization stage of mathematical modeling competencies, it was found that nearly half of high school students ($n=49$; 47%) were at level C₁, while more than one-third ($n=45$; 43%) were at level C₂. For middle school students, nearly two-thirds ($n=133$; 65%) were at level C₁ in the mathematization stage, while nearly one-third ($n=68$; 33%) were at level C₂. It was observed that, although there were no students at level C₃ in the mathematization stage for 7th-grade middle school students, there were a few students at this level in the 6th grade. It was also found that very few students reached the C₃ level of mathematization in both groups.

In the mathematical solution execution stage of mathematical modeling competencies, it was found that more than two-thirds of high school students ($n=82$; 79%) were at level D₁, while less than one-third ($n=16$; 15%) were at level D₂. For middle school students, nearly all of them ($n=198$; 96%) were at level D₁ in the mathematical solution execution stage.

In the interpretation of solutions stage of mathematical modeling competencies, it was found that two-thirds of high school students ($n=71$; 68%) were at level E₁, while less than one-third ($n=29$; 28%) were at level E₂. For middle school students, nearly two-thirds ($n=156$; 76%) were at level E₁, while nearly one-third ($n=48$; 23%) were at level E₂. It was also found that very few students were at level E₃ in both groups.

In the model validation stage of mathematical modeling competencies, it was found that nearly all high school students ($n=100$; 96%) were at level F₁, while very few students ($n=3$; 3%) were at level F₂. For middle school students, it was determined that all of them ($n=206$; 100%) were at level F₁. The finding was that nearly all students in both groups were at level F₁ in the model validation stage.

Discussion and Conclusion

Students' mathematical modeling competencies were assessed across the stages of problem understanding, simplification, mathematization, mathematical solution execution, solution interpretation, and model validation. High school students, in line with the information provided in the introductory article, listed the given and required elements or expressed the problem in their own words, whereas middle school students predominantly used visuals to demonstrate their understanding of the problem. It has been determined that the students identified the variables inadequately and were unable to establish sufficient and correct relationships between the variables. Students individually solved the Everest Mountain Journey modelling activity. As emphasized in Maaß's (2006) study, it can be said that in individual solutions, the lack of discussion led to missing assumptions in the solutions they proposed, which affected the resulting competencies. In the mathematization stage, which is the third step of mathematical modeling competencies, it was observed that the majority of both high school and middle school students did not use mathematical expressions and tended to focus more on verbal solutions. It can be stated that the difficulty experienced by the majority of students in mathematization may have arisen due to the inability to relate mathematics to everyday life. Although Science High School students had high math performance in the high school entrance exam, no significant difference was found between them and Anatolian High School students in the mathematical solution execution stage. It was observed that students used similar strategies in their mathematical solutions.

As noted in the studies by Clement (1982) and Kapur (1982), in this study as well, students focused on mathematical expressions for solving the problem but failed to interpret the results in real-life contexts, or made incorrect interpretations and classifications due to erroneous solutions. In the model validation stage, the sixth step of mathematical modeling competencies, some high school students questioned their models

and evaluated them for different situations, while all middle school students did not validate their models at all. This situation can be considered as the result of students' neglecting to use the evaluation (look-back) step of the problem-solving process (Polya and Conway, 1957) during problem solving (Karahan and Ergene, 2023). Examining the findings of the research as a whole reveals that students' mathematical modeling competencies showed no significant differences across grade levels. However, the steps within the modeling process were found to influence one another. Additionally, factors such as students' lack of prior experience with mathematical modeling activities, limited opportunities for group work, insufficient background knowledge, and low motivation to engage with the activity negatively impacted their modeling competencies (Çaylan Ergene and Ergene, 2024). The Everest Mountain Journey eliciting activity used in the study could be carried out with group work across different grade levels. The activity could be transformed into a game format using simulation programs or artificial intelligence, so it can be conducted in a more engaging and attention-grabbing learning environment with students.

Giriş

Matematiksel modelleme, gerçek yaşamda karşılaşılan olayların matematik yardımı ile anlamlandırılması ve analiz edilmesi olarak ifade edilebilir (Erbaş ve diğerleri, 2014). Model, nesnelerin oluşumuna, gelişimine ve davranışlarına yönelik öngöründe bulunulmasını sağlayan ve gerçeğin kopyasını oluşturmeyen yapılardır (Harrison, 2001). Modelleme ise bilimsel işlemler kullanılarak modeli oluşturma sürecidir (Justi ve Gilbert, 2002). Bu kapsamda matematiksel modelleme, bireylerin problemin sonuçlarını elde edinceye kadar gösterdikleri tüm davranışları içine alan ve döngüsel olan bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Harel, 2003). Matematiksel model ise gerçek yaşam problemlerinin yorumlanmasını ve çözümlenmesini sağlayan zihindeki yapıların matematiksel forma dönüştürülerek temsil edilmesidir (Lesh ve Doerr, 2003). Örneğin, bisiklet bir model iken bisikletin çalışma prensibi bağlamında gidilecek yolun hesaplanması bir matematiksel modellemedir. Bu yolun hesaplanmasında kullanılan değişkenlerin belirlenmesi, bu değişkenlerin matematik diliyle ifade edilmesi, çözümün yapılp yorumlanması aşamalarının tamamı matematiksel modellemedir. Sonuç olarak matematiksel modelleme problemi anlama ile başlayan ve modeli doğrulamayla sona eren sürecin tamamını ifade ederken, matematiksel model bu sürecin sonunda oluşan ürünü belirtmektedir.

Matematiksel modellemede, matematik öğretiminde bir amaç olarak modelleme ve matematik öğretimi için kullanılan bir araç olarak modelleme olmak üzere farklı iki yaklaşım bulunmaktadır (Galbraith, 2012; Gravemeijer, 2002; Niss ve diğerleri, 2007). Matematik öğretiminde bir amaç olarak modelleme yaklaşımında, matematiksel konu ve kavram öğretiminden sonra gerçek yaşam problemleri kullanılarak uygulama yapılması hatta matematiksel modellemenin ayrı bir ders olarak işlenmesi gerektiği belirtilir (Haines ve Crouch, 2001). Bu yaklaşımda matematiksel kavramlar gerçek hayat problemde kullanılmaya hazır objeler olarak düşünülür. Öğrencilerden başlangıçta belli bir düzeyde matematik ve modelleme teknik bilgisine sahip olmaları beklenmektedir. Kullanılan problemler üst düzey modelleme problemleridir. Matematik öğretimi için araç olarak kullanılan modellemede ise matematik kavramlarının öğretiminde sezgiden formüle doğru gerçek hayat problemleri aracılığıyla öğretilmesi vurgulanmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Bu yaklaşımda öğrenci aktif olup matematiksel kavram öğrenciye bir ihtiyaç olarak hissettirilmekte ve anlamlı öğrenme hedeflenmektedir. Böylece matematiksel kavramlar arası ilişkilerin fark edilmesi, yeni kavramların öğrenilmesi ve sosyal becerilerin gelişmesi söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada Everest Dağı'na Yolculuk adlı modelleme etkinliğinde gerçek hayat problemi kullanılarak öğrencilerin aktif olması, formel olmayan düşünce süreçlerinin incelenmesi, günlük hayat probleminden yola çıkarak matematiksel kavramlara ulaşmaları hedeflenerek matematiksel modelleme yeterliliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle bu çalışmada matematik öğretimi için araç olarak modelleme yaklaşımı benimsenmiştir.

Matematiksel modelleme döngüsel sürecinde araştırmacıların farklı işlem basamakları ile açıkladıkları modelleme çerçeveleri ise matematiksel modelleme yeterliliklerini ortaya koymaktadır. Blum ve Kaiser (1997)'e göre modelleme yeterlilikleri, gerçek problemi anlama ve gerçekliğe dayalı model oluşturma, gerçek modelden matematiksel model oluşturma, oluşturulan matematiksel modeli çözme, matematiksel sonuçları yorumlama ve çözümü doğrulama şeklinde beş basamaktan oluşmaktadır. Berry ve Houston (1995) modelleme yeterliliklerini problemi anlama, değişkenleri seçme ve varsayımları kurma, matematikselleştirme, matematiksel model kurma ve birleştirme, matematiksel çözümü gerçekleştirme ve çözümü yorumlama olarak altı basamakta ifade etmektedirler. Bu modelleme süreçleri gerçek yaşam problemi ile başlayıp matematiksel model oluşturma, modeli çözme ve yorumlama şeklinde devam etmektedir. Bu bağlamda modelleme çerçevelerinin farklı işlem basamaklarına sahip olmalarına rağmen modelleme yeterliliklerini geliştirmeyi hedefledikleri görülmektedir.

Öğrencilere matematiksel modelleme yeterliliklerinin geliştirilebilmesi için farklı öğrenme ortamlarında akranları ile birlikte çeşitli matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama fırsatları sunulmalıdır (Blomhøj, 2011). Bu sebeple bireysel farklılıkların dikkate alındığı matematik öğretim programı, öğrencilere üst bilişsel becerilerin kazandırılmasını ve kazanılan becerilerin kullanılmasını hedefleyen böylece anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan yapıda oluşturulmuştur (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018). Matematik öğretim programında bulunan kavram ve kazanımları öğrencilere aktarmanın yollarından biri matematiksel modellemedir (Haines, 2011). Matematiksel modelleme ile gerçek yaşamın neredeyse tüm alanlarında karşılaşmaktadır. Bu bağlamda matematiksel modelleme öğrencilerin matematiksel kavramları anlamalarına, eleştirel ve yaratıcı yönlerinin farkına varmalarına, günlük yaşam problemlerine çözüm önerileri sunup matematikselleştirmelerine ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerine büyük ölçüde katkı sağlamaktadır (Blum, 2002). Matematik derslerinin günlük yaşam problemlerinin yer aldığı matematiksel modelleme etkinliklerinin kazanımlarla bütünleştirildiği zengin bir içeriğe sahip olması gerekmektedir. Matematik derslerinde kullanılan matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematiği gerçek hayattan uzak formül ve kurallar yığını olarak görmemelerini, gerçek yaşam durumlarını fark etmelerini, yorumlamalarını, değişkenleri bulmalarını ve anlamlı çözümler üretmelerini sağlamaktadır (Erbaş ve diğerleri, 2016).

Matematiksel modelleme, karşılaşılan gerçek yaşam problemlerinin matematiksel olarak ortaya konulmasına kadar geçirilen tüm süreçleri kapsamaktadır (Blum, 2002). Matematiksel modelleme yeterlilikleri, bireyin modelleme sürecini amaca uygun ve istekli bir şekilde tamamlama yeteneği ve gerçek yaşam problemlerinin çözümünü gerçekleştirmek için oluşturulan modelleri kullanabilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Maaß, 2006; Maaß ve Gurlitt, 2011). Matematiksel modelleme yeterlilikleri alan yazında farklı basamak sayısı ve isimlerle açıklanmaktadır. Örneğin Blum ve Kaiser (1997), matematiksel modelleme sürecini alt basamaklara bağlı olarak beş basamakta açıklamaktadır. Ludwig ve Xu (2010) ise, öğrencilerin modelleme sürecinde gerçekleştirdikleri becerilere göre altı düzeyde açıklamaktadır. Borromeo Ferri (2006) ise matematiksel modelleme sürecini, problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çözümü gerçekleştirme, çözümü yorumlama ve modeli doğrulama olarak altı yeterlilik ile açıklamaktadır. Tanımlanan modelleme yeterlilik basamaklarından anlaşılacağı üzere modellemede öğrenciden günlük hayat bağlamındaki matematiksel bir problemten yola çıkarak çözümü gerçekleştireceği bir model oluşturma ve modeli doğrulama yeterliliği göstermesi beklenmektedir. Borromeo Ferri (2006) modelleme döngüsünde, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliğine verdikleri cevaplarda ortaya çıkan yapılardan, eksikliklerden ve karşılaştıkları zorluklardan yola çıkarak öğrenme ortamının iyileştirilmesi ve bir araç olarak matematiksel modelleme etkinliklerinin nasıl daha etkili oluşturulabileceği amaçlanmaktadır. Bu çalışmada da Borromeo Ferri (2006) modelleme döngüsü çerçevesinde öğrencilerin modelleme yeterlilikleri incelenmiştir.

Matematiksel modelleme etkinlikleriyle öğrencilerin matematik derslerinde mümkün olan en erken sürede tanıştırılması önerilmektedir (Asempapa, 2015; Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Gainsburg, 2008; Lesh ve Doerr, 2003; National Council of Teachers of Mathematics, 2000). Bu durum, öğrencilerin olası gerçek yaşam problemlerinde anlamlı çözümler üretmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Almanya, Avustralya, Singapur ve Finlandiya gibi dünyanın birçok ülkesi matematik öğretim programlarında ilköğretim kademesinden başlayıp ortaöğretim kademesinin sonuna kadar modellemeye önem vermektedir (Lingefjård, 2006; Maaß, 2006). Türkiye’de de son yıllarda artarak devam eden modelleme çalışmalarıyla birlikte matematik eğitiminin genel amaçları doğrultusunda “sezgiye ve deneyime dayalı olarak stratejiler geliştirerek bu stratejileri kullanabilme, problemin çözümü ve kullanılan stratejiyi farklı açılardan değerlendirebilme ve matematiksel modellemeyi kullanabilme gibi matematiksel becerilere” yer verildiği belirtilmektedir (MEB, 2024, s. 15). Matematiksel modelleme yaklaşımının matematik derslerinde kullanımı ile öğrencilerin akademik başarılarında (Boaler, 2001; Brand, 2014) becerilerinde (English ve Sriraman, 2009; English ve Watters, 2004; Özgen ve Şeker, 2021) ve duyuşsal özelliklerinde (Akay ve Serin, 2025; Biccand ve Wessels, 2011; Chew ve diğerleri, 2019) olumlu etkileri olmaktadır. Öyle ki, matematik başarıları düşük öğrencilerin bile matematiksel modelleme etkinliklerine istekle katıldıklarını ve modelleme yeterliliklerinde gelişim sağladıkları görülmüştür (Doruk, 2020; Maaß, 2006; Özturan Sağır, 2010). Bununla birlikte matematiksel modelleme, öğrencilerin öğrendikleri matematiksel bilgilerin gerçek yaşamla ilişkilendirilmesi sonucu anlamlı öğrenme oluşmasına katkı sağlamaktadır (Erbaş ve diğerleri, 2014; Jonassen ve Strobel, 2006; İnan Tutkun ve Didiş Kabar, 2018). Öte yandan matematiksel modelleme, kavramsal anlamının gelişimine de yardımcı olur (Doerr, 2007; Kim ve Kim, 2010; Zbiek ve Conner, 2006). Sonuç olarak matematiksel modelleme, öğretim süreçlerinde olumlu çıktılar oluşturmaktadır. Bununla birlikte matematiksel modellemenin matematik derslerde sıklıkla kullanımı önerilmektedir (Uzun ve diğerleri, 2023). Bu noktada matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin sergiledikleri matematiksel modelleme yeterliliklerinin belirlenmesi önemli hâle gelmektedir.

Bu çalışmada lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliliklerinin incelenmesi amacı doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

1. Everest Dağı’na Yolculuk modelleme etkinliği çözüm sürecinde lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri nasıldır?
2. Everest Dağı’na Yolculuk modelleme etkinliği çözüm sürecinde lise ve ortaokul öğrencilerinin okul türüne ve sınıf düzeyine göre matematiksel modelleme yeterlikleri nasıl değişmektedir?

Matematiksel modelleme yeterlikleri ile ilişkili çalışmalar incelendiğinde lise ve ortaokul seviyesinde yapılan çalışmaların göreceli olarak daha az olduğu görülmektedir (Aztekin ve Şener, 2015). Çalışmada geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları gerçekleştirilmiş Everest Dağı’na Yolculuk adlı yeni bir modelleme etkinliği geliştirilmiş, aynı zamanda bu etkinlik ile lise ve ortaokul öğrencilerinin modelleme yeterliliklerinin okul türüne ve sınıf düzeyine göre nasıl değiştiğinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu sebeple araştırmanın alan yazına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Araştırmanın yöntem kısmında araştırma deseni, araştırmaya katılan çalışma grubu, veri toplama süreci, veri analizi ile araştırmanın geçerliği ve güvenilirliğine dair bilgiler verilecektir.

Araştırma Deseni

Bu çalışmada bir nitel araştırma yöntemi olan durum çalışması (Yin, 1994) araştırma deseni olarak belirlenmiştir. Durum çalışması, çeşitli olayların, grubun veya sistemlerin derinlemesine incelenmesinde kullanılan yöntem olarak tanımlanır (McMillan, 1996). Araştırmalarda durum çalışmasının kullanılma amacı bir olayın ayrıntılarının tanımlanması, olası açıklamaların yapılması ve olayın değerlendirilmesidir

(Gall ve diğerleri, 1996). Bu araştırmada lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliliklerinin Everest Dağı'na Yolculuk modelleme etkinliği bağlamında ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Lise ve ortaokul öğrencilerinin farklı yaş, cinsiyet ve eğitim seviyesinde olmalarından ve bu çeşitlilik kullanılarak öğrencilerin modelleme yeterliliklerinin derinlemesine incelenmesinin hedeflenmesinden dolayı durum çalışması yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışma Grubu

Araştırmaya katılan çalışma grubu, uygun örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenen Marmara bölgesinin bir ilçesinde bir Anadolu Lisesi, bir Fen Lisesi ve bir İmam Hatip Ortaokulunda öğrenim gören 310 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışma grubundaki katılımcıların cinsiyetlerinin okul türlerine göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmadaki katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımı

	Kız	Erkek	Toplam
11.sınıf (Anadolu L.)	29	27	56
11.sınıf (Fen L.)	24	24	48
7.sınıf (İHO)	28	49	77
6.sınıf (İHO)	47	82	129
Toplam	128	182	310

Tablo 1'de araştırmaya katılan öğrencilerin okul türü, sınıf düzeyi ve cinsiyetlerine göre dağılımı verilmiştir. Çalışma grubundaki 104 öğrenci lise, 206 öğrenci ortaokul düzeyinde öğrenim görmektedir. Lise öğrencilerinden 56 öğrenci Anadolu Lisesi (Anadolu L.), 48 öğrenci Fen Lisesi (Fen L.) öğrencisidir. Ortaokul öğrencilerinden 129 öğrenci 6. Sınıf; 77 öğrenci 7. sınıf düzeyinde olup okul türü İmam Hatip Ortaokulu (İHO)'dur. Çalışmaya katılan 128 öğrenci kız; 182 öğrenci erkektir.

Öğrencilerin isimleri gizlilik ilkesi doğrultusunda kodlar kullanılarak aktarılmıştır. Ö1-Ö104 arası kodlar lise, Ö105-Ö310 arası kodlar ortaokul öğrencilerini temsil etmektedir.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın verileri araştırmacılar tarafından oluşturulan Everest Dağı'na Yolculuk adlı modelleme etkinliğine dair çözümleri yardımıyla toplanmıştır.

Everest Dağı'na Yolculuk Modelleme Etkinliği

Everest Dağı'na Yolculuk modelleme etkinliği, model oluşturma etkinliği [MOE] prensiplerine (Tekin Dede and Bukova Güzel, 2013) göre tasarlanmıştır. Etkinliğin MOE prensiplerine göre oluşturulmasına dair açıklamalar Tablo 2 'de verilmiştir.

Tablo 2. Everest dağı'na yolculuk modelleme etkinliği ve model oluşturma etkinliği prensibi

Prensip	İçeriği	Everest Dağı'na Yolculuk Modelleme Etkinliği
Gerçeklik prensibi	MOE' nin içeriği öğrencilere anlamlı gelen gerçek yaşam durumlarını kapsmalı ve öğrenciler modeli içerikteki gerçek kişiler için oluşturmalıdır.	Etkinlikte dağcı Emin Bey ve ekibi Everest Dağı'na bir yolculuk yapacaklardır ve dağ yüksekliklerinin oluşturduğu risk durumunu belirlemek istemektedir. Bu sebeple güvenli ve tehlikeli yüksekliklerin belirlenmesi için yardım istemektedirler.
Model oluşturma prensibi	Öğrencilerin, problemin çıktısında kelime ve sayı yerine değişkenlerin kullanıldığı bir model oluşturmaları gerekmektedir.	Problem durumunda rüzgârın soğutucu etkisi, eğim, hava koşulları, yolculuğa çıkılan mevsim, oksijen yetersizliği gibi değişkenlerin dikkate alınıp model oluşturulması ve çözüme ulaşılması beklenmektedir.
Öz Değerlendirme Prensibi	Öğrenciler, gerçek yaşam durumu içeren problemin çözümünün uygunluğuna grup arkadaşları ile tartışarak kendileri karar vermelidir.	Etkinlik, öğrenme ortamlarında hem grup etkileşimine dayalı tartışmalarla hem de bireysel olarak uygulanabilir niteliktedir. Bu etkinlik öğrencilere bireysel olarak uygulanmıştır.
Yapı Değerlendirme Prensibi	Problem durumu, öğrencilerin düşündüklerini tam anlamıyla çözüme yansıtma imkânı tanımalıdır.	Problem durumunun çözümü öğrencilerin kullanacakları değişkenlere göre şekil alacak ve çözüme ulaşacaktır.
Model Genelleme Prensibi	Oluşturulan model benzer problemlerde kullanılabilir ve genellenebilir olmalıdır.	Etkinlikte dağın zirvesine yolculuk, farklı değişkenlerin kullanılmasına olanak verecek şekilde oluşturulmuştur. Benzer durumlara genellenebilir.
Etkili Prototip Prensibi	Oluşturulan model, aynı tür problem durumlarında geçerli bir ilk örnek (prototip) oluşturmalıdır.	Model, belli mevsim şartlarına göre tırmanış etkinliği olarak tasarlanmasına rağmen farklı mevsim şartlarına göre farklı aktiviteler için uygulanan bir prototip oluşturabilir.

Everest Dağı'na Yolculuk matematiksel modelleme etkinliği tasarlama aşamasında ilk olarak matematiksel modelleme etkinliklerinin bulunduğu kitaplar, tezler ve makaleler (Albayrak ve Tarım, 2022; Erbaş ve diğerleri, 2014; Fırat, 2021; Hıdıroğlu ve diğerleri, 2014; İnan Tutkun ve Didiş Kabar, 2018; Karahan ve Ergene, 2023; Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013; Tekin Dede ve Yılmaz, 2013; Yıldız, 2024) incelenmiştir. Ardından gerçeklik prensibi doğrultusunda Everest Dağı'na yapılan yolculuklardan hareketle gerçek yaşam durumuna uygun olarak dağcı bir ekibin yolculuğu konu edinilmiştir. Etkinlikte kullanılan gerçek yaşam problemi sayesinde öğrencilerin ilgisi çekilmeye çalışılmıştır. Böylece günlük hayatta matematiğin kullanım alanı öğrencilere fark ettirilip etkinliğin eğlenceli ve dikkat çekici hâle getirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmacılar tarafından dağ yolculukları hakkında gerekli bilgiler araştırılarak tanıtıcı makale oluşturulmuştur. Etkinliğin tanıtıcı makalesi kapsamında farklı değişkenlerin kullanılmasına imkân verecek şekilde bilgilere yer verilmiştir. Bu bağlamda rüzgârın soğutucu etkisi, hava sıcaklığı, eğim, oksijen yetersizliği, hipotermi, beyin hipoksisi, ekibin yolculuğa başlama zamanı gibi değişkenler belirlenmiştir.

Değişkenlerin birbirlerini etkileme durumları ve etkinliğin farklı değişkenlerin belirlenmesine açık olması, uygulamanın grup ya da bireysel olarak yapılmasına ve matematiksel model oluşturulabilir olmasına olanak sağlamaktadır. Böylece etkinliğin, öz değerlendirme prensibi doğrultusunda oluşturulmuş olduğu anlaşılmaktadır.

Etkinlikte yapı değerlendirme prensibi göz önünde bulundurularak tanıtıcı makale ile birlikte problem durumu açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmiştir. Ayrıca etkinlik, konuya uygun bir görsel ve değişkenlerin birbiri ile ilişkisinin ortaya konulduğu bir tablo ile güçlendirilmiştir. Modelleme etkinliği farklı değişkenlerin kullanılabilir olması sayesinde benzer durumlar içinde genellenebilir bir özelliğe sahiptir. Bu sebeple model genelleme ve etkili prototip prensibine uygun olduğu söylenebilir. Everest Dağı'na Yolculuk matematiksel modelleme etkinliği EK-1'de verilmiştir.

Model oluşturma etkinliği prensipleri doğrultusunda oluşturulan Everest Dağı'na Yolculuk modelleme etkinliği taslağı üzerinde doçent derecesinde üç öğretim üyesi ve yüksek lisans öğrencisi olan beş matematik öğretmeni tarafından verilen uzman görüşlerine göre uygun düzeltmeler yapılmıştır. Uzman görüşlerine göre tanıtıcı makale kısmında anlaşılabilirliği arttıracak şekilde cümlelerde ve değişkenlerin verildiği tabloda düzeltmelere gidilmiştir. Modelleme etkinliğine son hâli verilip gönüllü beş öğrenci ile deneme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Deneme uygulamasında etkinliği revize etmeye gerek olmadığı anlaşıp uygulama aşamasına geçilmiştir. Uygulama sürecinde süre sınırı koyulmamış, bireysel olarak çalışma grubunda yer alan öğrencilerden etkinliği çözmeleri istenmiştir. Etkinlik ortalama 40-45 dakikada tamamlanmıştır. Uygulama esnasında öğrencileri etkinliğin çözümüne yönelik yönlendirici açıklamalardan uzak durulmuştur.

Veri Analizi

Bu çalışmada verilerin analizinin yapılmasında betimsel analiz tekniğinden yararlanılmıştır. Betimsel analiz sürecinde verilerin önceden belirlenmiş temalara göre sınıflandırılması, yorumlanması ve bulgular arasında neden-sonuç ilişkisinin kurulması beklenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu bağlamda lise ve ortaokul öğrencilerinin Everest Dağı'na Yolculuk modelleme etkinliği çözümleri, Hıdıroğlu vd. (2014) tarafından Berry ve Houston (1995) ile Borromeo Ferri (2006) modelleme çerçevesinde düzenlenen dereceli puanlama anahtarından yararlanılarak oluşturulan altı basamaklı modelleme sürecinin yer aldığı "Dereceli Puanlama Rubriği" kullanılarak analiz edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Dereceli puanlama rubriği

Basamaklar	Düzy	Açıklama
A: Problemi Anlama	A ₁	Problemi anlamamış, probleme ilişkin herhangi bir şey yazmamış
	A ₂	Problemi kısmen anlamış, verilen ve istenenleri anlamlandıramamış
	A ₃	Problemi tam olarak anlamış, probleme ilişkin verilen ve istenenleri yazmış veya somut çizimler yapmış
B: Sadeleştirme	B ₁	Geçerli olan ve olmayan değişkenleri belirleyememiş
	B ₂	Geçerli olan ve olmayan değişkenleri kısmen belirlemiş, değişkenleri doğru ilişkilendirememiş
	B ₃	Geçerli olan ve olmayan değişkenleri belirlemiş, değişkenleri doğru ilişkilendirebilmiş, farklı değişkenler sunmuş
	C ₁	Problemi matematiksel olarak ifade edememiş

C: Matematiksel Ştirme	C ₂	Problemi kısmen matematikselleştirmiş, değişkenler arasındaki matematiksel bağlantıyı kuramamış ya da yanlış ilişkilendirmiş
	C ₃	Problemi matematiksel olarak ifade etmiş, gerekli matematiksel kavramları görselleştirmiş, nasıl kullanacağını açıklamış
D: Matematiksel Çözümü Gerçekleştirme	D ₁	Model oluşturamamış
	D ₂	Model kısmen oluşturulmuş fakat istenilene uygun ifadeler içermemekte ya da hatalı çözümler içermekte
	D ₃	Model oluşturulmuş, istenilene uygun çözüme ulaşılmış
E: Çözümleri Yorumlama	E ₁	Çözümünden matematiksel sonuçlar çıkaramamış ya da hatalı sonuçlar çıkarmış
	E ₂	Çözümünden kısmen matematiksel sonuçlar çıkarmış fakat sınıflandıramamış ya da yeterli yorumlayamamış
	E ₃	Çözümünden matematiksel sonuçlar çıkarmış, yeterli şekilde yorumlamış ve sınıflandırmış
F: Modeli Doğrulama	F ₁	Modeli doğrulayamamış
	F ₂	Modeli kısmen doğrulamış fakat farklı durumları sorgulamamış
	F ₃	Modeli doğrulamış, farklı durumlar için modeli sorgulamış

Dereceli Puanlama Rubriği doğrultusunda öğrencilerden problemi anlama basamağında verilenlerin ve istenenlerin anlaşıldığına dair liste, çizim ya da açıklama yapmaları beklenmiştir. Aşağıda verilen Ö138 kodlu öğrencinin A₂ düzeyine ait çözüm kâğıdında problemi anlama aşamasında verilen bilgileri eksik listelemesi sonucu problemi kısmi düzeyde anladığı görülmektedir.

Yükseklik = 8848 metre
8848
İlk başlangıçta 20°C
150 metrede 1°C düşüyor = -1 düşüyor

Şekil 1. A₂ düzeyine ait Ö138 kodlu öğrenci çözümü örneği

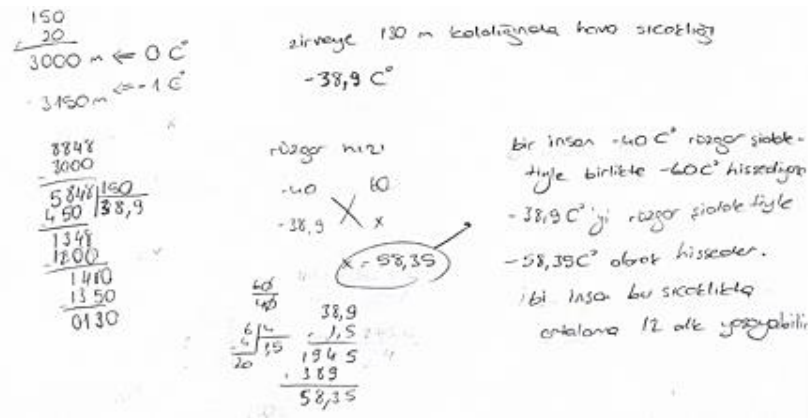
Matematiksel modelleme yeterlilik basamaklarından sadeleştirme basamağında öğrencilerden problemin değişkenlerini tespit etmeleri ve değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemeleri hatta farklı değişkenler sunabilmeleri beklenmektedir. Aşağıda Ö224 kodlu öğrencinin B₂ düzeyine ait çözüm kâğıdında sadeleştirme aşamasına dair bir kesit verilmiştir.

Sevgili Dağcı Elçibey
40 dereceden en büyük gümüşün sıcaklığı olan 60 derece gibi hissettirir. Her 150 metrede
bir 1 derece düşüğüne göre ve 20 derecede başladığınıca göre 3000 metrede 0
derece olur. 6000 metrede -40 derece olur, yani 6000 metrenin 11erisine gümüşün,

Şekil 2. B₂ düzeyine ait Ö224 kodlu öğrenci çözümü örneği

Ö224 kodlu öğrencinin B₂ düzeyine ait Şekil 2’de verdiği cevabı incelendiğinde problemin değişkenlerinden sadece yükseklik ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkiye odaklandığı, diğer değişkenleri belirleyemediği görülmektedir.

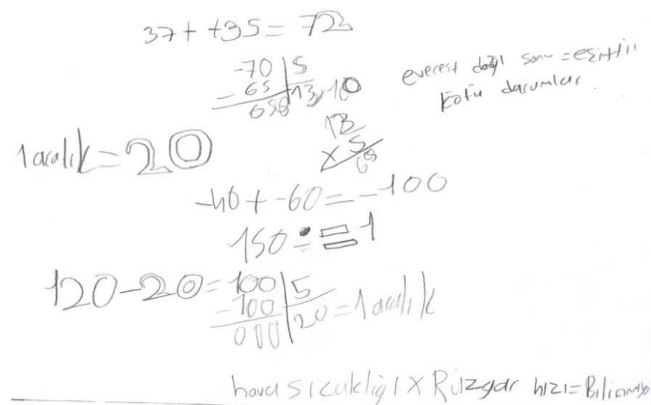
Everest Dağı’na Yolculuk adlı problemin çözümüne dair matematikselleştirme aşamasında ise öğrencilerden değişkenler arasındaki bağlantıların matematik cümleleriyle ifade edilip doğru sonuçların bulunması beklenmektedir. Aşağıda Ö82 kodlu öğrencinin matematikselleştirme aşamasında yazdığı matematiksel işlemler görülmektedir.



Şekil 3. C₂ düzeyine ait Ö82 kodlu öğrenci çözümü örneği

Ö82 kodlu öğrencinin C₂ düzeyine ait Şekil 3’te verdiği cevabı incelendiğinde tırmanış sırasında her metrede sıcaklık düşüşlerini hesapladığı, rüzgâr hızı ile sıcaklık arasındaki bağıntıyı kullanarak bir insanın ortalama kaç dakika bu hava koşullarına dayanabileceğini çeşitli matematiksel işlemlerle bulmaya çalıştığı görülmektedir.

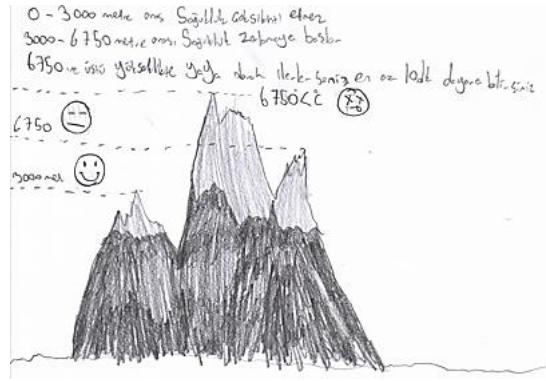
Matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağında öğrencilerden problemin çözümüne yönelik bir model oluşturmaları ve modeli kullanarak uygun çözüme ulaşmaları beklenmektedir. Aşağıda Ö257 kodlu öğrencinin çözüm kâğıdından bir kesit verilmiştir.



Şekil 4. D₁ düzeyine ait Ö257 kodlu öğrenci çözüm örneği

Ö257 kodlu öğrencinin D₁ düzeyine ait Şekil 4'teki çözüm kâğıdında yaptığı çeşitli matematiksel işlemlerin hatalı ve eksik olması sonucu ulaştığı modelin problem çözümüne uygun olmadığı görülmektedir.

Çözümü yorumlama basamağında ise öğrencilerden yaptıkları çözümler doğrultusunda yorum yapmaları ve problem sonucunda istenen güvenli ve tehlikeli bölgeleri doğru bir şekilde sınıflandırmaları istenmektedir. Aşağıda Ö54 kodlu öğrencinin çözüm kâğıdında çözümü nasıl yorumladığı verilmiştir.



Şekil 5. E₂ düzeyine ait Ö54 kodlu öğrenci çözüm örneği

Ö54 kodlu öğrencinin E₂ düzeyine ait Şekil 5'teki cevap kâğıdında çözümü yorumlamak için dağ resmi çizdiği ve yorumlarını bu çizimler üzerinden gösterdiği görülmektedir. Öğrencinin çözümü yorumlama basamağında, dağın güvenli ve tehlikeli bölgelerini yeterli düzeyde sınıflandırdığı ve bu sınıflandırmalara yönelik yorumlarda bulunduğu görülmektedir.

Son aşama olan modeli doğrulama basamağında öğrencilerden yaptıkları modeli sorgulamaları ve farklı durumlar için yorumlamaları beklenmektedir. Aşağıda Ö212 kodlu öğrencinin çözüm kâğıdından bir kesit verilmiştir.



Şekil 6. F₁ düzeyine ait Ö212 kodlu öğrenci çözüm örneği

Ö212 kodlu ortaokul öğrencisinin Şekil 6'da verilen F₁ düzeyine ait çözüm kâğıdı modeli doğrulama basamağı doğrultusunda incelendiğinde öğrencinin hayali bir çözüm sunduğu bu sebeple doğrulama basamağı için verdiği cevabın yetersiz olduğu görülmektedir.

Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Araştırmanın verileri kapsamında öğrencilerden alınan Everest Dağı'na Yolculuk adlı modelleme etkinliği çözüm kâğıtları Hıdıroğlu vd. (2014) tarafından Berry ve Houston (1995) ile Borromeo Ferri (2006)'nin modelleme çerçevesinde düzenlenen dereceli puanlama anahtarından yararlanılarak oluşturulan altı basamaklı modelleme sürecinin yer aldığı "Dereceli Puanlama Rubriği" kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin çözüm kâğıtları dereceli puanlama rubriğine göre kodlanmıştır.

Nitel bir araştırmada araştırmacı etkisinden uzak bir kodlama yapılması çok güçtür. Bu nedenle veri setinin farklı kodlayıcılar tarafından kodlanması sonucu ortaya çıkan benzerlik oranı önemlidir (Fidan and Öztürk, 2015). Kodlama yapan kodlayıcılar arasındaki görüş birliğinin en az %80 olması gerekmektedir (Miles and Huberman, 1994). Bu bağlamda araştırmada yapılan kodlamanın güvenilirliği için matematik eğitimi alanında doktorasını tamamlamış üç kodlayıcıdan öğrenci çözüm kâğıtlarının %20 (n=62) kadarını dereceli puanlama rubriğe göre analiz etmeleri istenmiştir. Farklı kodlayıcıların kodlama sonuçları arasındaki benzerlik oranı %85,15 çıkmıştır. Elde edilen kodlama benzerliği ile bu araştırmanın güvenilirliğinin artırılması amaçlanmıştır.

Bulgular

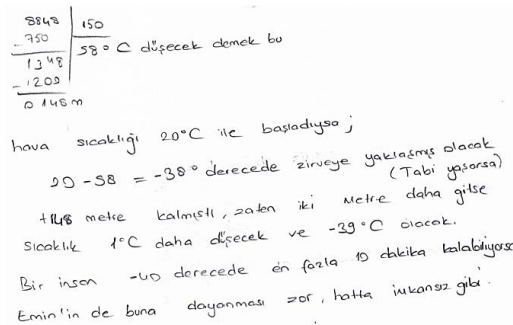
Araştırmanın bulguları, matematiksel modelleme yeterlilik basamakları bağlamında betimsel istatistikler (frekans ve yüzde) kullanılarak tablolar yardımıyla sunulmuştur.

Lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri modelleme yeterliliklerinin ilk basamağı olan problemi anlama basamağına dair ortaya koydukları bilgiler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin problemi anlama yeterliğine ait dağılımları

A	Lise						Ortaokul					
	Fen L.		Anadolu L.		Toplam		7.sınıf		6.sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
A ₁	-	-	3	5	3	3	3	4	6	5	9	4
A ₂	18	38	16	29	34	33	36	47	67	52	103	50
A ₃	30	62	37	66	67	64	38	49	56	43	94	46

Tablo 4 incelendiğinde matematiksel modelleme yeterlilikleri problemi anlama basamağında, lise öğrencilerinin üçte ikisine yakınının (n=67; %64) düzeyinin A₃ olduğu, üçte birinin (n=34; %33) düzeyinin A₂ olduğu görülmüştür. Problemi anlama basamağında A₂ düzeyinde olan lise öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 7'de verilmiştir.



$$\begin{array}{r} 5848 \\ - 750 \\ \hline 1348 \\ - 1203 \\ \hline 145 \end{array}$$

hava sıcaklığı 20°C ile başladığı;
 $20 - 58 = -38^{\circ}\text{C}$ derecede zirveye yaklaşıyor olacak
 (Tabii ki yavaş) $20 - (-38) = 58^{\circ}\text{C}$ daha fazla olacak.
 Bir insan -38°C derecede en fazla 10 dakika kalabiliyor
 Emin'in de buna dayanması zor, hatta imkansız gibi.

Şekil 7. A₂ düzeyine ait Ö51 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 7 incelendiğinde, problemin tanıtıcı makalesinde verilenlerin bir kısmının kullanılması fakat rüzgârın hava sıcaklığına soğutucu etkisi gibi bazı değişkenlerin hesaba katılmamasından dolayı Ö51 kodlu öğrencinin problemi anlama basamağı A₂ olarak kabul edilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin ise yarıya yakınının (n=94; %46) problemi anlama basamağında A₃ düzeyinde olduğu, yarısının (n=103; %50) ise A₂ düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Her iki seviyede de çok az öğrencinin A₁ seviyesinde olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. A₃ düzeyinde olan ortaokul öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 8’ de verilmiştir.

8848 metre
Çin - Nepal
1953 ten itibaren
saatte 100 km rüzgarı
-70 dereceye düşer
beyin, iğneden hassas
6021. oksijen gitmekten 5 dk sonra
ölürler.
vücut 32°
38° altı hipotermi
31° donma
-40.10 dk dayanır

Şekil 8. A₃ düzeyine ait Ö237 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 8 incelendiğinde tanıtıcı makalede verilen bilgilerin tamamını bir liste halinde yazdığından dolayı Ö237 kodlu öğrencinin problemi anlama düzeyi A₃ olarak kabul edilmiştir.

Lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri modelleme yeterliliklerinin ikinci basamağı olan sadeleştirme basamağına dair ortaya koydukları bilgiler Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Öğrencilerin sadeleştirme yeterliğine ait dağılım

B	Lise						Ortaokul					
	Fen L.		Anadolu L.		Toplam		7.sınıf		6.sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
B ₁	3	6	7	13	10	10	34	44	34	26	68	33
B ₂	26	54	25	44	51	49	25	33	67	52	92	45
B ₃	19	40	24	43	43	41	18	23	28	22	46	22

Tablo 5 incelendiğinde matematiksel modelleme yeterlilikleri sadeleştirme basamağında lise öğrencilerinin üçte birinden azının (n=10; %10) düzeyinin B₁ olduğu, yarısına yakınının (n=51; %49) düzeyinin B₂ olduğu ve üçte birinden fazlasının (n=43; %41) düzeyinin B₃ olduğu görülmüştür. Sadeleştirme basamağında B₃ düzeyinde olan lise öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 9’da verilmiştir.

- Dışarının sıcaklığı vücut sıcaklığını nasıl etkiliyor?
(-10°C'ta insan donar mı vb.)
- Kıyafetleri nasıl? Fazla ince mi yoksa doğru mu giyinmişler?
- Rüzgâr başlangıçta ne kadar ve yüksekliğe bağlı değişiyor mu?
100 km/sa'te ne kadar değiştiriyor?

Şekil 9. B₃ düzeyine ait Ö45 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 9 incelendiğinde farklı değişkenlere dair sorular sorarak bunların gerekli ya da gereksiz olduğuna karar verilmeye çalışılmasından dolayı Ö45 kodlu öğrencinin sadeleştirme düzeyi B₃ olarak kabul edilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin ise üçte birine yakını (n=68; %33) problemi sadeleştirme basamağında B₁ düzeyinde olduğu, üçte birinden fazlasının (n=92; %45) ise B₂ düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Her iki seviyede de B₂ düzeyinde daha fazla öğrenci olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. B₂ düzeyinde olan ortaokul öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 10'da verilmiştir.

20°C

$$\begin{array}{r} 150 \\ \times 20 \\ \hline 3000 \\ + 150 \\ \hline 3150 \end{array}$$

ÖNEMLİ:
-40, -60 hissediliyor -20, -40 hissedilebilir
-40'ta 10 dk kalabilirler

3000 metre çıkışlarında hava sıcaklığı sıfırdır
6000 metrede hava sıcaklığı -20 olur ana sıcaklık -39'a kadar çıkabilir

Şekil 10. B₂ düzeyine ait Ö107 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 10 incelendiğinde yükseklik ile hava sıcaklığı arasındaki ilişki kullanılmasına rağmen rüzgâr, eğim, giysi durumları gibi değişkenler ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkilerin belirlenememesinden dolayı Ö107 kodlu öğrencinin sadeleştirme düzeyi B₂ olarak kabul edilmiştir.

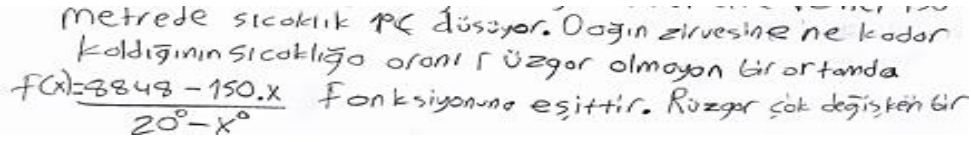
Lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri modelleme yeterliliklerinin üçüncü basamağı olan matematikselleştirme basamağına dair ortaya koydukları bilgiler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Öğrencilerin matematikselleştirme yeterliğine ait dağılım

C	Lise						Ortaokul					
	Fen L.		Anadolu L.		Toplam		7.sınıf		6.sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
C ₁	25	52	24	43	49	47	65	84	68	53	133	65
C ₂	16	33	29	52	45	43	12	16	56	43	68	33
C ₃	7	15	3	5	10	10	-	-	5	4	5	2

Tablo 6 incelendiğinde matematiksel modelleme yeterlilikleri matematikselleştirme basamağında lise öğrencilerinin yarısına yakınının (n=49; %47) düzeyinin C₁ olduğu, üçte birinden fazlasının (n=45; %43)

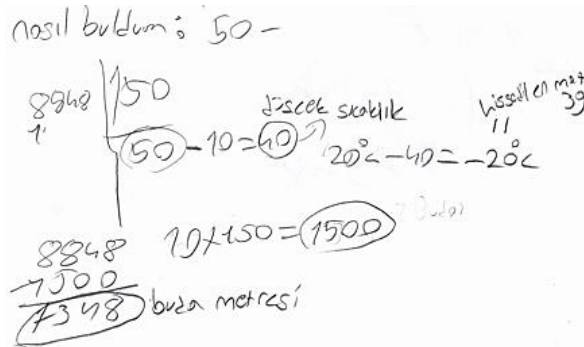
düzeyinin C₂ olduğu görülmüştür. Matematikselleştirme basamağında C₂ düzeyinde olan lise öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. C₂ düzeyine ait Ö27 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 11 incelendiğinde çözüme dair verilen bilgiler doğrultusunda bir fonksiyon bağıntısı yazıldığı fakat bağıntının eksik değişkenli olmasından dolayı Ö27 kodlu öğrencinin matematikselleştirme düzeyi C₂ olarak kabul edilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin ise üçte ikisine yakınının (n=133; %65) matematikselleştirme basamağında C₁ düzeyinde olduğu, üçte birine yakınının (n=68; %33) ise C₂ düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Ortaokul öğrencilerinde 7. sınıf seviyesinde matematikselleştirme basamağında C₃ düzeyinde hiç öğrenci olmamasına rağmen 6. sınıf seviyesinde az da olsa öğrenci olduğu görülmüştür. Her iki seviyede de çok az öğrencinin C₃ düzeyinde matematikselleştirme düzeyine ulaşabildikleri bulgusu elde edilmiştir. C₃ düzeyinde olan ortaokul öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. C₃ düzeyine ait Ö139 kodlu öğrenci çözüm örneği

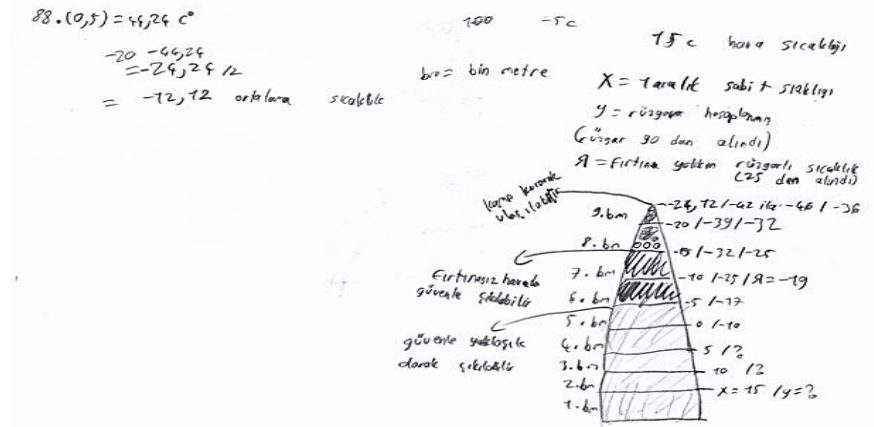
Şekil 12 incelendiğinde değişkenler arası ilişkilerden yararlanılarak “nasıl buldum?” sorusu sorulup çeşitli matematiksel işlemlerin gerçekleştirilmesinden dolayı Ö139 kodlu öğrencinin matematikselleştirme düzeyi C₃ kabul edilmiştir.

Lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri modelleme yeterliliklerinin dördüncü basamağı olan matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağına dair ortaya koydukları bilgiler Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Öğrencilerin matematiksel çözümü gerçekleştirme yeterliğine ait dağılım

D	Lise						Ortaokul					
	Fen L.		Anadolu L.		Toplam		7.sınıf		6.sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
D ₁	34	71	48	86	82	79	76	99	122	94	198	96
D ₂	9	19	7	12	16	15	1	1	6	5	7	3
D ₃	5	10	1	2	6	6	-	-	1	1	1	1

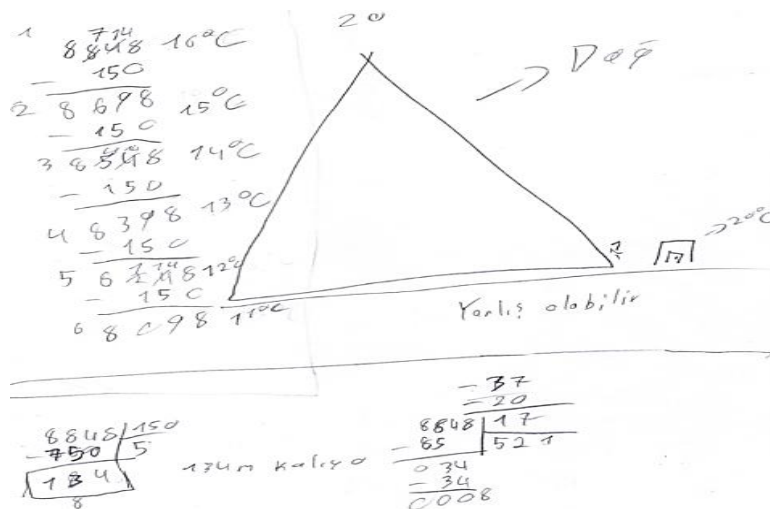
Tablo 7 incelendiğinde matematiksel modelleme yeterlilikleri matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağında lise öğrencilerinin üçte ikisinden fazlasının ($n=82$; %79) düzeyinin D_1 olduğu, üçte birinden azının ($n=16$; %15) düzeyinin D_2 olduğu görülmüştür. Matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağında D_3 düzeyinde olan lise öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 13'de verilmiştir.



Şekil 13. D_3 düzeyine ait Ö78 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 13 incelendiğinde matematiksel işlemler ile doğru sonuçlara ulaşıldığı ve problemin çözümüne dair bir model oluşturabildiğinden dolayı Ö78 kodlu öğrencinin matematiksel çözümü gerçekleştirme düzeyi D_3 olarak kabul edilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin ise tamamına yakınının ($n=198$; %96) matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağında D_1 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağında D_1 düzeyinde olan ortaokul öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. D_1 düzeyine ait Ö116 kodlu öğrenci çözüm örneği

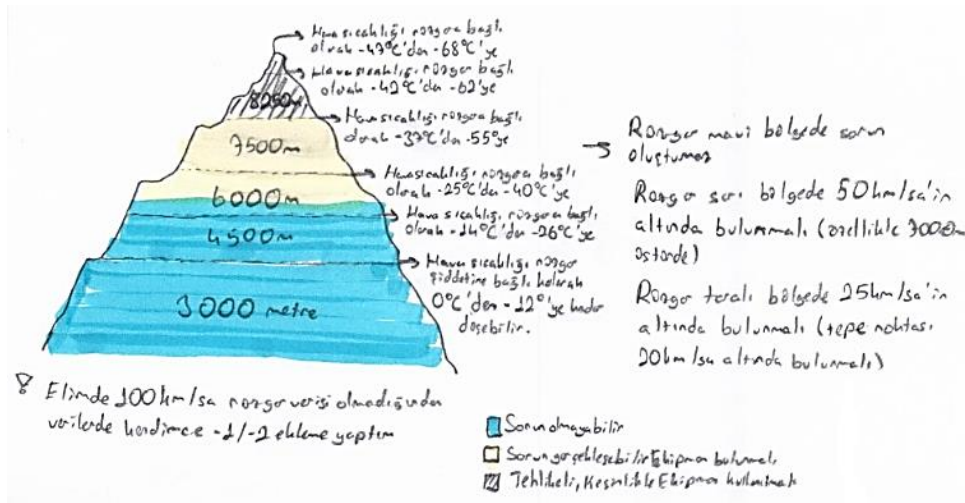
Şekil 14 incelendiğinde farklı değişkenlerin etkilerinin işlemlere dâhil edilmediği, hatalı matematiksel sonuçlara ulaşıldığı ve çözüme dair bir model oluşturulamadığından dolayı Ö116 kodlu öğrencinin matematiksel çözümü gerçekleştirme düzeyi D₁ olarak kabul edilmiştir.

Lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri modelleme yeterliliklerinin beşinci basamağı olan çözümü yorumlama basamağına dair ortaya koydukları bilgiler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Öğrencilerin çözümleri yorumlama yeterliğine ait dağılım

E	Lise						Ortaokul					
	Fen L.		Anadolu L.		Toplam		7.sınıf		6.sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
E ₁	28	58	43	77	71	68	59	77	97	75	156	76
E ₂	17	36	12	21	29	28	18	23	30	23	48	23
E ₃	3	6	1	2	4	4	-	-	2	2	2	1

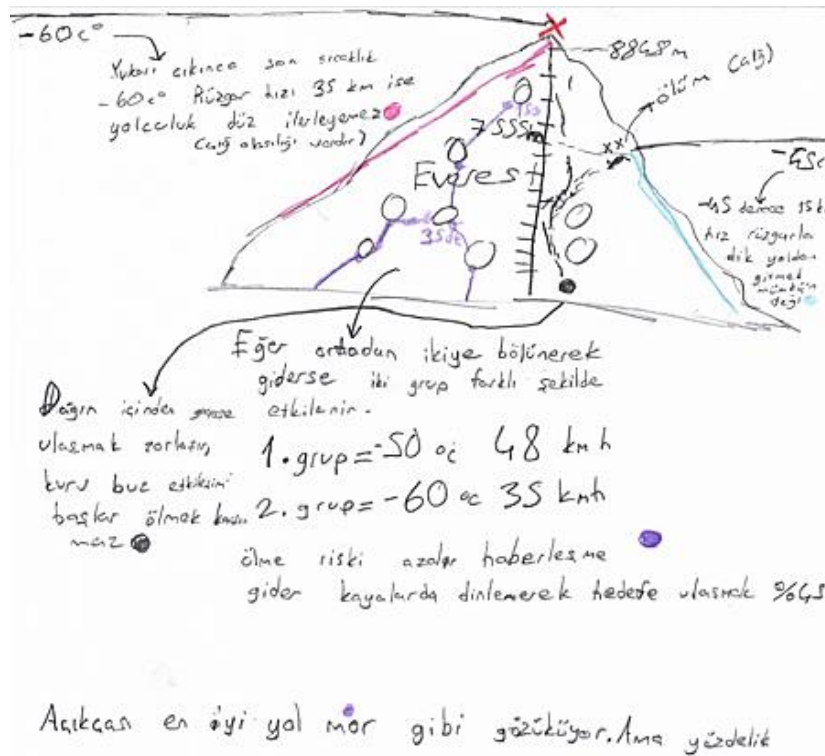
Tablo 8 incelendiğinde matematiksel modelleme yeterlilikleri çözümleri yorumlama basamağında lise öğrencilerinin üçte ikisinin (n=71; %68) düzeyinin E₁ olduğu, üçte birinden azının (n=29; %28) düzeyinin E₂ olduğu görülmüştür. Çözümleri yorumlama basamağında E₃ düzeyinde olan lise öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 15’te verilmiştir.



Şekil 15. E₃ düzeyine ait Ö29 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 15 incelendiğinde matematiksel çözümler sonucu ulaşılan bilgiler doğrultusunda oluşturulan model istenilen kapsamda yorumlandığı, güvenli ve tehlikeli bölgeler doğru bir şekilde sınıflandırıldığından dolayı Ö29 kodlu öğrencinin çözümleri yorumlama düzeyi E₃ olarak kabul edilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin ise üçte ikisine yakınının (n=156; %76) düzeyinin E₁, üçte birine yakınının (n=48, %23) düzeyinin E₂ olduğu tespit edilmiştir. Her iki seviyede de çok az öğrencinin E₃ düzeyinde olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Çözümleri yorumlama basamağında E₂ düzeyinde olan ortaokul öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 16’da verilmiştir.



Fakat göz önünde bulundurulması gereken tek etken soğuk değil, oksijen seviyesi başta olmak üzere sert rüzgarlar, zorlu eğimler ve birçok şey düşünülmelidir. Aniden ve plansız gerçekleşecek durumlar düşünülmelidir. Burada asıl kilit nokta bence vücut sıcaklığı fakat vücut sıcaklığının hangi soğukta, neye göre, nasıl ve kaç derece düştüğünü bilmediğim için çözümü tam olarak bulamadım.

Şekil 17. F₃ düzeyine ait Ö13 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 17 incelendiğinde modelin farklı değişkenlerin hava şartlarına etkileri için sorgulanmasının yanında sorunun çözümüne dair öz değerlendirme yapılmasından dolayı Ö13 kodlu öğrencinin modeli doğrulama düzeyi F₃ olarak kabul edilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin ise tamamının (n=206; %100) düzeyinin F₁ olduğu tespit edilmiştir. Her iki seviyede de öğrencilerin neredeyse tamamının modeli doğrulama basamağında F₁ düzeyinde olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Modeli doğrulama basamağında F₁ düzeyinde olan ortaokul öğrencisinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 18’de verilmiştir.

her 160 metrede 1°C düşüyormuş. yolculuğa başladıklarında ise 20°C’dir. Bu yüzden 20°C’nin üstünde olmasını istiyorum. İyi yolculuklar. Eğer bu sorunun cevabı matematikle alakalıysa kusurabek mayın benim kafam matematiğe gelişmiyor.

Şekil 18. F₁ düzeyine ait Ö211 kodlu öğrenci çözüm örneği

Şekil 18 incelendiğinde modeli doğrulamaya yönelik herhangi bir ifade kullanılmamasından ve hatta problemin matematikle olan bağlantısının bile farkına varılamamasından dolayı Ö211 kodlu öğrencinin modeli doğrulama düzeyi F₁ olarak kabul edilmiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin gerçek yaşam durumlarından yola çıkarak kendi matematiksel yapılarını oluşturdukları, bunları test ettikleri süreçleri kapsayan ve birlikte çalışılan etkinliklerdir (Kaiser ve Sriraman, 2006). Bu araştırmada araştırmacılar tarafından tasarlanan ve gerçek bir yaşam probleminin kullanıldığı Everest Dağı’na yolculuk adlı modelleme etkinliği yardımı ile lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlilikleri incelenmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlilik düzeyleri problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çözümü gerçekleştirme, çözümü yorumlama ve doğrulama basamakları kapsamında belirlenmeye çalışılmıştır.

Matematiksel modelleme yeterliliklerinin birinci basamağı olan problemi anlama basamağında lise öğrencilerinin çoğunun A₃ düzeyinde, ortaokul öğrencilerinin çoğunun A₂ düzeyinde olduğu görülmüştür. Lise öğrencileri tanıtıcı makaledeki bilgiler doğrultusunda verilenleri ve istenenleri listelerken ya da kendi cümleleri ile problemi ifade ederken ortaokul öğrencileri problemi anladıklarına dair daha çok görsellerden yararlanmışlardır. Hem lise hem de ortaokul öğrencilerinden bazıları ise çözüm kâğıtlarına herhangi bir şey yazmadığı hatta probleminden hiçbir şey anlamadıklarını çözüm kâğıdına yazılı olarak ifade etmelerinden dolayı matematiksel modelleme yeterliği problemi anlama basamağında yetersiz

kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, rutin problemlere alışkın öğrencilere verilenlerin ve istenenlerin bu etkinlikte açık ve net olarak belirtilmemesinden kaynaklanmış olabilir (Eraslan, 2012). Öğrencilerin daha önce matematiksel modelleme etkinlikleri ile karşılaşmamış olmaları bu durumun başka bir sebebi sayılabilir (Deniz ve Akgün, 2018). Bu çalışmada 6. sınıf öğrencilerinin problemi anlama basamağında yeterli düzeyde performans sergiledikleri gözlenmiştir. Ancak aynı sınıf düzeyindeki öğrenciler ile yapılan başka bir çalışmada, öğrencilerin problemi okuyarak önemli kısımları belirlemeye çaba gösterdikleri hâlde problemi anlamada yetersiz kaldıkları belirlenmiştir (Çoksöyler ve Bozkurt, 2021). Bu durum öğrencilerin problemi anlama yeterliklerinin bağlam ve uygulama koşullarına göre değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Gerekli ve gereksiz olan değişkenlerin seçilmesi ile problemin sadeleştirildiği modelleme yeterliliklerinin ikinci basamağında lise ve ortaokul seviyelerinde öğrencilerin en fazla B₂ düzeyinde yeterlilik gösterdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin değişkenleri eksik belirledikleri ve değişkenler arasında yeterli ve doğru ilişkiyi kuramadıkları saptanmıştır. Öğrenciler Everest Dağı'na Yolculuk etkinliği çözümlerini bireysel olarak gerçekleştirmişlerdir. Bu bağlamda Maaß (2006) çalışmasında vurguladığı üzere bireysel çözümlerde bireylerin tartışamadıkları, bu sebeple ortaya koydukları çözüm varsayımlarının eksik kaldığı ve bu durumun ortaya çıkacak yeterlilikleri etkilediği söylenebilir. Bununla birlikte sadeleştirme basamağında lise öğrencilerinin üçte birinden fazlası B₃ düzeyinde ulaşırken, ortaokul öğrencilerinin az bir kısmının B₃ düzeyine ulaşabildiği görülmüştür. Lise öğrencilerinin farklı değişkenleri belirlemede ve değişkenler arasında ilişki kurmada ortaokul öğrencilerine göre daha başarılı oldukları söylenebilir. Öğrencilerin sınıf düzeylerinin yükselmesine paralel olarak modelleme yeterlilik basamaklarındaki başarıları da artmaktadır (Tekin Dede, 2017). Fakat sınıf öğretmenleri adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelendiği çalışmada, öğretmen adaylarının değişkenleri tanımlamada ve aralarında ilişki kurmada zorluk yaşadıkları belirtilmiştir (Albayrak ve Tarım, 2022). Bu durum, modelleme yeterliliklerinin sadece sınıf düzeyi bağlamında değil kullanılan farklı etkinlikler, eğitimsel altyapı eksikliği ve uygulama deneyimi gibi çeşitli faktörler açısından da değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinde katılımcılar cebir, grafiksel ve tablo temsil biçimlerinden daha çok sözel temsil biçimlerini tercih etmektedirler (Yanar ve Ergene, 2024). Bu araştırmanın matematiksel modelleme yeterliliklerinin üçüncü basamağı olan matematikselleştirme kısmında lise ve ortaokul öğrencilerinin çoğunluğunun matematiksel ifadeler kullanmadıkları, daha çok sözel çözüme yöneldikleri görülmüştür. Peter-Koop (2004) öğrencilerin problemi anlama basamağında birtakım zorluklar yaşadıklarını ve bu zorlukların çözümü etkilediğini belirtmektedir. Katılımcıların matematiksel modelleme yeterliliği anlama basamağında düşük düzeyde performans göstermeleri diğer yeterlilik basamaklarında gösterecekleri performansları olumsuz etkilemektedir (Karahan ve Ergene, 2023). Bu çalışmada da çözüm kâğıdına hiçbir şey yazmayan ya da problemi kısmen anlayıp verilen ve istenenlerde anlamlandırma hataları yapan öğrencilerin problemin çözümüne dair işlem yapamadıklarına veya hatalı sonuçlara vardıklarına rastlanmıştır. Öğrencilerin sadeleştirme basamağında yaşadıkları zorlukların matematikselleştirme basamağını etkilediği söylenebilir (Hıdıroğlu ve diğerleri, 2014). Öğrencilerin problemin değişkenlerini eksik belirlemeleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri kuramamaları, modelleme sürecinin sadeleştirme basamağını takip eden aşamalarda çeşitli güçlükler yaşamalarına neden olmuştur (Balyta, 1999; Graham ve Thomas, 2000) görüşü bu durumu desteklemektedir. Matematikselleştirme basamağında lise öğrencileri ortaokul öğrencilerine göre daha iyi performans sergilemişlerdir. Bunun nedeni lise öğrencilerinin ortaokul öğrencilerine göre ön öğrenmelerinin fazla olmasından kaynaklanabilir. Öğrencilerin çoğunluğunun matematikselleştirmede zorluk yaşamalarının matematiğin günlük hayatla bağdaştırılamaması sebebiyle ortaya çıkmış olabileceği söylenebilir. Bununla birlikte ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin matematikselleştirme süreçlerinin incelendiği çalışmada karmaşık modelleme problemini başarılı bir şekilde matematiksel olarak ifade edebildikleri görülmüştür (Didiş

Kabar ve İnan, 2018). Öğrencilerle ön hazırlık çalışmalarının yapılmış olması öğrencilerin matematikselleştirme başarısının artma sebebi olarak belirtilebilir.

Öğrenciler modelleme yeterlilikleri dördüncü basamağı olan matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağında matematiksel model oluşturmamış ya da hatalı çözümler içeren modeller oluşturmuşlardır. Fen Lisesi öğrencilerinin liselere giriş sınavında matematik ders başarıları yüksek olmasına rağmen Anadolu Lisesi öğrencileri ile matematiksel çözümü gerçekleştirme basamağında aralarında anlamlı bir fark oluşmamıştır. Öğrencilerin matematiksel çözümlerinde benzer stratejiler kullandıkları görülmüştür. Bireyler iyi bir matematiksel alt yapıya sahip olmalarına rağmen çözümlerde daha basit işlemlerin yer aldığı modelleri kullanmaktadırlar (Albayrak ve Tarım, 2022; Blum, 2011; Tekin Dede, 2015). Bu sebeple öğrenciler farklı değişkenler arasındaki matematiksel ilişkiyi basit işlemlerle bulmaya çalıştıklarından yeterli ve doğru sonuçlara ulaşamamışlardır.

Matematiksel modelleme yeterlilikleri beşinci basamağı olan çözümleri yorumlama basamağında öğrencilerin büyük bir kısmı modelin çözümünden hatalı sonuçlar çıkarmış ya da yeterli yorumlayamamış veya sınıflandıramamıştır. Clement (1982) ve Kapur (1982)'un çalışmalarında belirtildiği gibi bu çalışmada da öğrenciler matematiksel ifadelerin çözümüne odaklanarak bulunan sonuçları gerçek hayat bağlamında yorumlamamış ya da yanlış çözümlerle hatalı yorumlama ve sınıflandırma yapmışlardır. Bu durum farklı birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir (Blum and Borromeo-Ferri, 2009; Çakmak Gürel ve Işık, 2018; Çoksöyler ve Bozkurt, 2021; Deniz ve Yıldırım, 2018; Kılınç ve Ergene, 2025; Yanar ve Ergene, 2024).

Matematiksel modelleme yeterlilikleri altıncı basamağı olan modeli doğrulama basamağında ise lise öğrencilerinin bazıları modellerini sorgulama yoluna giderek farklı durumlar için modeli değerlendirirken ortaokul öğrencilerinin tamamı bu basamakta modeli hiç doğrulamamışlardır. Benzer şekilde Matematik Köyü'ne Gidiyoruz modelleme etkinliğinin kullanılarak 5. sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliliklerinin incelendiği çalışmada da öğrencilerin tamamının modeli doğrulama basamağında yetersiz kaldıkları belirlenmiştir (Uzun ve diğerleri, 2023). Bu durum, problem çözme sürecinde öğrencilerin problem çözme basamaklarından değerlendirme (look-back) basamağını (Polya ve Conway, 1957) kullanmayı ihmal etmelerinin etkisi olarak değerlendirilebilir. (Karahan ve Ergene, 2023).

Araştırmanın bulguları bütüncül olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliliklerinin sınıf seviyesi açısından farklılık göstermediği ancak basamakların kendi içerisinde birbirini etkilediği anlaşılmıştır. Problemi anlama ya da sadeleştirme basamağında zorluk yaşayan öğrencilerin diğer basamaklarda da zorluk yaşadığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliği ile daha önce karşılaşmamış olmaları, grup içerisinde çalışmamaları ve sahip oldukları ön bilgilerin yetersizliği ile etkinliğin çözümüne karşı motivasyonlarının yeterli olmaması modelleme yeterliliklerini etkilemiştir (Çaylan Ergene ve Ergene, 2024). Bu durum Blum ve Borromeo Ferri (2009) ve Doerr ve English (2003) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Fakat etkinlik sonrası öğrenciler daha sonra benzer bir modelleme etkinliği yapmak istediklerini belirtmişlerdir ki, aynı durum farklı çalışmalarda da görülmektedir (Özgen ve Şeker, 2021; Uzun ve diğerleri, 2023).

Çalışmanın sonuçları doğrultusunda aşağıda çeşitli öneriler sunulmuştur.

- Araştırmada kullanılan Everest Dağı'na Yolculuk etkinliğinde öğrencilerin bireysel çözümleri incelenmiştir fakat etkinlik farklı sınıf düzeylerinde grup çalışması ile gerçekleştirilebilir.
- Etkinlik simülasyon programları ya da yapay zekâ yardımı ile bir oyun şekline dönüştürülerek öğrencilerle birlikte daha eğlenceli ve dikkat çekecek bir öğrenme ortamında gerçekleştirilebilir. Böylece etkinliğe öğrencilerin daha istekli katılması sağlanabilir.

- Everest Dağı'na Yolculuk etkinliği daha önce matematiksel modelleme etkinliği uygulanmamış öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Etkinlik öncesi bir grup öğrenciye matematiksel modelleme ile ilgili gerekli eğitim verilip daha sonrasında bu etkinlik uygulanarak eğitim verilmeyen öğrencilere göre modelleme yeterliliklerinin ne düzeyde değiştiği incelenebilir.
- Öğrencilerin uygulama öncesi matematiksel modellemeye karşı tutumları ile uygulama sonrası tutumları karşılaştırılabilir. Bu, modellemenin yeterlilik açısından incelenmesinin yanında öğrenci üzerindeki duyuşsal etkisinin tespit edilmesini sağlayabilir.

Etik Kurul Onayı: Araştırma için Sakarya Üniversitesi Eğitim Araştırmaları ve Yayın Etik Kurulu'nun 06.11.2024 tarihli 37/11 toplantı numarasıyla etik kurul onayı alınmıştır.

Yazar Katkı Oranı Beyanı: Araştırmanın yazarları araştırmanın tüm süreçlerine eşit derecede katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Araştırmanın yazarları olarak maddi veya manevi herhangi bir çıkar/çatışma beyanımız olmadığını beyan ederiz.

Kaynakça

- Akay, S. A. ve Serin, M. K. (2025). Matematiksel modelleme etkinliklerinin 4. sınıf ölçme öğrenme alanındaki başarıya ve öğrencilerin matematik kaygılarına etkisi. *Yaşadıkça eğitim*, 39(1), 208-228. <https://doi.org/10.33308/26674874.2025391825>
- Albayrak, H. B. ve Tarım, K. (2022). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri: Okulda zaman problemi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 18(2), 95-112. <https://doi.org/10.17244/eku.1163414>
- Asempapa, R. S. (2015). Mathematical modeling: Essential for elementary and middle school students. *Journal of Mathematics Education*, 8(1), 16-29.
- Aztekin, S. ve Şener, Z. T. (2015). Türkiye’de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 40(178), 139-161. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.4125>
- Balyta, P. (1999). The effects of using motion detector technology to develop conceptual understanding of functions through dynamic representation in grade 6 students [Unpublished Doctoral dissertation]. Concordia University.
- Berry, J. ve Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. Gulf Professional Publishing.
- Biccard, P. ve Wessels, D. C. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA14*, 375-383. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_37
- Blomhøj, M. (2011). Modelling competency: Teaching, learning and assessing competencies—Overview. *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA14*, 343-347. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_34
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education-Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 149-171. <https://doi.org/10.1023/A:1022435827400>
- 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. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_3
- Blum, W. ve Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W. ve Kaiser, G. (1997). Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden. *Unpublished application to Deutsche Forschungsgesellschaft*.
- Boaler, J. (2001). Mathematical modelling and new theories of learning. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, 20(3), 121-128. <https://doi.org/10.1093/teamat/20.3.121>
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38(2), 86-95. <https://doi.org/10.1007/BF02655883>

- Brand, S. (2014). Effects of a holistic versus an atomistic modelling approach on students' mathematical modelling competencies. *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- Chew, M. S. F., Shahrill, M. ve Li, H. C. (2019). The integration of a problem-solving framework for brunei high school mathematics curriculum in increasing student's affective competency. *Journal on Mathematics Education*, 10(2), 215-228.
- Clement, J. (1982). Algebra word problem solutions: thought processes underlying a common misconception. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13, 16- 30. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.13.1.0016>
- Çakmak Gürel, Z. ve Işık, A. (2018). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye ilişkin yeterliklerinin incelenmesi. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 85–103. <https://doi.org/10.19160/ijer.477651>
- Çaylan Ergene, B. and Ergene, Ö. (2024). Mathematical modeling self-efficacy of middle school and high school students. *Participatory Educational Research*, 11(4), 99-114. <https://doi.org/10.17275/per.24.51.11.4>
- Çoksöyler A. ve Bozkurt, G. (2021). Bilişsel perspektif bağlamında matematiksel modelleme süreci: Altıncı sınıf öğrencilerinin deneyimleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 52(52), 480–502. <https://doi.org/10.53444/deubefd.930216>
- Deniz, D. ve Akgün, L. (2018). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(24), 294–312. <https://doi.org/10.29329/mjer.2018.147.16>
- Deniz, D. ve Yıldırım, B. (2018). Fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 87–93. <https://doi.org/10.18506/anemon.463533>
- Didiş Kabar, M. G. ve İnan, M. (2018). Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin matematikselleştirme süreçlerinin ve matematiksel modellerinin incelenmesi: Çim biçme problemi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(2), 339-366. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.408698>
- Doerr, H. M. (2007). What knowledge do teachers need for teaching mathematics through applications and modelling?. In *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 69-78). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_5
- Doerr, H. M., ve English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for research in mathematics education*, 34(2), 110-136. <https://doi.org/10.2307/30034902>
- Doruk, B. K. (2020). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinliği tasarlama deneyimlerine ilişkin görüşleri. *Journal of Academic Social Science Studies*, 13(80). <https://doi.org/10.29228/JASSS.41899>
- English, L. D. ve Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling with young children. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*.

- English, L. ve Sriraman, B. (2009). Problem solving for the 21st century. In *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers* (pp. 263-290). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00742-2_27
- Eraslan, A. (2012). Prospective elementary mathematics teachers' thought processes on a model eliciting activity. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(4), 2964-2968.
- Erbaş, A. K., Alacacı, C., Çetinkaya, B., Aydoğan Yenmez, A., Çakıroğlu, E., Kertil, M., Didiş, M. G., Baş, S., Şahin, Z., Şen Zeytun, A. ve Korkmaz, H. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları*. Türkiye Bilimler Akademisi.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C. ve Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Fırat, B. F. (2021). Matematiksel modelleme etkinliklerinin altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine, görsel matematik okuryazarlığı algılarına ve okuduğunu anlama becerilerine etkisi [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Fidan, T. ve Oztürk, I. (2015). The relationship of the creativity of public and private school teachers to their intrinsic motivation and the school climate for innovation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 905-914. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.370>
- 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>
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modeling and Application*, 1(5), 3-16.
- Gall, M. D., Borg, W. R., ve Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing.
- Graham, A. T., ve Thomas, M. O. (2000). Building a versatile understanding of algebraic variables with a graphic calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 265-282. <https://doi.org/10.1023/A:1004094013054>
- Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From models to modeling. In *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 7-22). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3194-2_2
- Haines, C. (2011). Drivers for mathematical modelling: Pragmatism in practice. *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA14*, 349-365. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_35
- Haines, C., ve Crouch, R. (2001). Recognizing constructs within mathematical modelling. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, 20(3), 129-138. <https://doi.org/10.1093/teamat/20.3.129>
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in science education*, 31, 401-435. <https://doi.org/10.1023/A:1013120312331>

- Hıdıroğlu, Ç., Tekin Dede, A., Kula, S. ve Bukova Güzel, E. (2014). Matematiksel modelleme süreci çerçevesinde öğrencilerin kuyruklu yıldız problemine ilişkin çözümleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(31), 1-17.
- Jonassen, D. H. ve Strobel, J. (2006). Modeling for meaningful learning. *Engaged learning with emerging technologies*, 1-27. https://doi.org/10.1007/1-4020-3669-8_1
- Justi, R. S. ve Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of science education*, 24(4), 369-387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>
- Kaiser, G. ve Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zdm*, 38, 302-310. <https://doi.org/10.1007/BF02652813>
- Kapur, J. N. (1982). The art of teaching the art of mathematical modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 13(2), 185-192. <https://doi.org/10.1080/0020739820130210>
- Karahan, M. ve Ergene, Ö. (2023). Bitkisel ürün sigortası modelleme etkinliği bağlamında matematik öğretmen adaylarının modelleme süreçlerinin incelenmesi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 1-22. <https://doi.org/10.53629/sakaefd.1271618>
- Kılınç, S. ve Ergene, Ö. (2025). Lise Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 9(1), 1-27.
- Kim, S. H. ve Kim, S. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pacific Education Review*, 11, 109-120. <https://doi.org/10.1007/s12564-009-9052-x>
- Lesh, R. ve Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modelling perspective on mathematics teaching, learning and problem solving. In R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 3-33). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lesh, R. ve Harel, G. (2003). Problem solving, modeling, and local conceptual development. *Mathematical thinking and learning*, 5(2-3), 157-189. <https://doi.org/10.1080/10986065.2003.9679998>
- Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM*, 38, 96-112. <https://doi.org/10.1007/BF02655884>
- Ludwig, M. ve Xu, B. (2010). A comparative study of modelling competencies among Chinese and German students. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(1), 77-97. <https://doi.org/10.1007/s13138-010-0005-z>
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38(2), 113-142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Maaß, K., ve Gurlitt, J. (2011). LEMA-Professional development of teachers in relation to mathematical modelling. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA14*, 629-639. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_60

- McMillan, J. H. (1996). *Educational research: Fundamentals for the consumer*. HarperCollins College Publishers, 10 East 53rd Street, New York, NY 10022; World Wide Web: <http://www.harpercollins.com/college>.
- MEB (2018). Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.
- MEB (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: Matematik dersi öğretim programı (1-12. sınıflar) taslağı. Millî Eğitim Bakanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr>
- Miles, B. M., ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Sage Publications.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. NCTM.
- Niss, M., Blum, W., ve Galbraith, P. (2007) How to replace the word problems. W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, M. Niss (Ed.). *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14. ICMI Study*, New York: Springer, 3-22.
- Özgen, K., ve Şeker, İ. (2021). 6. Sınıf öğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemlerindeki beceri gelişimlerinin incelenmesi. *Millî Eğitim Dergisi*, 50(230), 329-358. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.680760>
- Özturan Sağır, M. (2010). Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz düzenleme becerilerine etkisi. [Yayınlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Peter-Koop, A. (2004). Fermi problems in primary mathematics classrooms: Pupils' interactive modelling processes. In *Mathematics education for the third millennium: Towards 2010. Proceedings of the 27th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, Townsville (Vol. 27).
- Pólya, G., ve Conway, J. H. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (p. 2015). Princeton: Princeton University Press.
- Tekin Dede, A. (2015). Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması [Yayınlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tekin Dede, A. (2017). Modelleme yeterlikleri ile sınıf düzeyi ve matematik başarıları arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 16(3), 1201-1219. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.330251>
- Tekin Dede, A. ve Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite problemi. *İlköğretim Online*, 12(4), 1100-1119.
- Tekin Dede, A. ve Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 185-206.
- İnan Tutkun, M. ve Didiş Kabar, M. G. (2018). Ortaokullarda matematiksel modelleme: 7. sınıf öğrencilerinin "hava durumu" modelleme problemi ile deneyimi. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 8(2), 23-52. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.456200>

- Uzun, H., Ergene, Ö., ve Masal, E. (2023). İlköğretim beşinci sınıfların kapsamlı bölümlerinin incelenmesi: Matematik Köyü'ne olanak etkinliği. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 6(2), 494-521. <https://doi.org/10.33400/kuje.1316782>
- Yanar, A. N. ve Ergene, Ö. (2024). Farklı eğitim seviyelerindeki katılımcıların sosyo-kritik matematiksel modelleme etkinliği çözüm süreçlerinin incelenmesi. *Journal of Uludag University Faculty of Education*, 37(3), 830-865. <https://doi.org/10.19171/uefad.1495955>
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, E. (2024). Yaratıcı drama ile zenginleştirilmiş matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlik düzeylerine, öz yeterliklerine ve başarılarına etkisi [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yin, R. K. (1994). Discovering the future of the case study. Method in evaluation research. *Evaluation practice*, 15(3), 283-290. [https://doi.org/10.1016/0886-1633\(94\)90023-X](https://doi.org/10.1016/0886-1633(94)90023-X)
- Zbiek, R. M., ve Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in mathematics*, 63, 89-112. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-9002-4>

EK-1

EVEREST DAĞI 'NA YOLCULUK

Everest dağı, Dünya'nın deniz seviyesi üzerindeki en yüksek dağıdır ve şu anki yüksekliği 8848 metredir. Bu dağ Himalayalarda, Çin-Nepal sınırı üzerinde yer alır. 1953 yılından günümüze kadar başarılı dağcılar tarafından oluşturulan ekiplerle birçok kez Everest Dağı'nın zirvesine tırmanma denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu ekipler tırmanış esnasında oksijen eksikliği, hızı saatte 100 kilometreye varan sert rüzgârlar, zaman zaman -70 dereceye kadar düşen aşırı soğuklar ve dik eğimlerle mücadele etmek zorunda kalmışlardır.

İnsan beyni oksijen eksikliğine son derece hassastır. Bazı beyin hücreleri oksijen kaynakları kaybolduktan 5 dakika sonra ölmeye başlar. Bunun sonunda beyin hipoksisi oluşur ve bu durum beyin hasarına ya da ölüme neden olur. Aynı zamanda bir yetişkinin normal vücut ısı 37 derecedir. Bu ısı 35 derecenin altına düştüğünde hipotermi ortaya çıkar, 31 derecenin altına düştüğünde ise donma gerçekleşir. Örneğin soğuğa karşı çok hazırlıklı giyinen bir insan -40 derece soğuğa 10 dakika kadar maruz kaldığında hayatını kaybeder. Çünkü rüzgârın hızı -40 derecelik havayı -60 derece olarak hissettirebilir.

Profesyonel dağcı Emin bir ekip kurarak Everest Dağı'na tırmanmaya karar verir. 5 dağcıdan oluşan ekibi kurduktan sonra Everest Dağı'na tırmanma güzergâhını belirler. Tırmanma hedefleri dağın zirvesidir. Fakat tırmanma sırasındaki hava koşullarını ve riskleri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Ekibin önündeki en büyük engel kendini hissettiren aşırı soğuk havadır. Yukarılara çıkıldıkça her 150 metrede 1 derece hava sıcaklığı düşmektedir. Ekip 1 Aralık'ta yolculuğa başladıklarında hava sıcaklığı 20 derecedir.



Tabloda rüzgârın soğutucu etkisi ile hissedilen sıcaklıklar verilmiştir.

		HAVA SICAKLIĞI (°C)													
RÜZGAR HIZI (km / sa)		0	-1	-2	-3	-4	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
	6	-2	-3	-4	-5	-7	-8	-14	-19	-25	-31	-37	-42	-48	-54
	8	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-14	-20	-26	-32	-38	-44	-50	-56
	10	-3	-5	-6	-7	-8	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57
	15	-4	-6	-7	-8	-9	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60
	20	-5	-7	-8	-9	-10	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62
	25	-6	-7	-8	-10	-11	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64
	30	-6	-8	-9	-10	-12	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65
	35	-7	-8	-10	-11	-12	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66
	40	-7	-9	-10	-11	-13	-14	-21	-27	-34	-41	-46	-54	-61	-68
	45	-8	-9	-10	-12	-13	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69
	50	-8	-10	-11	-12	-14	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69
	55	-8	-10	-11	-13	-14	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70
	60	-9	-10	-12	-13	-15	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71
	65	-9	-10	-12	-13	-15	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72
	70	-9	-11	-12	-14	-15	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72
	75	-10	-11	-12	-14	-15	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73
	80	-10	-11	-13	-14	-16	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74
	85	-10	-11	-13	-14	-16	-17	-24	-31	-39	-46	-53	-60	-67	-74
	90	-10	-12	-13	-15	-16	-17	-25	-32	-39	-46	-53	-61	-68	-75

Buna göre tablodaki verileri kullanarak Dağcı Emin ve ekibi sizden bu yolculukta güvenli ve tehlikeli yükseklikleri belirleyip kendilerine yardımcı olmanızı istemektedirler. Hava sıcaklığı ile rüzgârın soğutucu etkisi arasındaki ilişkiyi dikkate alarak ekibe güvenli ve tehlikeli yükseklikleri belirleyecek bir model oluşturunuz ve bunu ekibe açıklayan bir mektup yazınız.