



Examination and Comparison of High School Students Mathematical Modeling Processes

Sümeyye Kılınç¹ , Özkan Ergene² 

¹ Sakarya University, Institute of Educational Sciences, Sakarya, Türkiye

² Sakarya University, Faculty of Education, Sakarya, Türkiye

ABSTRACT

Mathematical modeling is the process of analyzing real-life situations or realistic scenarios using mathematical methods. This study aims to examine the mathematical modeling competencies of 11th and 12th-grade students from a science high school and a project school, based on their responses to the "Deniz Stationery Sales" mathematical modeling activity. The research was designed using the case study method, a qualitative research approach. The study group consisted of 119 students from the 11th and 12th grades, attending a science high school and a project school in the Southeastern Anatolia Region. Data for the research were collected through the "Deniz Stationery Sales" activity, developed by the researchers. The data obtained from the study were analyzed using descriptive analysis. As a result of the study, it was found that students were most successful in the competency of understanding real-life problems, with science high school students performing better than project school students in this competency. It was also observed that the students' overall mathematical modeling competencies were at a low level, and the modeling competency levels were similar between the two schools. The study suggests that in order to improve students' mathematical modeling competencies, activities that include mathematical modeling should be incorporated into mathematics education.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 20.11.2024

Received in revised form: 19.01.2025

Accepted: 22.01.2025

Available online: 13.02.2025

Article Type: Research Article

Keywords: mathematical modeling, mathematical modeling competencies, modeling activity, high school students.

© 2025 JMSE. All rights reserved

1. Introduction

Mathematical modeling analyzes real-life situations or realistic scenarios using mathematical methods (Erbaş et al., 2014). In mathematical modeling, students try to solve problems by using assumptions within a cycle. Therefore, mathematical modeling cycles should be addressed to explain the mathematical modeling process and be used in determining and defining mathematical modeling competencies (Blomhøj, 2011). Properly selecting and defining the mathematical modeling process is a prerequisite for identifying mathematical modeling competencies (Albayrak & Tarım, 2022). A well-defined process will be more helpful in determining which competencies the student possesses. Modeling competencies can be summarized as simplification, structuring, mathematization, mathematical work, and interpretation (Çakmak Gürel & Işık). Based on the mentioned modeling competencies, there are sub-competencies in modeling, which can be explained as identifying and simplifying the given information, clarifying the objective, creating mathematical situations, determining variables/parameters and constants, formulating mathematical expressions, choosing a mathematical model, interpreting graphical representations, and verifying the model by comparing it with the real-life situation (Houston, 2007). Once the competencies and sub-competencies are defined,

¹ Corresponding author's address: Graduate students, Sakarya, Türkiye
e-mail: sumeyye.kilinc@ogr.sakarya.edu.tr & sumeyyek.9947@icloud.com

it is suggested that mathematical modeling activities should be emphasized more in lessons to develop and assess these competencies. When examining studies related to mathematical modeling, it is evident that research has been conducted at almost every level with the mathematical modeling activities used (Simon & Blume, 1994; Verschaffel et al., 1997; Korkmaz, 2010; Akgün et al., 2013; Dede & Yılmaz, 2013; Duran et al., 2016; Şahin & Eraslan, 2016; Kalaycı, 2017; Dede et al., 2018; Erdoğan, 2019; Ergene, 2019; Kurt, 2019; Şahin, 2019; Kaplan, 2022; Kaya & Keşan, 2022; Canbaz & Tarım, 2023; Karahan & Ergene, 2023; Kırılı, 2023; Yanar & Ergene, 2024). However, it has been noted as a limitation in the literature that very few studies use the same mathematical modeling activity across different schools or varying levels of achievement. This study aims to determine the stage of mathematical modeling competence in the mathematical modeling activity titled "Sales of Deniz Stationery" (Appendix 1) with 11th and 12th grade students in a science high school and a project-based school, as well as to identify which sub-competencies they can achieve within their mathematical modeling competence.

2.Method

The research was designed using the case study method, one of the qualitative research approaches. The study considers high school students' mathematical modeling competencies as individual cases. The purposive sampling method a non-random technique, was chosen to align with the research purpose and case study design (Patton,1987). The data collection tool is the "Sales of Deniz Stationery" (Appendix 1), a mathematical modeling activity developed by the researchers. The study group consisted of 11th and 12th-grade students from a science high school and a project school in the Southeastern Anatolia Region. In the data analysis, the Mathematical Modeling Process Evaluation Rubric (Table 2) was adapted by the researchers to be suitable for use in the study.

3. Discussion and Conclusion

In the study, students' competencies were examined in five stages. These stages are: understanding real-life problems, simplification, mathematization and mathematical work, interpretation, and verification. When analyzing the students' responses to the activity, it was observed that they were most successful in the competency of understanding real-life problems. This finding is similar to Bukova Güzel and Uğurel (2010) study. In the simplification stage, it was thought that students were unable to identify all the variables due to the high number of variables in the "Modeling Sales of Deniz Stationery" activity. Even though students did not use all the variables, they were seen to identify some variables and seek solutions to the problem. Additionally, it is believed that the expected difference in the simplification stage, in terms of identifying variables, was due to the higher mathematical achievement of students from science high schools compared to those from the project school. When considering the remaining three competencies, it was observed that the different academic achievements of students did not create a significant difference, which aligns with studies conducted with elementary school students and teacher candidates in the literature (Çakmak Gürel & Işık, 2018; Şahin, 2019; Kaya & Keşan, 2022).

4. Recommendations

The comparison of competencies through a single activity in the study can be considered one of the limitations of the research. Planning the necessary time for comparisons with multiple activities is crucial. Therefore, it can be recommended that researchers aiming to conduct similar studies collaborate with teachers and plan the curriculum at the beginning of the academic year to include more activities. Similarly, it can be suggested that research be conducted to examine the competency development and attitudes towards mathematics of students with different achievement levels, based on competency levels from the same mathematical modeling activities. Considering that the problem situations in mathematical modeling activities are based on real-life problems, the development of the competency in understanding the problem becomes important for acquiring or enhancing

mathematical modeling competence. Thus, it is recommended that research be conducted to explore the relationships between mathematical modeling competencies and problem-solving skills (Ergene, 2023; Ergene & Çaylan Ergene, 2023). Furthermore, it may be suggested that studies examine the solution processes of participants at different educational levels in mathematical modeling activities, with affective traits related to mathematical modeling competencies being considered as a component (Çaylan Ergene & Ergene, 2024).

Lise Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması

Sümeyye Kılınç¹, Özkan Ergene²

¹ Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye

² Sakarya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sakarya, Türkiye

ÖZ

Matematiksel modelleme, gerçek hayattaki durumların veya gerçekçi bir durumun matematiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmesi sürecidir. Bu çalışmada, fen lisesi ve proje okulundaki on birinci ve on ikinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin, Deniz Kırtasiyenin Satışları matematiksel modelleme etkinliğine verilen cevaplar yardımıyla incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemiyle tasarlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki bir fen lisesi ve bir proje okulunda on birinci ve on ikinci sınıfta eğitim görmekte olan 119 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri araştırmacılar tarafından oluşturulan "Deniz Kırtasiyenin Satışları" etkinliği yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin en çok gerçek hayat problemini anlama yeterliğini gerçekleştirebildikleri görülmüş ve bu yeterlikte fen lisesi öğrencilerinin proje okulundaki öğrencilere göre yeterlik düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin genel olarak matematiksel modelleme yeterliklerinin düşük düzeyde olduğu ve iki okuldaki öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlik düzeylerinin benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişmesi için matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerini içeren çalışmalara yer verilmesi gerektiği önerilmiştir.

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihi:

Alındı: 20.11.2024

Düzeltilmiş hali alındı: 19.01.2025

Kabul edildi: 22.01.2025

Çevrimiçi yayınlandı: 13.02.2025

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: matematiksel modelleme, matematiksel modelleme yeterlikleri, model oluşturma etkinliği, lise öğrencileri.

© 2025 JMSE. Tüm hakları saklıdır

1. Giriş

Matematik eğitiminin amaçlarından biri akıl yürütme, ilişkilendirme ve analitik düşünme gibi becerileri kullanarak gerçek hayatta karşılaşılan problemlere çözüm üretebilen bireyler yetiştirilmesidir (English ve Watters, 2004). Bu nedenle matematik derslerinde günlük hayattaki problemlere yer verilmeli ve öğrencilerin bu problemlerin çözüm süreçleriyle deneyim kazanması sağlanmalıdır (Kaiser, 2005). Öğrencilerin verilen gerçek hayat problemini analiz etmesi; ilişkilendirme, akıl yürütme ve yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesini sağlarken günlük hayat ve matematiği nasıl ilişkilendireceğiz sorularına da cevap niteliğindedir. Matematiğin günlük hayat ile ilişkilendirilmesinde matematiksel modellemenin önemi büyüktür. Matematiksel modelleme, gerçek hayattaki durumların veya gerçekçi bir durumun matematiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmesi sürecidir (Erbaş vd., 2014). Haines ve Crouch (2007) ise matematiksel modellemeyi gerçek hayattaki problem durumlarının soyutlanarak matematik diline aktarılıp çözümlenmesi ve daha sonra çözümün test edildiği döngüsel bir süreç olarak ifade etmişlerdir. Matematiksel modellemenin sonuçtan ziyade bir sürece odaklandığı ve öğrencilerin süreç içerisindeki analizlerinin günlük hayattaki problemlere bakış açısını geliştirmelerine yardımcı olduğunu söylemek mümkündür. Matematiksel modelleme sürecinde öğrencilere verilen günlük hayat problemlerinin tek bir çözüm yolu yoktur, burada öğrencilerin verilen bilgilerden yola çıkarak kendi varsayımlarıyla çözüm üretmeleri ve çözüm sürecinde varsayımlarından analizler yaparak buldukları sonuçları değerlendirmeleri beklendiği için matematiksel modelleme gerçek hayat durumunun test edildiği döngüsel bir süreç olarak ifade edilmiştir. Matematiksel modelleme problemlerinin kullanılması, matematiğin hayatın her alanında olduğunu öğrencilerin zihninde oluşturabilme fırsatı sunarken öğrencilere de matematiksel modelleme problemleri üzerine düşünerek matematiğin birçok disiplinle ilişkili olduğunu fark

edebilme fırsatı sunar. Böylece matematiksel modellemenin sadece matematik eğitimi için değil birçok disiplin için ne kadar önemli olduğu daha iyi anlaşılabilir (Kaya ve Keşan, 2022).

Matematiksel modellemede öğrenciler bir döngü içerisinde varsayımları kullanarak probleme çözüm üretmeye çalışırlar. Bu nedenle matematiksel modelleme döngüleri; matematiksel modelleme sürecini açıklamalı, matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve tanımlanmasında kullanılmak üzere ele alınmalıdır (Blomhøj, 2011). Öğrencilerin süreç içerisinde matematiksel modelleme döngüsünü gerçekleştirebilmeleri için matematiksel modelleme etkinliklerinin matematiksel modelleme etkinliği prensiplerine uygun olarak oluşturulmasına dikkat edilmelidir. Alan yazın incelendiğinde model oluşturma etkinliği prensiplerine uygun olarak hazırlanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin; yaratıcı düşünme becerilerini arttırdığını, problem çözme tutumlarını etkilediğini ve kavramsal anlamalarına yardımcı olduğunu göstermiştir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; English, 2010; Kim ve Kim, 2010; Çiltaş, 2012). Model oluşturma etkinliklerinin [MOE] matematiksel modelleme prensiplerine uygun olarak hazırlanması öğrencilerin karşılaştıkları gerçek hayat problemini daha iyi anlamlandırmalarını ve çözümlerinin de daha anlamlı olmasını sağlar. Alan yazında yapılan araştırmalarda matematiksel dili kullanabilme, tablolardaki verileri okuyabilme, grafikleri kullanabilme ve sosyal etkileşimde bulunarak grup içinde çalışmada önemli derecede gelişim sağlama, üst biliş ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirme ve küçük çocukların bazı kavramsal bilgilerdeki eksikliklerinin tamamlanmasına yardımcı olma (English ve Watters, 2004) ile ilgili bulgular MOE'nin faydaları olarak yer almaktadır. MOE'nin faydaları göz önüne alındığında matematiksel dili kullanarak tabloları okuyabilen, grafikleri yorumlayabilen öğrencilerin, matematiksel modellemede problem çözme sürecinde aktif olarak varsayımlarını yorumlamaları ve eleştirmeleri süreci anlamlı bir şekilde tamamlamalarına yardımcı olur. Bu da öğrencilerin matematiksel modellemede süreci tamamlayabilecekleri ve bunu beceri olarak gösterebilecekleri çıkarımının yapılmasını sağlar.

Matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiksel modellerin oluşturulmasında ve araştırılmasında yer alan süreçleri gerçekleştirebilme becerisi şeklinde ifade edilir (Niss vd., 2007). Matematiksel modellemede öğrencilerin süreç içerisinde probleme ürettikleri çözümler hangi yeterliklere sahip olabilecekleriyle ilgili öngörü yapılabilmesini sağlar. Matematiksel modelleme sürecinin doğru belirlenmesi ve tanımlanması, matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenebilmesi için ön şarttır (Albayrak ve Tarım, 2022). Sürecin iyi tanımlanması öğrencinin hangi yeterliklere sahip olduğunu belirlenmesine daha çok yardımcı olacaktır. Modelleme yeterlikleri en genel anlamda, basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme/ matematiksel çalışma ve yorumlama şeklinde özetlenebilir (Çakmak Gürel ve Işık, 2018). Matematiksel modelleme bir süreç olduğundan yeterlik düzeyinde hiyerarşik bir düzen aranmaz. Öğrencinin yaptığı matematiksel olarak çözümler matematiksel olarak çalışma basamağını ifade eder. Bununla beraber öğrencinin çözümde kullandığı değişkenlerden problemi basitleştirdiği yorumu da yapılabilir, dolayısıyla da öğrencinin iki yeterlik düzeyine de ne kadar sahip olduğuyla ilgili yorumlar yapılabilir. Houston'a göre (2007) belirtilen modelleme yeterliklerine bağlı olarak çeşitli alt yeterlikler tanımlanmıştır. Bu alt yeterlikler; verilenleri belirleme ve sadeleştirme, hedefi belirginleştirme, matematiksel durumları oluşturma, değişkenleri/parametreleri ve sabitleri belirleme, matematiksel ifadeleri formüleleştirme, bir matematiksel model seçme, grafik gösterimlerini yorumlama, gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme şeklinde açıklanabilir. Belirtilen yeterlik, alt yeterlikler belirlendikten sonra bu yeterliklerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi için matematiksel modelleme etkinliklerine derslerde daha fazla yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Alan yazın incelendiğinde matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesine yönelik kabul görmüş ortak bir anlayıştan henüz çeşitli özelliklere göre çalışmaları sınıflamanın mümkün olmadığı görülmektedir (Güç ve Baki, 2016).

Matematiksel modelleme matematik eğitiminin/öğretiminin önemli araştırma alanlarından biri olmuştur (Kaya ve Keşan, 2022). Stilmann (2015) problem bulma ve kurmanın matematiksel modellemenin önemli bir parçası olduğunu belirtmiştir, bu nedenle modelleme öğretiminin herhangi

bir öğretim programında gerekli bir bileşen olduğunu savunmuştur. Niss (1989) ise matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcı ve problem çözme davranışlarını, aktivitelerini ve yeteneklerini beslediğini belirterek matematik müfredatının bir parçası olması gerektiğini belirtmiştir. Matematiksel modellemeye ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde kullanılan matematiksel modelleme etkinlikleriyle hemen hemen her düzeyde araştırmalar yapıldığı görülmüş (Simon ve Blume, 1994; Verschaffel vd., 1997; Korkmaz, 2010; Akgün vd., 2013; Dede ve Yılmaz, 2013; Duran vd., 2016; Şahin ve Eraslan, 2019; Kalaycı, 2017; Dede vd., 2018; Erdoğan, 2019; Ergene, 2019; Kurt, 2019; Şahin, 2019; Kaplan, 2022; Kaya ve Keşan, 2022; Canbaz ve Tarım, 2023; Karahan ve Ergene, 2023; Kırılı, 2023; Yanar ve Ergene, 2024) fakat ulaşılabilir literatürde aynı matematiksel modelleme etkinliğiyle farklı okullarda veya farklı başarı düzeylerinde çok az sayıda çalışmaya rastlanılması alan yazının sınırlılığı olarak görülmüştür. Bu çalışmada merkezi sınavlarda matematik başarısını kanıtlamış başarı düzeyi yüksek olan fen lisesi öğrencileri ve başarı düzeyinin geliştirilmesi beklenen proje okulundaki öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi ve karşılaştırılmasına yer verilecektir. Çalışmanın amacı "Deniz Kırtasiyesinin Satışları" (Ek 1) isimli matematiksel modelleme etkinliğiyle bir fen lisesindeki ve proje okulundaki on birinci ve on ikinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliliğinde hangi basamakta olduğunu belirleyebilmenin yanı sıra matematiksel modelleme yeterliliğinde hangi alt yeterliliği gerçekleştirebildiklerini tespit etmektir. Araştırma amacı doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorusuna cevap aranmıştır.

- Modelleme etkinliği çözüm sürecinde fen lisesindeki ve proje okulundaki on birinci ve on ikinci sınıf öğrencilerinin modelleme yeterlikleri nasıldır?

Lise öğrencileri yaş itibarıyla soyut düşünme döneminde yer alırlar (Ahioğlu Lindberg, 2011) bu nedenle gerçek hayat durumuna uygun olan matematiksel bir probleme çözümler üretmeleri beklenmektedir. Bu çözümlerde özellikle yaratıcı düşünce becerilerinin geliştirilebilmesi için lise düzeyinde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması oldukça önemlidir. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin matematik başarısı arttıkça matematiksel modelleme yeterliklerinin de arttığı (Tekin Dede, 2017) tespit edilmiştir. Çalışmada öğrencilerin iki farklı okuldaki seçilmesi ve okullardan birinin merkezi sınavlarda yüksek başarı düzeyine sahip öğrencilerden oluşmasından yola çıkarak yüksek başarı düzeyinin matematiksel modellemeye etkisinin tartışılabilmesine zemin hazırlayacağı düşünülmektedir.

2. Yöntem

Bu bölümde araştırmanın deseni, çalışma grubu, veri toplama aracı, verilerin analizi ve araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğiyle ilgili bilgilere yer verilecektir.

2.1. Araştırmanın Deseni

Bu araştırma, on birinci ve on ikinci sınıftaki fen lisesi ve proje okulundaki öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymak ve iki okulun öğrencilerinin yeterlik düzeylerinin karşılaştırılmasını inceleyebilmek amacı ile nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasına uygun olarak tasarlanmıştır. Durum çalışmalarında amaç genelleme yapmaktan ziyade teorileri genellemek ve geliştirmek, analitik genellemeler yapmaktır (Yin, 1984). McMillan (2000) ise durum çalışmalarını, bir olayın veya olayların, sosyal grubun, ortamın veya programın detaylı olarak incelenerek değerlendirildiği ya da bir olayla ilgili açıklamaların geliştirildiği bir yöntem olarak tanımlamıştır. Bu çalışmada da lise öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri birer durum olarak ele alınmıştır.

2.2. Çalışma Grubu

Nitel araştırmalarda bireylerin özellikleri incelenen konuya uygun olarak belirlenmelidir. Etkinlik oluşturulduktan sonra uzman görüşüne başvurulmuş olup, birden çok tablonun olması ve yorumlanması gerektiğinden bilişsel olarak üst düzeyde olması beklenen öğrenci grubunun seçilmesi gerektiği konusunda görüşler alınmıştır. Bu çalışmanın araştırma amacı durum çalışmasına uygun

olduğundan, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi (Patton, 1987) kullanılmıştır. Bu bağlamda “Deniz Kırtasiyesinin Satışları” (Ek 1) isimli matematiksel modelleme etkinliğinin örneklem grubu Marmara Bölgesindeki bir Anadolu Lisesinin 10. sınıf öğrencileri olup, çalışma grubu Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki bir Fen Lisesi ve Proje Okulu öğrencilerinin 11. ve 12. Sınıf öğrencilerine uygulanmıştır.

2.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmanın veri toplama aracını, araştırmacı tarafından geliştirilen “Deniz Kırtasiyesinin Satışları” modelleme etkinliği (EK 1) oluşturmaktadır. Matematiksel model etkinlikleri oluşturulurken bu etkinliklere yön vermesi beklenen prensipler; model oluşturma prensibi, gerçeklik prensibi, öz değerlendirme prensibi, model açığa çıkarma prensibi, model genelleştirme prensibi, etkili örnek model (prototip) prensibi şeklindedir (Tablo 1) (Lesh vd., 2000). Bununla beraber problem durumunun karmaşıklığından uzak ve öğrencinin mantıklı bir cevap üretebilmesine olanak sağlayarak oluşturulmasına özen gösterilmiştir.

Tablo 1. Matematiksel Modelleme Etkinliği Prensipleri ve Problem Durumu (Lesh vd., 2000 uyarlanmıştır.)

Matematiksel Modelleme Etkinliği Prensipleri		Problem Durumu
Model Oluşturma Prensipleri:	Problem durumunda sorulan durum için öğrenci çözümünü oluştururken verilen probleme uygun model oluşturmaya, geliştirmeye ya da düzenlemeye ihtiyaç duymalı ve etkinlik sonunda bir model oluşturabilmelidir.	Ahmet Bey’in bu yıl, yayınevlerinden ve markalardan daha fazla iskonto miktarı kazanması için kırtasiyelerindeki satışlara göre ürün sayılarında değişiklik yapması gerekmektedir.
Gerçeklik Prensipleri	Modelleme etkinliği öğrencide bulunan bilgi ve deneyimlerle anlamlı bir gerçek hayat problemi çözebilmesini sağlamalıdır.	Verilen bilgileri kullanarak Ahmet Bey’in yapması gereken değişiklikleri belirlemesine yardımcı olun.
Öz Değerlendirme Prensipleri	Öğrenci, etkinlik sonunda kendi yorumlarını ve vardığı sonuçların doğruluğunu kendi kontrol edebilmeli ve modelin geliştirilmesine ya da düzeltilmesine ihtiyacı olup olmadığı sonucuna kendi karar verebilmelidir.	Kararınızı verirken kullandığınız yöntemi açıklayan bir mektup yazın.
Model Açığa Çıkarma Prensipleri	Bu prensiple öğrencinin yazdıklarını belgeleyebilmesi istenmektedir yani öğrenciler, etkinlik boyunca verilen problemle ilgili kendi düşüncelerini ve çözüm yollarını açıkça belirtebilecekleri yazılı bir doküman oluşturabilmelidir.	
Model Genelleştirme Prensipleri	Öğrenci genel bir model oluşturabilmeli ve bu modelden yola çıkarak oluşturduğu modeli benzer durumlarda da kullanabilmelidir.	Ahmet Bey her yıl daha fazla iskonto miktarı kazanabilmek için yönteminizi kullanabilsin.
Etkili Örnek Model	Öğrenci yapısal olarak benzer başka durumları da yorumlamakta	

(Prototip) Prensibi	kullanabileceği, açıklama gücü yüksek bir örnek model oluşturabilmelidir.
------------------------	--

Deniz Kırtasiyenin Satışları modelleme etkinliğinin oluşturulması sürecinde öncelikle matematiksel modelleme etkinliklerinin bulunduğu çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra öğrencilerin gerçek hayat durumlarında matematiği en çok kullandıkları alanlardan biri olan kırtasiyeler düşünülerek öğrencinin problemi anlayabileceği ve probleme çözüm üretme isteği oluşturabilecekleri şekilde problem durumu oluşturulmuştur. Etkinliğin model oluşturma prensibine uygun olması için problem durumunda “Ahmet Bey’in bu yıl, yayınevlerinden ve markalardan daha fazla iskonto miktarı kazanması için kırtasiyelerindeki satışlara göre ürün sayılarında değişiklik yapması gerekmektedir” cümlesine yer verilmiştir. Böylece öğrencinin çözüm oluştururken yardıma ihtiyaç duyan bir kırtasiyeciye uygun model oluşturma, geliştirmesi ya da düzenleme ihtiyacı duyması gerektiği benimsenmeye çalışılmıştır. Gerçeklik prensibine uygun olması için problem durumunda “verilen bilgileri kullanarak Ahmet Bey’in yapması gereken değişiklikleri belirlemesine yardımcı olun” cümlesine yer verilip öğrencinin bilgi ve deneyimleriyle anlamlı bir gerçek hayat problemi çözebilmesini sağlamak amaçlanmıştır. Etkinlikteki “Kararınızı verirken kullandığınız yöntemi açıklayan bir mektup yazın” cümlesiyle ise hem öz değerlendirme prensibi hem de model açığa çıkarma prensibine uygun olması amaçlanmıştır. Bu cümleden yola çıkarak öğrenci etkinlik boyunca verilen problemle ilgili kendi düşüncelerini ve çözüm yollarını açıkça belirtebilmeli, verdiği sonuçların doğruluğunu kendi kontrol edebilmeli, düzenleyerek raporlayabilmelidir. Son olarak model genelleştirme prensibine ve etkili prototip prensibine uygun olabilmesi için problem durumunda “Ahmet Bey her yıl daha fazla iskonto miktarı kazanabilmek için yönteminizi kullanabilsin” cümlesine yer verilmiştir. Böylece öğrenci genel bir model oluşturabilmeli ve bu modelden yola çıkarak oluşturduğu modeli yapısal olarak benzer başka durumları da yorumlamakta kullanabileceği, açıklama gücü yüksek bir örnek model oluşturabilmelidir. Görüldüğü üzere etkinlikteki problem durumu model oluşturma etkinliklerinde dikkat edilmesi gereken bütün prensiplere uygun olacak şekilde hazırlanmıştır bu sayede öğrencilerin verilen problemi anlamlandırıp gerçekten çözmeye ihtiyacı duymalarının sağlanacağı düşünülmüştür. Oluşturulan etkinlik hem grupla çözüm yapılabilir hem de bireysel olarak düşünülerek çözülebilecek şekilde tasarlanmıştır. Etkinliğin bireysel olarak mı grup yöntemiyle mi çözülecek olması; zaman, ücret, etkinliğin yapılma amacı (üstbilis becerisini geliştirme, grupla çalışarak öğrencilerin sosyalleşmesini sağlama vb.) gibi değişkenlere göre belirlenebilir.

Deniz Kırtasiyenin Satışları modelleme etkinliği için matematik eğitimi alanında matematiksel modelleme dersi veren iki öğretim üyesinden ve yüksek lisans yapan altı öğretmenden uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda yazım yanlışları, problemin anlaşılması için açıklamalar düzenlenmiş ve etkinliğin uygulanabileceği sınıf düzeyleri belirlenmiştir. Uzman görüşleri sonrasında etkinliğin amacına uygun olduğu belirlenmiştir. Tasarlanan etkinliğin deneme uygulaması Marmara Bölgesindeki bir Anadolu Lisesinin akademik başarı düzeyi iyi olan 27 kişilik 10. Sınıf öğrencilerine yapılmış olup, etkinlik için verilen sürenin (40 dk) uygulama için yeterli olduğu görülmüştür. Deneme uygulamasından önce öğrencilere matematiksel modelleme etkinlikleriyle ilgili bilgi verilmemiştir. Etkinlik bireysel olarak uygulanmış olup öğrencilerin deneme uygulamasında problemi anlamlandırabildikleri, probleme yönelik çözüm üretebildikleri görülmüştür.

2.4. Verilerin Analizi

“Deniz Kırtasiyenin Satışları” isimli matematiksel modelleme etkinliğinden elde edilen veriler betimsel analiz tekniği ile analiz edilmiştir. Fen lisesi ve proje okulu öğrencilerinin on birinci ve on ikinci sınıflarında elde edilen verilerin analizinde, Berry ve Houston (1995), Borromeo (2007) ve Hıdıroğlu vd. (2014) tarafından kullanılan rubrikleri incelenerek ve üniversitede matematik eğitimi alanında matematiksel modelleme dersi veren öğretim üyesinden uzman görüşü alınarak Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Rubriği (Tablo 2) araştırmacılar tarafından araştırmada kullanılmaya uygun hale getirmiştir.

Tablo 2. Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Rubriği

Aranan yeterlikler	Düzeyler	Tanımlama
Gerçek Hayat Problemini Anlama	Düzey 1	Öğrenci problem durumunu anlamaz, probleme ilişkin herhangi bir şey çizemez ve yazamaz.
	Düzey 2	Öğrenci verilen problemi kısmen anlar, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde tespit eder, ancak bunlar arasında ilişki kuramaz ya da yanlış kurar.
	Düzey 3	Öğrenci problemi tamamen anlar, verilen ve istenenleri tespit eder ve bunlar arasındaki ilişkiyi belirler.
Problemi Sadeleştirme	Düzey 1	Öğrenci problemi sadeleştiremez, gerekli-gereksiz bilgileri tespit edemez, varsayımlarda bulunamaz.
	Düzey 2	Öğrenci problemi kısmen sadeleştirebilir, gerekli- gereksiz bilgileri kısmen tespit eder, yanlış varsayımlarda bulunur.
	Düzey 3	Öğrenci problemi sadeleştirebilir, gerekli-gereksiz bilgileri tespit eder, gerçekçi varsayımlarda bulunabilir.
Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma	Düzey 1	Öğrenci matematiksel modeller oluşturamaz ve çıkarımlar oluşturamaz.
	Düzey 2	Öğrenci gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model oluşturur ve bunlara göre çözüm üretir.
	Düzey 3	Öğrenci gerçekçi varsayımlar doğrultusunda doğru bir şekilde matematiksel model oluşturur ve bunlara göre çözüm üretir.
Yorumlama	Düzey 1	Öğrenci elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlayamaz ya da yanlış yorumlar.
	Düzey 2	Öğrenci elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik/hatalı yorumlar.
	Düzey 3	Öğrenci elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlar.
Doğrulama	Düzey 1	Öğrenci doğrulama yaklaşımında bulunamaz ya da yanlış doğrulama yapar.
	Düzey 2	Öğrenci kısmen doğrulama yaklaşımında bulunur, hatalar belirlemesine rağmen bu hataları düzeltemez ya da belli bir ölçüde düzeltir.
	Düzey 3	Öğrenci doğrulama yaklaşımında bulunur, belirlenen hataları düzeltir.

Birinci yeterlik düzeyi gerçek hayat problemini anlama yeterliğidir. Öğrencinin probleme ait gerçek hayat durumuna yönelik tecrübelerin ortaya çıkması ve buna yönelik yorumların incelenmesi gerekir. Bu nedenle de problemi tamamen anlaması, verilen ve istenenleri tespit etmesi ve bunlar arasındaki ilişkiyi belirlemesi beklenmektedir. İkinci yeterlik düzeyi problemi sadeleştirme yeterliğidir. Öğrencilerin problemde yer alan bilgilerinden faydalanarak gerçek hayat durumuna yönelik değişkenleri belirlemesi beklenmektedir. Böylece öğrencilerin problemi sadeleştirebilmesi, gerekli-gereksiz bilgileri tespit edebilmesi ve gerçekçi varsayımlarda bulunabilmesi beklenmektedir. Üçüncü

yeterlik düzeyi matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterliliğidir. Öğrencilerin gerçek hayat durumuna yönelik değişkenlerden yola çıkarak matematiksel modeller ve bu modellere ait matematiksel çıkarımlar oluşturması beklenir. Dolayısıyla gerçekçi varsayımlar doğrultusunda doğru bir şekilde matematiksel model oluşturması ve bunlara göre çözüm üretmesi beklenir. Dördüncü yeterlik düzeyi yorumlama yeterlik düzeyidir. Öğrencinin elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlaması beklenmektedir. Bu yeterlikte oluşturulan matematiksel modellerin gerçek hayat durumuna göre yorumlar yapılır. Son olarak doğrulama yeterliğinde, öğrencinin doğrulama yaklaşımında bulunması ve belirlenen hataları düzeltmesi beklenmektedir. Bu yeterlikte ise yapılan yorumların geçerliliği ile ilgili doğrulamalar yapılır ve belirtilen hatalar düzeltilir.

Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Rubriği bağlamında, yeterliklere ait tanımlar ve yeterliklere ait öğrenci çözümlerinden kesitler Tablo 3'te aktarılmıştır.

Tablo 3. Yeterliklere ait Göstergeler ve Yeterliklere ait Öğrenci Cevaplarından Kesitler

Yeterlikler	Yeterliklere ait tanımlar	Yeterliklere ait öğrenci çalışma kağıtlarından kesitler
Gerçek Hayat Problemini Anlama	Öğrenci problemi tamamen anlar, verilen ve istenenleri tespit eder ve bunlar arasındaki ilişkiyi belirler.	Her şeyden önce dört rubesi içerisinde bir karşılaştırmaya gitmek gerekiyor. Verilere baktığımızda hem okul hem de öğrenci sayısı açısından en alternatif ve kalabalık nüfus yoğunluğu Yenikent mahallesindeki rubesidir. Bu demek oluyor ki yapılacaklar ve planlananlar liste sindetiklerin özellikle bu rubede uygulanması gerektirir. Çünkü öğrencilerin ve okulların yoğunlukta bulunduğu bir yerde ilköğretim ilköğretim ihtiyacı duyulacaktır. Böyle bir durumda getirilen kararların bur- Ö83 nolu öğrenci Düzey 3
Problemi Sadeleştirme	Öğrenci problemi sadeleştirebilir, gerekli-gereksiz bilgileri tespit eder, gerçekçi varsayımlarda bulunabilir.	Tablolardan elde ettiğim çıkartımlara göre Çalısan Sayısının fazla olduğu yerlerde aylık kazanç daha fazladır. Çalısan Sayısını arttırmak için kirasıya için Sıfır Sayısını daha fazla olsa aylık kazanç daha fazla olur Ö73 nolu öğrenci Düzey 2
Matematiksel ve Matematiksel Olarak Çalışma	Öğrenci gerçekçi varsayımlar doğrultusunda doğru bir şekilde matematiksel model oluşturur ve bunlara göre çözüm üretir.	* Ahmet Bey Yenikent mahallesindeki satışları artırmak için Yenikent mahallesinde; Toplam Okul : $7 + 10 + 2 = 19$ Aylık ürün sipariş sayısı : $18000 + 2200 + 14000 + 2500 = 36700$ (Adet) Kazanca : $220000 + 4500 + 29000 + 5700 = 258200$ TL Müşteri : $12700 + 1830 + 10000 + 1610 = 26140$ Kişi Çalısan : $6 + 2 + 6 + 3 = 17$ Kişi Ahmet Bey Yenikent mah. toplam subedeki çalışan sayısını azaltmalı ve kitap sayısını arttırmalıdır. baktığımızda YKS öğrencilerinin ağırlıkta bulunduğu Yenikent mahallesinde YKS kitaplarının sayısını arttırmalıdır. Cumhuriyet mah. ise Orta okul - fazla bulunduğu (9) ve Ortaokul maddesinde elde edilen gelirler fazla olması sebebiyle Ortaokul kitaplarına ağırlık vermeliyiz. (Sayıları arttırmalıdır). Ö56 nolu öğrenci Düzey 3

Yorumlama	Öğrenci elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlar.	Ürün sipariş sayısı çok fazla ve müşteri sayısı az. Bu yüzden kırtasiye malzemeleri azaltılabilir. Yenikent mahallesinde lise sayısı fazla ama müşteri sayısı aylık ürün sipariş sayısına göre çok az. olduğu için Yenikent mahallesindeki vhs kitap sayısı azaltılabilir.
		Ö ₁₀₀ nolu öğrenci Düzey 2
Doğrulama	Öğrenci doğrulama yaklaşımında bulunur, belirlenen hataları düzeltir.	→ 8. sınıf öğrencileri liseye geçtiklerinde lise masrafları artacak, bu yüzden satışlar artacak → Daha fazla sipariş alınırsa satışlar artar.
		Ö ₁₉ nolu öğrenci Düzey 2

2.5. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Deniz Kırtasiyesinin Satışları matematiksel modelleme etkinliği uygulandıktan sonra araştırmacı tarafından yeterlik analizi edilmiş daha sonra Miles ve Huberman (1994) kodlayıcı güvenirliliğinin hesaplanması için yüksek lisans yapan iki öğretmenden uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşü sonucunda kodlayıcı güvenirliliği %83,33 olarak hesaplanmıştır. Daha sonra kodlayıcılar arasında oluşan çelişkiler tartışılarak öğrencinin hangi düzeyde olduğu konusunda ortak kararlar alınarak değerlendirme yapılmıştır.

3. Bulgular

Bu bölümde, çalışmada kullanılan matematiksel modelleme etkinliğindeki probleme ait katılımcıların çözümlerinin modelleme yeterlilik çerçevesine göre değerlendirilmesiyle elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öncelikle öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliliklerinin ilki olan 'Gerçek Hayat Problemini Anlama' yeterliğinde, öğrencinin problemi tamamen anlaması, verilen ve istenenleri tespit etmesi ve bunlar arasındaki ilişkiyi belirlemesi beklenmektedir. Bu bağlamda ilk olarak öğrencilerinin bu yeterliğe yönelik sergilediği davranışlara ait bulgulara Tablo 4'de yer verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin Gerçek Hayat Problemini Anlama Yeterliğine Ait Dağılımları

Düzeyler	Fen Lisesi	Proje Okulu
Düzey 1	Ö ₁₂ , Ö ₁₆ , Ö ₁₈ , Ö ₃₀ , Ö ₃₂ , Ö ₃₄ , Ö ₄₈	Ö ₉₀ , Ö ₉₆ , Ö ₁₀₅ , Ö ₁₀₆
(f, %)	(7, %11,29)	(4, %7,01)
Düzey 2	Ö ₂ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₁₁ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅ , Ö ₁₇ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀ , Ö ₂₂ , Ö ₂₃ , Ö ₂₄ , Ö ₂₅ , Ö ₂₆ , Ö ₂₇ , Ö ₂₈ , Ö ₃₁ , Ö ₃₇ , Ö ₃₈ , Ö ₃₉ , Ö ₄₀ , Ö ₄₁ , Ö ₄₂ , Ö ₄₆ , Ö ₄₇ , Ö ₅₀ , Ö ₅₃ , Ö ₅₉ , Ö ₆₁	Ö ₆₃ , Ö ₆₄ , Ö ₆₆ , Ö ₆₇ , Ö ₇₃ , Ö ₇₆ , Ö ₇₈ , Ö ₇₉ , Ö ₈₀ , Ö ₈₂ , Ö ₈₄ , Ö ₈₅ , Ö ₈₆ , Ö ₈₇ , Ö ₈₈ , Ö ₉₁ , Ö ₉₃ , Ö ₉₅ , Ö ₉₈ , Ö ₉₉ , Ö ₁₀₀ , Ö ₁₀₁ , Ö ₁₀₂ , Ö ₁₀₃ , Ö ₁₀₄ , Ö ₁₀₇ , Ö ₁₀₉ , Ö ₁₁₂ , Ö ₁₁₃ , Ö ₁₁₄ , Ö ₁₁₆ , Ö ₁₁₇ , Ö ₁₁₈ , Ö ₁₁₉
(f, %)	(29, %46,77)	(34, %59,6)
Düzey 3	Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₃ , Ö ₂₁ , Ö ₂₉ , Ö ₃₃ , Ö ₃₅ , Ö ₃₆ , Ö ₄₃ , Ö ₄₄ , Ö ₄₅ , Ö ₄₉ , Ö ₅₁ , Ö ₅₂ , Ö ₅₄ , Ö ₅₅ , Ö ₅₆ , Ö ₅₇ , Ö ₅₈ , Ö ₆₀ , Ö ₆₂	Ö ₆₅ , Ö ₆₈ , Ö ₆₉ , Ö ₇₀ , Ö ₇₁ , Ö ₇₂ , Ö ₇₄ , Ö ₇₅ , Ö ₇₇ , Ö ₈₁ , Ö ₈₃ , Ö ₈₉ , Ö ₉₂ , Ö ₉₄ , Ö ₉₇ , Ö ₁₀₈ , Ö ₁₁₀ , Ö ₁₁₁ , Ö ₁₁₅
(f, %)	(26, %41,93)	(19, %33,33)

Tablo 4 incelendiğinde, çalışma grubunda yer alan hem fen lisesi hem de proje okulundaki öğrencilerinin küçük bir kısmının ($f_a:7$, %11,29 ve $f_{p0}:4$, %7,01) problemi anlayamadığı, probleme ilişkin bir şey yazamadıkları görülmüş ve bu öğrencilerin gerçek hayat problemini anlama düzeyleri Düzey 1 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte fen lisesi öğrencilerinin yaklaşık yarısının ve proje okulunun öğrencilerinin de yarısından fazlasının ($f_a:29$, %46,77 ve $f_{p0}:34$, %59,6) problemi kısmen anladığı, verilen ve isteneni bir ölçüde tespit ettiği görülmüş ve bu öğrencilerin gerçek hayat problemini anlama düzeyleri Düzey 2 olarak belirlenmiştir. Düzey 2 seviyesindeki Ö₁₁ kodlu öğrencinin çözüm kağıdından bir kesit Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1. Ö₁₁ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit

Problem Durumu Çözümü
Ersoylu Mahallesinde Lgs ve Kps kitapları için müşteri sayısı az. Çalışan sayısı azaltılabilir.
Ürün sipariş sayısı az olan yerlerdeki okullarla anlaşma yapılabilir.
Yeni Mahallede Lgs kitapları için ayrılan çalışan sayısında azaltılmaya gidilebilir.

Açıklama: “Problem Durumu Çözümü: Ersoylu Mahallesinde LGS ve KPSS kitapları için müşteri sayısı az. Çalışan sayısı azaltılabilir. Ürün sipariş sayısı az olan yerlerdeki okullarla anlaşma yapılabilir. Yeni Mahallede LGS kitapları için ayrılan çalışan sayısında azaltılmaya gidilebilir.”

Şekil 1 incelendiğinde öğrencinin verilen problemi kendi cümleleri ile ifade etmediği, ancak verilen ve istenenlerinin hepsini belirleyememesine rağmen problemin çözümünü “ürün sipariş sayısı ve çalışan sayısına” göre yapması gerektiğini belirttiğinden verilen ve istenenleri kısmen belirlediği görülmüş, dolayısıyla gerçek hayat problemini anlama yeterlikleri düzeyinin Düzey 2 olduğu tespit edilmiştir. Düzey 3’e bakıldığında fen lisesinden 26 öğrencinin (%41,93) ve proje okulundan 19 öğrencinin (%33,33) problemi tam olarak anladıkları verilen ve istenenin neler olduğunu belirttikleri bu nedenle de problemin amacını anladıkları tespit edilmiştir. Düzey 3’te bulunan Ö₈₉ kodlu öğrencinin matematiksel modelleme sürecinin bu yeterliğini, çözüm kâğıdında Şekil 2 ve Şekil 3’te gösterilmiştir.

Şekil 2. Ö₈₉ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit

Ona göre getireceği malı hesaplamalıdır. Gelen müşteri sayısı o mahalledeki okulların kategorisine bağlıdır. Bu yüzden en çok tercih edilen o mahalledeki en çok olan okulla ilişkilidir.

Açıklama: “Ona göre getireceği malı hesaplamalıdır. Gelen müşteri sayısı o mahalledeki okulların kategorisine bağlıdır. Bu yüzden en çok tercih edilen o mahalledeki en çok olan okulla ilişkilidir.”

Şekil 3. Ö₈₉ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit

Çalışmaya çalışmalıdır. Ve çalışan kişi sayısını azaltarak ihtiyacı kadarını bırakarak da kazancının artacağını düşünüyorum.

Açıklama: “Ve çalışan kişi sayısını azaltarak ihtiyacı kadarını bırakarak da kazancının artacağını düşünüyorum.”

Şekil 2 ve Şekil 3 incelendiğinde, Ö₈₉ kodlu öğrencinin “gelen müşteri sayısına bakarak hangi mahallede hangi kategoride daha fazla satış yapıldığına bakması” ve “çalışan sayısını azaltarak ihtiyacı kadarını bırakması” gerektiği yorumlarını yaptığını dolayısıyla verilen problemi kendi cümleleri ile ifade ettiği ve problem ile ilgili verilen ve istenenleri belirlediği görülmüştür. Sonuç olarak öğrencinin gerçek hayat problemini anlama yeterlikleri düzeyinin Düzey 3 olduğu tespit edilmiştir.

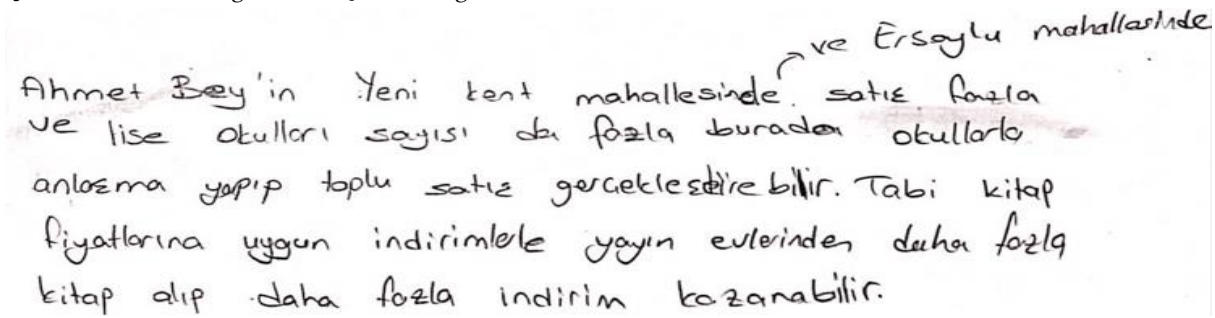
Gerçek hayat problemini anlama basamağından sonra matematiksel modelleme yeterliklerinin ikincisi olan "Problemi Sadeleştirme" yeterliğinde, öğrencilerin problemi sadeleştirebilmesi, gerekli-gereksiz bilgileri tespit edebilmesi ve gerçekçi varsayımlarda bulunabilmesi beklenmektedir. Öğrencilerinin bu yeterliğe yönelik sergilediği davranışlara ait bulgulara Tablo 5'de yer verilmiştir.

Tablo 5. Öğrencilerin Problemi Sadeleştirme Yeterliğine Ait Dağılımları

Düzeyler	Öğrenciler	
	Fen Lisesi	Proje Okulu
Düzyey 1	Ö ₂ , Ö ₇ , Ö ₁₂ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈ , Ö ₂₁ , Ö ₂₂ , Ö ₂₄ , Ö ₂₆ , Ö ₃₀ , Ö ₃₁ , Ö ₃₂ , Ö ₃₃ , Ö ₃₄ , Ö ₃₅ , Ö ₄₂ , Ö ₄₈	Ö ₉₀ , Ö ₉₁ , Ö ₉₆ , Ö ₁₀₄ , Ö ₁₀₅ , Ö ₁₀₆ , Ö ₁₀₇ , Ö ₁₁₈ , Ö ₁₁₉
(f, %)	(19, %30,64)	(9, %15,78)
Düzyey 2	Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₁ , Ö ₁₃ , Ö ₁₄ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀ , Ö ₂₃ , Ö ₂₇ , Ö ₂₈ , Ö ₂₉ , Ö ₃₆ , Ö ₃₇ , Ö ₃₈ , Ö ₄₀ , Ö ₄₁ , Ö ₄₃ , Ö ₄₆ , Ö ₄₇ , Ö ₄₉ , Ö ₅₀ , Ö ₅₁ , Ö ₅₃ , Ö ₅₄ , Ö ₅₅ , Ö ₅₇ , Ö ₅₈ , Ö ₅₉ , Ö ₆₀ , Ö ₆₁ , Ö ₆₂	Ö ₆₃ , Ö ₆₄ , Ö ₆₅ , Ö ₆₆ , Ö ₆₇ , Ö ₆₈ , Ö ₇₀ , Ö ₇₁ , Ö ₇₃ , Ö ₇₆ , Ö ₇₇ , Ö ₇₈ , Ö ₇₉ , Ö ₈₀ , Ö ₈₁ , Ö ₈₂ , Ö ₈₃ , Ö ₈₄ , Ö ₈₅ , Ö ₈₆ , Ö ₈₇ , Ö ₈₈ , Ö ₈₉ , Ö ₉₂ , Ö ₉₃ , Ö ₉₄ , Ö ₉₅ , Ö ₉₇ , Ö ₉₈ , Ö ₉₉ , Ö ₁₀₀ , Ö ₁₀₁ , Ö ₁₀₂ , Ö ₁₀₃ , Ö ₁₀₈ , Ö ₁₀₉ , Ö ₁₁₀ , Ö ₁₁₁ , Ö ₁₁₂ , Ö ₁₁₃ , Ö ₁₁₄ , Ö ₁₁₅ , Ö ₁₁₆ , Ö ₁₁₇
(f, %)	(34, %54,83)	(44, %77,19)
Düzyey 3	Ö ₃ , Ö ₅ , Ö ₁₀ , Ö ₂₅ , Ö ₃₉ , Ö ₄₄ , Ö ₄₅ , Ö ₅₂ , Ö ₅₆	Ö ₆₉ , Ö ₇₂ , Ö ₇₄ , Ö ₇₅
(f, %)	(9, %14,51)	(4, %7,01)

Tablo 5 incelendiğinde, fen lisesindeki 19 (%30,64), proje okulundaki 9 (%15,78) öğrencinin problemi sadeleştiremediği, gerekli-gereksiz bilgileri tespit edemediği ve varsayımlarda bulunamadığı görülmüş ve bu öğrencilerin problemi sadeleştirme düzeyleri Düzey 1 olarak tespit edilmiştir. Düzey 2 incelendiğinde fen lisesindeki öğrencilerin yarısından fazlasının ve proje okulundaki öğrencilerinin ise büyük bir kısmının (f_{fl}:34 %54,83 ve f_{po}: 44 %77,19) problemi kısmen sadeleştirdiği, verilen ve istenenlerle ilgili yanlış varsayımlarda bulunduğu tespit edilmiş ve bu öğrencilerin problemi sadeleştirme düzeyleri Düzey 2 olarak belirlenmiştir. Düzey 2 seviyesindeki Ö₉₂ kodlu öğrencinin çözüm kağıdından bir kesit Şekil 4'de verilmiştir.

Şekil 4. Ö₉₂ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit



Açıklama: "Ahmet Bey'in Yeni kent mahallesinde ve Ersoylu mahallesinde ve lise okulları sayısı da fazla burada okullarla anlaşma yapıp toplu satış gerçekleştirilebilir. Tabi kitap fiyatlarına uygun indirimlerle yayın evlerinden daha fazla kitap alıp daha fazla indirim kazanabilir."

Şekil 4 incelendiğinde öğrencinin problemde belirtilen iskonto miktarı kazanılması durumunu doğru yorumladığı fakat "okullarla anlaşma yapıp toplu satış gerçekleştirebilir" varsayımında bulunarak hatalı varsayım yaptığı görülmüş bu nedenle problemi sadeleştirme düzeyi Düzey 2 olarak belirlenmiştir. Düzey 3 incelendiğinde fen lisesinden 9 (%14,51) ve proje okulundan 4 (%7,01) öğrencinin problemi tamamen anladıkları, verilen ve istenenleri tespit edebildikleri ve bunlar arasındaki ilişkiyi belirleyebildikleri tespit edilmiştir. Düzey 3 seviyesindeki Ö₄₄ kodlu öğrenci,

matematiksel modelleme sürecinin problemi anlama yeterliğini çözüm kâğıdında Şekil 5'teki gibi göstermiştir.

Şekil 5. Ö₄₄ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit

① Ersoylu mahallesinde Lise sayısı fazla olduğu için YKS kitaplarının sayısını ve çeşitliliğini arttırmak. KPSS kitapları sayısını ise azaltmak çünkü sadece 1 KPSS dershanesi var.

Açıklama: "Ersoylu mahallesinde Lise sayısı fazla olduğu için YKS kitaplarının sayısını ve çeşitliliğini arttırmak KPSS kitapları sayısını ise azaltmak çünkü sadece 1 KPSS dershanesi var."

Şekil 5 incelendiğinde, Ö₄₄ kodlu öğrencinin "lise sayısı fazla olduğu için YKS kitaplarının sayısını ve çeşitliliğini arttırmak" ve "çünkü kırtasiye malzemeleri sayısı hem de müşterilerinin sayısı düşük" cümleleriyle problemi sadeleştirilirken gerçekçi varsayımlarda bulunabildiği görülmüştür. Dolayısıyla öğrencinin problemi sadeleştirme yeterlikleri düzeyinin Düzey 3 olduğu tespit edilmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliliğinin üçüncüsü olan "Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma" yeterliliğinde, öğrencilerin gerçekçi varsayımlar doğrultusunda doğru bir şekilde matematiksel model oluşturması ve bunlara göre çözüm üretmesi beklenir. Öğrencilerinin bu yeterliğe yönelik sergilediği davranışlara ait bulgulara Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6. Öğrencilerin Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma Yeterliğine Ait Dağılımları

Düzeyler	Öğrenciler	
	Fen Lisesi	Proje Okulu
Düzey 1	Ö ₂ , Ö ₇ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇ , Ö ₂₁ , Ö ₂₂ , Ö ₂₄ , Ö ₂₆ , Ö ₂₇ , Ö ₃₀ , Ö ₃₁ , Ö ₃₂ , Ö ₃₃ , Ö ₃₄ , Ö ₃₅ , Ö ₃₈ , Ö ₄₂ , Ö ₅₁ , Ö ₅₉ , Ö ₆₁ , Ö ₆₂	Ö ₆₃ , Ö ₆₄ , Ö ₆₆ , Ö ₆₇ , Ö ₆₈ , Ö ₇₂ , Ö ₈₀ , Ö ₈₆ , Ö ₈₇ , Ö ₈₈ , Ö ₈₉ , Ö ₉₀ , Ö ₉₁ , Ö ₉₅ , Ö ₉₆ , Ö ₉₉ , Ö ₁₀₁ , Ö ₁₀₂ , Ö ₁₀₃ , Ö ₁₀₄ , Ö ₁₀₅ , Ö ₁₀₆ , Ö ₁₀₇ , Ö ₁₁₂ , Ö ₁₁₅ , Ö ₁₁₆ , Ö ₁₁₈ , Ö ₁₁₉
(f, %)	(24, %38,70)	(28, %49,12)
Düzey 2	Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₉ , Ö ₁₄ , Ö ₁₈ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀ , Ö ₂₃ , Ö ₂₅ , Ö ₂₈ , Ö ₂₉ , Ö ₃₆ , Ö ₃₇ , Ö ₃₉ , Ö ₄₀ , Ö ₄₁ , Ö ₄₃ , Ö ₄₄ , Ö ₄₅ , Ö ₄₆ , Ö ₄₇ , Ö ₄₈ , Ö ₄₉ , Ö ₅₀ , Ö ₅₂ , Ö ₅₃ , Ö ₅₇ , Ö ₅₈ , Ö ₆₀	Ö ₆₅ , Ö ₇₁ , Ö ₇₃ , Ö ₇₆ , Ö ₇₇ , Ö ₇₈ , Ö ₇₉ , Ö ₈₁ , Ö ₈₂ , Ö ₈₃ , Ö ₈₄ , Ö ₈₅ , Ö ₉₂ , Ö ₉₃ , Ö ₉₄ , Ö ₉₇ , Ö ₉₈ , Ö ₁₀₀ , Ö ₁₀₈ , Ö ₁₀₉ , Ö ₁₁₀ , Ö ₁₁₁ , Ö ₁₁₃ , Ö ₁₁₄ , Ö ₁₁₇
(f, %)	(31, %50)	(25, %43,85)
Düzey 3	Ö ₃ , Ö ₈ , Ö ₁₀ , Ö ₁₃ , Ö ₅₄ , Ö ₅₅ , Ö ₅₆	Ö ₆₉ , Ö ₇₀ , Ö ₇₄ , Ö ₇₅
(f, %)	(7, %11,29)	(4, %7,01)

Tablo 6 incelendiğinde, fen lisesindeki 24 (%38,70) öğrencinin ve proje okulundaki öğrencilerin yaklaşık yarısının 28 (%49,12) matematiksel modeller ve çıkarımlar oluşturamadığı ve matematiksel olarak çalışmadığı görülmüş, bu öğrencilerin matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterlik düzeyleri Düzey 1 olarak tespit edilmiştir. Düzey 2 incelendiğinde fen lisesindeki öğrencilerin yarısının ve proje okulundaki öğrencilerinin ise yarısına yakın bir kısmının (f_{fl}:31 %50 ve f_{po}:25 %43,85) gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model oluşturdukları ve bunlara göre çözümler ürettikleri tespit edilmiş ve bu öğrencilerin matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma düzeyleri Düzey 2 olarak belirlenmiştir. Düzey 2 seviyesindeki Ö₁₀₉ kodlu öğrencinin çözüm kâğıdından bir kesit Şekil 6'da verilmiştir.

Şekil 6. Ö₁₀₉ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit

YKS kitaplarına önem verilmelidir. Toplu satışlarda daha fazla indirim yapılabilmek için bakiyenin satış, arttırılabilir. Veya kitapların yanında küçük hediyeler vermek aracılığıyla okul öğrencileri için satış arttırılabilir.

Tablo 7. Öğrencilerin Yorumlama Yeterliğine Ait Dağılımları

Düzeyler	Öğrenciler	
	Fen Lisesi	Proje Okulu
Düzyey 1	Ö ₂ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₁₂ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈ , Ö ₂₁ , Ö ₂₂ , Ö ₂₃ , Ö ₂₄ , Ö ₂₆ , Ö ₂₇ , Ö ₃₀ , Ö ₃₁ , Ö ₃₂ , Ö ₃₃ , Ö ₃₄ , Ö ₃₅ , Ö ₃₇ , Ö ₃₈ , Ö ₄₂ , Ö ₄₈ , Ö ₅₀	Ö ₆₄ , Ö ₆₆ , Ö ₇₈ , Ö ₈₀ , Ö ₈₂ , Ö ₈₅ , Ö ₈₆ , Ö ₈₇ , Ö ₈₈ , Ö ₉₀ , Ö ₉₁ , Ö ₉₃ , Ö ₉₅ , Ö ₉₆ , Ö ₉₉ , Ö ₁₀₁ , Ö ₁₀₄ , Ö ₁₀₅ , Ö ₁₀₆ , Ö ₁₀₇ , Ö ₁₀₈ , Ö ₁₀₉ , Ö ₁₁₁ , Ö ₁₁₂ , Ö ₁₁₃ , Ö ₁₁₄ , Ö ₁₁₇ , Ö ₁₁₈ , Ö ₁₁₉
(f, %)	(25, %40,32)	(29, %50,87)
Düzyey 2	Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₃ , Ö ₁₄ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀ , Ö ₂₅ , Ö ₂₈ , Ö ₂₉ , Ö ₃₆ , Ö ₃₉ , Ö ₄₀ , Ö ₄₁ , Ö ₄₃ , Ö ₄₅ , Ö ₄₆ , Ö ₄₇ , Ö ₄₉ , Ö ₅₁ , Ö ₅₂ , Ö ₅₃ , Ö ₅₄ , Ö ₅₅ , Ö ₅₇ , Ö ₅₈ , Ö ₅₉ , Ö ₆₀ , Ö ₆₁ , Ö ₆₂	Ö ₆₃ , Ö ₆₅ , Ö ₆₇ , Ö ₆₈ , Ö ₆₉ , Ö ₇₁ , Ö ₇₂ , Ö ₇₃ , Ö ₇₅ , Ö ₇₆ , Ö ₇₇ , Ö ₇₉ , Ö ₈₁ , Ö ₈₃ , Ö ₈₄ , Ö ₈₉ , Ö ₉₂ , Ö ₉₄ , Ö ₉₇ , Ö ₉₈ , Ö ₁₀₀ , Ö ₁₀₂ , Ö ₁₀₃ , Ö ₁₁₀ , Ö ₁₁₅ , Ö ₁₁₆
(f, %)	(34, %54,83)	(26, %45,61)
Düzyey 3	Ö ₃ , Ö ₄₄ , Ö ₅₆	Ö ₇₀ , Ö ₇₄
(f, %)	(3, %4,83)	(2, %3,5)

Tablo 7 incelendiğinde, fen lisesindeki 25 (%40,32) öğrencinin, proje okulundaki öğrencilerin neredeyse yarısının (f_{po}:29 %50,87) elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlayamadığı ya da yanlış yorumladığı görülmüş, bu öğrencilerin yorumlama yeterlik düzeyleri Düzey 1 olarak tespit edilmiştir. Fen lisesindeki öğrencilerin yarısından fazlasının ve proje okulundaki öğrencilerinin ise yarısına yakın bir kısmının (f_{fl}:34 %54,83 ve f_{po}:26 %45,61) Düzey 2 seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu öğrencilerin elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik/hatalı yorumladıkları görülmüş dolayısıyla yorumlama yeterlik düzeyleri Düzey 2 olarak belirlenmiştir. Düzey 2 seviyesindeki Ö₄₉ kodlu öğrencinin çözüm kağıdından bir kesit Şekil 8’de verilmiştir.

Şekil 8.Ö₄₉ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit

Problem Durumu

→Kırtasiye malzemelerinin aylık siparişini %20-30 oranında azaltmak.

→Nisan ve Mayıs aylarında kitapların siparişini arttırıp kitapların fiyatını arttırmak, böylece aylık kazanç miktarı artar.

→Cumhuriyet Mahallesindeki çalışanların yarısını işten çıkarırım.

→Yenikent ve Yeni Mahallede KPSS kitaplarının siparişini arttırıp özel indirim uygulayım.

Açıklama: “Kırtasiye malzemelerinin aylık siparişini %20 – 30 oranında azaltmak. Nisan ve Mayıs aylarında kitapların siparişini arttırıp kitapların fiyatını arttırmak, böylece aylık kazanç miktarı artar. Cumhuriyet Mahallesindeki çalışanların yarısını işten çıkarırım. Yenikent ve Yeni Mahallede KPSS kitaplarının siparişini arttırıp özel indirim uygulayım.”

Şekil 8 incelendiğinde öğrencinin “aylık siparişini %20-30 oranında azaltmak” cümlesiyle öğrencinin matematiksel çalışmayı hatalı yorumladığı görülmüş bu nedenle yorumlama yeterlik düzeyi Düzey 2 olarak belirlenmiştir. Düzey 3 incelendiğinde ise hem fen lisesindeki hem de proje okulundaki öğrencilerin çok küçük bir kısmının (f_{fl}:3 %4,83 ve f_{po}:2 %3,5) matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlanmadığı tespit edilmiştir. Düzey 3 seviyesindeki Ö₇₀ kodlu öğrenci, yorumlama yeterliğini çözüm kâğıdında Şekil 9’daki gibi göstermiştir.

Şekil 9.Ö₇₀ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit

zarar olur. YKS kitapları için harcanan parayı kirtasiye malzemelerine hatta Yenimahalle ve Cumhuriyet mahallesinin (ortaokul) bölümüne orantılı bir şekilde paylaştırılmasıyla giderin sabit kazancın artacağını yani sabit maliyetle kârın artabileceğini söyleyebilirim. Kirtasiye malzemelerine olan rağbeti arttırın.

Açıklama: “YKS kitapları için harcanan parayı kirtasiye malzemelerine hatta Yenimahalle ve Cumhuriyet mahallesinin (ortaokul) bölümüne orantılı bir şekilde paylaştırılmasıyla giderin sabit kazancın artacağını yani sabit maliyetle kârın artabileceğini söyleyebilirim. Kirtasiye malzemelerine olan rağbeti arttırın.”

Şekil 5 incelendiğinde, Ö₇₀ kodlu öğrencinin “YKS kitapları için harcanan parayı kirtasiye malzemelerine hatta Yenimahalle ve Cumhuriyet mahallesinin ortaokul bölümüne orantılı bir şekilde paylaştırılmasıyla giderin sabit kazancın artacağını yani sabit maliyetle kârın artabileceğini söyleyebilirim” cümlesiyle matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumladığı görülmüştür dolayısıyla öğrencinin yorumlama yeterlik düzeyinin Düzey 3 olduğu tespit edilmiştir.

Matematiksel modelleme yeterlik düzeylerinin sonuncusu olan “Doğrulama” yeterliğinde, öğrencinin doğrulama yaklaşımında bulunması ve belirlenen hataları düzeltmesi beklenmektedir. Öğrencilerinin doğrulama yeterliğine yönelik sergilediği davranışlara ait bulgulara Tablo 8’de yer verilmiştir.

Tablo 8. Öğrencilerin Doğrulama Yeterliğine Ait Dağılımları

Düzeyler	Öğrenciler	
	Fen Lisesi	Proje Okulu
Düzey 1	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₃ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈ , Ö ₂₁ , Ö ₂₂ , Ö ₂₄ , Ö ₂₅ , Ö ₂₆ , Ö ₂₇ , Ö ₂₈ , Ö ₂₉ , Ö ₃₀ , Ö ₃₁ , Ö ₃₂ , Ö ₃₃ , Ö ₃₄ , Ö ₃₅ , Ö ₃₆ , Ö ₃₇ , Ö ₃₈ , Ö ₃₉ , Ö ₄₀ , Ö ₄₁ , Ö ₄₂ , Ö ₄₇ , Ö ₄₈ , Ö ₄₉ , Ö ₅₀ , Ö ₅₃ , Ö ₅₄ , Ö ₅₇ , Ö ₅₈ , Ö ₅₉ , Ö ₆₀ , Ö ₆₁	Ö ₆₃ , Ö ₆₄ , Ö ₆₆ , Ö ₆₈ , Ö ₆₉ , Ö ₇₁ , Ö ₇₃ , Ö ₇₆ , Ö ₇₈ , Ö ₇₉ , Ö ₈₀ , Ö ₈₁ , Ö ₈₂ , Ö ₈₃ , Ö ₈₄ , Ö ₈₅ , Ö ₈₆ , Ö ₈₈ , Ö ₈₉ , Ö ₉₀ , Ö ₉₁ , Ö ₉₂ , Ö ₉₃ , Ö ₉₅ , Ö ₉₆ , Ö ₉₇ , Ö ₉₈ , Ö ₉₉ , Ö ₁₀₀ , Ö ₁₀₁ , Ö ₁₀₂ , Ö ₁₀₃ , Ö ₁₀₄ , Ö ₁₀₅ , Ö ₁₀₆ , Ö ₁₀₇ , Ö ₁₀₈ , Ö ₁₀₉ , Ö ₁₁₀ , Ö ₁₁₁ , Ö ₁₁₂ , Ö ₁₁₃ , Ö ₁₁₅ , Ö ₁₁₆ , Ö ₁₁₇ , Ö ₁₁₈ , Ö ₁₁₉
(f, %)	(49, %79,03)	(47, %82,45)
Düzey 2	Ö ₅ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀ , Ö ₂₃ , Ö ₄₃ , Ö ₄₄ , Ö ₄₅ , Ö ₄₆ , Ö ₅₁ , Ö ₅₂ , Ö ₅₅ , Ö ₅₆ , Ö ₆₂	Ö ₆₅ , Ö ₆₇ , Ö ₇₀ , Ö ₇₂ , Ö ₇₄ , Ö ₇₅ , Ö ₇₇ , Ö ₈₇ , Ö ₉₄ , Ö ₁₁₄
(f, %)	(13, %20,96)	(10, %17,54)
Düzey 3		
(f, %)	(0, %0)	(0, %0)

Tablo 8 incelendiğinde, hem fen lisesindeki hem de proje okulundaki öğrencilerin çoğunluğunun (f_{fl}:49 %79,03 ve f_{po}:47 %82,45) doğrulama yaklaşımında bulunamadığı ya da yanlış doğrulama yaptıkları görülmüş, bu öğrencilerin doğrulama yeterlik düzeyleri Düzey 1 olarak tespit edilmiştir. Düzey 2 incelendiğinde fen lisesinden 13 (%20,96) ve proje okulundan 10 (%17,54) öğrencinin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları veya hatalar belirlemelerine rağmen bu hataları düzeltmedikleri ya da belli bir ölçüde düzelttikleri tespit edilmiş ve bu öğrencilerin doğrulama yeterlik düzeyleri Düzey 2 olarak belirlenmiştir. Düzey 2 seviyesindeki Ö₂₃ kodlu öğrencinin çözüm kağıdından bir kesit Şekil 10’da verilmiştir.

Şekil 10.Ö₂₃ Kodlu Öğrencinin Çözüm Kağıdından Bir Kesit

2) Aylık ürün siparişlerini arttırması gerekiyor. Çünkü aylık müşteri sayısı kitap adetlerinden bir hayli yüksek. Özellikle kırtasiye malzemelerinin siparişi arttırılmalı.

→ Ya da başka bir alternatif yol olarak aylık ürün siparişlerini arttırıp ürün fiyatlarını bir miktar azaltırsa yine iskonto miktarı artar.

Açıklama: "Aylık ürün siparişlerini arttırması gerekiyor çünkü aylık müşteri sayısı kitap adetlerinden bir hayli yüksek. Özellikle kırtasiye malzemelerinin siparişi arttırılmalı. Ya da başka bir alternatif yol olarak aylık ürün siparişlerini artırıp ürün fiyatlarını bir miktar azaltırsa yine iskonto miktarı artar."

Şekil 10 incelendiğinde öğrencinin "özellikle kırtasiye malzemelerinin siparişi arttırılmalı ya da alternatif bir yol olarak aylık ürün siparişlerini arttırıp ürün fiyatlarını bir miktar azaltırsa yine iskonto miktarı artar" cümlesiyle hataları belli bir ölçüde düzeltmeye çalıştığı görülmüş bu nedenle doğrulama yeterli düzeyi Düzey 2 olarak belirlenmiştir. Düzey 3 incelendiğinde öğrencilerin doğrulama yaklaşımında bulunarak, belirlenen hataları düzeltebildiği görülmemiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, fen lisesi ve proje okulundaki on birinci ve on ikinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, "Deniz Kırtasiyenin Satışları" modelleme etkinliğine verilen cevaplar incelenerek belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen ilk sonuç, modelleme prensiplerine uygun olarak hazırlanan "Deniz Kırtasiyenin Satışları" modelleme etkinliğini on birinci ve on ikinci sınıf öğrencilerinin ne ölçüde anladıklarıyla ilgilidir. Matematiksel modelleme yeterliliklerinin ilki olan "Gerçek Hayat Problemini Anlama" yeterliğinde iki öğrenci grubunun da küçük bir kısmının problemi anlayamadıkları, probleme ilişkin bir şey yazamadıkları görülmüştür. Fen lisesi öğrencilerinin yaklaşık yarısının ve proje okulu öğrencilerinin de yarısından fazlasının problemi kısmen anladığı, verilen ve isteneni bir ölçüde tespit ettiği görülmüştür. Öğrenciler bulundukları okullara göre karşılaştırıldığında gerçek hayat problemini anlama yeterliğinde fen lisesindeki öğrencilerin proje okulundaki öğrencilere göre bu yeterliğe daha fazla sahip olduğu görülmüştür. Bu düşünceye benzer olarak Bukova Güzel ve Uğurel (2010) modelleme sürecinde akademik başarının bir ölçüde etkili olduğunu belirtmiştir. Modelleme etkinliklerinde rutin problemlerden farklı olarak problemde verilen ve istenenlerin açık bir şekilde verilmemesi (Eraslan, 2012) de bu durumun sebeplerinden biri olabilir. Bu düşüncenin tersi bir durum olarak Sekerak (2010) ise lise öğrencileriyle yaptığı çalışmasında bu durumdan farklı olarak öğrencilerin problemin özünü anlamadıklarını tespit etmiştir.

Araştırmada elde edilen ikinci sonuç "Problemi Sadeleştirme" yeterliği ile ilgilidir. Fen lisesi öğrencilerinin gerçek hayat problemini anlama yeterliliğini proje okulundaki öğrencilere göre daha fazla gerçekleştirebilmelerine rağmen problemi sadeleştiremeyen, gerekli gereksiz bilgileri tespit edemeyen ve varsayımlarda bulunamayan öğrencilerin fen lisesinde proje okulundaki öğrencilere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Öğrenci gruplarının yüzdelikleri incelendiğinde fen lisesindeki öğrencilerin yarısından fazlasının ve proje okulundaki öğrencilerinin ise büyük bir kısmının problemi kısmen sadeleştirdiği, verilen ve istenenlerle ilgili yanlış varsayımlarda bulunduğu tespit edilmiştir. İki okulda da öğrencilerin küçük bir kısmının problemi tamamen anladıkları, verilen ve istenenleri tespit edebildikleri ve bunlar arasındaki ilişkiyi belirleyebildikleri görülmüştür. Yüzdelikler incelendiğinde fen lisesindeki öğrencilerin proje okulundaki öğrencilere göre bu yeterliliğe daha fazla sahip olduğu görülmüştür. Bu yeterliğe uygun olarak öğrencilerin genelinin sadeleştirme yapabilmeleri ya da kısmen de olsa sadeleştirme yapabilmeleri problemde yer alan durum ile ilgili olabilir çünkü gerçek bilgi ve deneyime dayalı problem durumları öğrencilerin ilgisini daha fazla çekmekte, motive etmekte aynı zamanda elde ettiği bilgileri anlamlandırmalarını kolaylaştırmaktadır

(Maaß vd., 2020; Maaß, 2006). Bu düşünceden farklı olarak alan yazın incelendiğinde sadeleştirme basamağında öğrencilerin alışık olduklarının dışında yeni bir varsayımda bulunmaları, bazı güçlük ve olumsuzluklar oluşturabildikleri (Yu ve Chang, 2009; Thomas ve Hart, 2010) bulgularına ulaşılmıştır.

Araştırmada elde edilen üçüncü sonuç, “Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma” yeterliği ile ilgilidir. Proje okulundaki öğrencilerin neredeyse yarısının ve fen lisesindeki öğrencilerin %38,70’inin matematiksel modeller ve çıkarımlar oluşturamadığı ve matematiksel olarak çalışmadığı görülmüştür. Fen lisesindeki öğrencilerin yarısının, proje okulundaki öğrencilerinin ise yarısına yakın bir kısmının gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model oluşturdukları ve bunlara göre çözümler ürettikleri görülmüştür. İki okulda da öğrencilerin küçük bir kısmının gerçekçi varsayımlar doğrultusunda doğru bir şekilde matematiksel model oluşturdukları ve bunlara göre çözüm ürettikleri görülmüştür. Yüzdelikler incelendiğinde iki okuldaki öğrenci gruplarının yeterlik yüzdeliklerinin yakın olması bu basamakta yeterlik düzeylerinin benzer olduğu çıkarımının yapılmasını sağlamıştır. Öğrencilerin bu basamağı kısmen gerçekleştirmiş olmaları alan yazındaki çalışmalarla da uyusmaktadır. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin matematik başarılarının iyi olmasına rağmen daha basit matematiksel işlemleri tercih edecekleri modeller ortaya koydukları görülmüştür (Blum, 2011; Tekin Dede ve Yılmaz, 2013; Şahin, 2019). Bu nedenle matematiselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamağında öğrencilerin matematik başarılarının yüksek olup olmamasından çok basit modellere yönelmelerinden kaynaklı olarak öğrencilerin bu yeterlikte benzerlik gösterdiği düşünülmektedir.

Araştırmada elde edilen dördüncü sonuç, “Yorumlama” yeterliği ile ilgilidir. Fen lisesindeki öğrencilerin %40,32’sinin, proje okulundaki öğrencilerin ise neredeyse yarısının elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlayamadığı ya da yanlış yorumladığı görülmüştür. Fen lisesindeki öğrencilerin yarısından fazlasının ve proje okulundaki öğrencilerinin ise yarısına yakın bir kısmının elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik/hatalı yorumladıkları görülmüştür. İki okulda da öğrencilerin çok küçük bir kısmının matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumladığı görülmüştür. Yüzdelikler incelendiğinde fen lisesindeki öğrencilerin proje okulundaki öğrencilere göre bu yeterliliğe daha fazla sahip olduğu fakat yüzdeliklerin yakın olmasından kaynaklı olarak yeterliklerinin benzerlik gösterdiği yorumu yapılmıştır. Alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin elde ettikleri matematiksel sonuçların gerçek yaşam durumlarında uygunluğunu sorgulamadıkları görülmüş bu nedenle de yorumlama yapamadıkları belirtilmiştir (Berry ve Houston, 1995; Sekerak, 2010) dolayısıyla öğrencilerin genel olarak yorumlama yeterliğine uygun yaklaşım sergileyemedikleri sonucuna ulaşıldığı (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Kaya ve Keşan, 2022; Uzun vd., 2023) görülmüştür. Bu nedenle öğrenci başarısına göre değerlendirme yapıldığında yorumlama yeterliğinde öğrenci gruplarının yeterliklerinin benzerlik göstermesinin beklendiği bir durum olduğu düşünülmektedir.

Yeterlilik düzeyleri ile ilgili son sonuç ise, “Doğrulama” yeterlik düzeyi ile ilgilidir. Yüzdelikler incelendiğinde iki okulda da öğrencilerin çoğunluğunun doğrulama yaklaşımında bulunamadığı ya da yanlış doğrulama yaptıkları görülmüştür. Benzer şekilde iki okulda da öğrencilerin küçük bir kısmının kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları veya hatalar belirlemelerine rağmen bu hataları düzeltmedikleri ya da belli bir ölçüde düzelttikleri görülmüştür. Hiçbir öğrencinin doğrulama yaklaşımında bulunarak, belirlenen hataları düzeltebildiği görülmemiştir. Bunun sebebi Çakmak Gürel ve Işık’ın (2018) da çalışmalarında belirttikleri gibi modelleme sürecinin uzun sürmesinden kaynaklı olarak öğrencilerin buldukları sonucu doğrulama yapmadan sonlandırmasıyla ilgili olabilir. Bununla beraber doğrulama yaklaşımında bulunulmamasının bir başka nedeninin öğrencilerin genel olarak rutin problemlerde sonucu bulduktan sonra geriye dönüp kontrol etmeye ihtiyaç duymamasıyla benzerlik gösterdiği düşünülmektedir.

Çalışma bütüncül olarak incelendiğinde öğrencilerin en çok gerçek hayat problemini anlama yeterliğini gerçekleştirebildikleri görülmüştür bu durum Bukova Güzel ve Uğurel’in (2010) çalışmasıyla da benzerlik göstermektedir. Sadeleştirme basamağında ise öğrencilerin bütün

değişkenleri belirleyememesinin sebebinin Deniz Kırtasiyenin Satışları modelleme etkinliğinde değişkenlerin fazla olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir çünkü öğrencilerin bütün değişkenleri kullanmasalar da değişkenler belirleyerek probleme çözüm aradıkları görülmüştür. Bununla beraber fen lisesi öğrencilerinin proje okulundaki öğrencilere göre matematik başarıları daha yüksek olduğundan sadeleştirme basamağında değişkenleri belirleme konusunda yeterlik düzeylerinin yüzdelik olarak benzer çıkması olağan bir durumdur. Geriye kalan üç yeterlik düşünüldüğünde öğrencilerin akademik başarıları farklı olmasına rağmen yeterlik düzeylerinin yüzdelik olarak benzer çıkması alan yazındaki ilkökul öğrencileriyle ve öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Çakmak Gürel ve Işık, 2018; Şahin, 2019; Kaya ve Keşan, 2022). Benzer olarak Hıdıroğlu vd., (2014) de çalışmalarında modelleme süreci basamaklarında ilerledikçe öğrencilerin performanslarının azaldığını belirtmişlerdir. Çalışmayla çelişen araştırmalar incelendiğinde (Yu ve Chang, 2009; Sekerak, 2010; Thomas ve Hart, 2010) genel olarak araştırmaların yapıldığı tarihler göze çarpmaktadır. Eğitim sistemlerinde yapılan yeniliklerle öğretim programlarına matematiksel modelleme etkinliklerinin dahil edilmiş olmasının öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde yeterlik düzeylerinin gelişmiş olmasına katkı sağladığı yorumunun yapılmasını sağlamıştır.

Sonuç olarak, matematiksel modelleme etkinliklerinde etkinliğin hazırlanma sürecine dikkat edilmelidir. Öğrenci seviyesine uygun olan etkinliklerle öğrencilerin matematiksel muhakeme yeteneklerinin geliştirilmesi için matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerine daha fazla yer verilmelidir. Kertil (2008) de çalışmasında matematiksel modellemede etkinliklerinin ilkökuldan yükseköğretime kadar her düzeyde kullanılması gerektiğine değinmiştir. Çalışmada bir etkinlik üzerinden yeterlik karşılaştırılmasına gidilmesi araştırmanın sınırlıkları arasında düşünülebilir, birden çok etkinlikle karşılaştırılma yapılabilmesi için gerekli zamanın planlanmasının önemi büyüktür. Bu nedenle benzer çalışma yapmak isteyen araştırmacıların öğretmenlerle iş birliği yaparak öğretim yılının başında daha çok etkinliğe yer verilecek şekilde öğretim planlamasına gitmesi gerektiği önerilebilir. Benzer şekilde aynı matematiksel modelleme etkinlikleriyle yeterlik seviyelerinden yola çıkarak farklı başarı seviyelerindeki öğrencilerin yeterlik gelişiminin ve matematiğe tutumlarının araştırılması öneri olarak sunulabilir. Matematiksel modelleme etkinliklerindeki problem durumlarının gerçek hayat probleminden oluşması göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla problemi anlama basamağının gelişmesi, matematiksel modelleme yeterliğine sahip olunması veya geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle matematiksel modelleme yeterlikleri ile problem kurma ve problem çözme becerileri (Ergene, 2023; Ergene ve Çaylan Ergene, 2023) arasında ilişkilerin incelenmesiyle ilgili araştırmaların yapılması önerilebilir. Yine öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleriyle ilgili duyuşsal özelliklerin bir bileşen olarak ele alındığı (Çaylan Ergene ve Ergene, 2024) farklı eğitim seviyesindeki katılımcıların matematiksel modelleme etkinliklerindeki çözüm süreçleri incelenmesi önerilebilir.

Kaynaklar

- Ahioğlu Lindberg, E. N. (2011). Piaget ve ergenlikte bilişsel gelişim. *Kastamonu Education Journal*, 19(1), 1-10.
- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Ahmet, I. Ş. I. K. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (12), 1-34.
- Albayrak, H. B., & 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>
- Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. J. W. Arrowsmith Ltd.
- Blomhøj, M. (2011). Modelling competency: Teaching, learning and assessing competencies–Overview. *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA14*, 343-347.

- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA14*, 15-30.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_3
- Borromeo, R. (2007). Personal experiences and extra-mathematical knowledge as an influence factor on modelling routes of pupils. In D. Pitta-Pantazi & C. Philippou (Eds.), *European Research in Mathematics Education V: Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (pp 2080–2089)*. University of Cyprus, ERME.
- Canbazoğlu, H. B., & Tarım, K. (2023). İlkokul Dönemi Öğrencilerinin Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterlikleri. *SDU International Journal of Educational Studies*, 10(1), 1-21. <https://doi.org/10.33710/sduijes.1191490>
- Çakmak Gürel, Z., & 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., & 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>
- Çiltaş, A. (2012). The effect of the mathematical modeling method on the level of creative thinking. *The New Educational Review*, 30(4), 103-113.
- Dede, A. T., & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 4(3).
- Dede, Y., Akçakın, V., & Kaya, G. (2018). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin cinsiyete göre incelenmesi: çok boyutlu madde tepki kuramı. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 8(2), 150-169.
- Duran, M., Doruk, M., & Kaplan, A. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: Kaplumbağa paradoksu örneği. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 5(4), 55-71.
- English, D.Y. (2010). Young children's early modelling with data. *Mathematics Education Research Journal*, 22(2), 24-47. <https://doi.org/10.1007/bf03217564>
- English, L. D., & Watters, J. J. (2004). Mathematical Modelling with Young Children. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/bf03217401>
- Eraslan, A. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri üzerinde düşünme süreçleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2953-2968.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Temel Kavramlar ve Farklı Yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.4.2039>
- Erdoğan, F. (2019). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme öz yeterliklerinin belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 118-130.
- Ergene, Ö. & Çaylan Ergene, B. (2023). Posing problems and solving self-generated problems: the case of convergence and divergence of series. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 55(10), 2573-2600. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2170292>

- Ergene, Ö. (2019). *Matematik öğretmeni adaylarının Riemann toplamlarını kullanarak modelleme yoluyla belirli integrali anlama durumlarının incelenmesi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Ergene, Ö. (2023). Problem kurma ve çözme ilişkisi. K. Özgen, T. Kar, S. Çenberci, & Y. Zengin (Ed.). *Matematikte problem çözme ve problem kurma* (ss. 309 – 326). Ankara: Pegem Akademi.
- Güç, F. A., & Baki, A. (2016). Matematiksel Modelleme Yeterliklerini Geliştirme ve Değerlendirme Yaklaşımlarının Sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 621. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.277876>
- Güzel Bukova, E., & Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 69-89.
- Haines, C., & Crouch, R. (2007). Mathematical modeling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 417–424). New York, NY: Springer.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 1–17.
- Houston, K. (2007). Matematiksel modellemenin “aşamalarının” değerlendirilmesi. *Matematik eğitiminde modelleme ve uygulamalar: 14. ICMI çalışması* (s. 249-256). Boston, MA: Springer ABD.
- Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in school—examples and experiences. *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation. Festband für Werner Blum*, 99-108.
- Kalaycı, Ö. (2017). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üst bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Bartın Üniversitesi.
- Kaplan, S. (2022). Lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinin problem kurma bağlamında incelenmesi. [Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Karahan, M., & Ergene, Ö. (2023). Bitkisel Ürün Sigortası Modelleme Etkinliği Bağlamında Matematik Öğretmen Adaylarının Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 1-22. <https://doi.org/10.53629/sakaefd.1271618>
- Kaya, D., & Keşan, C. (2022). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: Su israfı örneği. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 1068–1097. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.1177845>
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Kırlı, E. (2023). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlilikleri: Fermi problemleri uygulamaları. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Kim, S.H., & Kim, S. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pacific Education Review*, 11, 109-120. <http://dx.doi.org/10.1007/s12564-009-9052-x>
- Korkmaz, E. (2010). İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Kurt, Ö. (2019). Matematiksel modelleme problemlerinin beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, geometri öz-yeterlik ve matematiğe yönelik tutumuna etkisinin incelenmesi. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi.

- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 591-645). Routledge.
- Maaß, J., O'Meara, N., Johnson, P., & O'Donoghue, J. (2020). Öğretmenler için matematiksel modelleme. Uygulamalı matematik eğitimi için pratik bir rehber. (A. Yıldız, Çev.). Vizetek Yayıncılık. (Orijinal eserin basım tarihi 2018).
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 113-142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Mcmillan, J. H. (2000). *Educational Research: Fundamentals for the consumer*. Longman.
- Miles, B. M. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Sage Publications.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. W. Blum, P. Galbraith, H. Henn ve M. Niss (Ed.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study içinde* (s. 3-32). Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1>
- Niss, M. (1989). Aims and Scope of Applications and Modelling in Mathematics Curricula. In W. Blum, J. S. Berry, R. Biehler, I. Huntley, G. Kaiser-Messmer & L. Profke (Eds.), *Applications and Modelling in Learning and Teaching Mathematics*. (pp. 22-31). Chichester: Ellis Horwood.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Sage Publications.
- Simon, M. A., & Blume, G. W. (1994). Mathematical modeling as a component of understanding ratio-as-measure: A study of prospective elementary teachers. *Journal of Mathematical Behavior*, 13(2), 183-197. [https://doi.org/10.1016/0732-3123\(94\)90022-1](https://doi.org/10.1016/0732-3123(94)90022-1)
- Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *The Teaching of Mathematics*, 13(2), 105-112.
- Stillman, G. (2015). Problem finding and problem posing for mathematical modelling. In *Mathematical modelling: From theory to practice* (pp. 41-56).
- Şahin, N. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2016). İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: Suç problemi. *Eğitim ve Bilim*, 41(183). <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2016.6011>
- Tekin Dede, A. (2017). Modelleme Yeterlikleri ile Sınıf Düzeyi ve Matematik Başarısı Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. *İlköğretim Online*, 16(3), 1201-1219. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2017.330251>
- Tekin Dede, A., & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 4(3).
- Thomas, K., & Hart, J. (2010). Pre-service teacher perceptions of model eliciting activities. In R. Lesh et al. (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (p. 531-539). New York, NY: Springer Science & Business Media.
- Uzun, H., Ergene, Ö., & Masal, E. (2023). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi: Matematik Köyü'ne gidiyoruz etkinliği. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 6(2), 494-521. <https://doi.org/10.33400/kuje.1316782>
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Borghart, I. (1997). Pre-service teachers' conceptions and beliefs about the role of real-world knowledge in mathematical modelling of school word problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 339-359.

- Yanar, A. N., & Ergene, Ö (2024). Farklı Eğitim Seviyelerindeki Katılımcıların Sosyo-Kritik Matematiksel Modelleme Etkinliği Çözüm Süreçlerinin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(3), 830-865. <https://doi.org/10.19171/uefad.1495955>
- Yu, S., & Chang, C. (2009). *What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modeling?* Paper presented at 14. International Conference on the Teaching of Mathematical Modeling and Applications, ICTMA-14, University of Hamburg, Hamburg.
- Yin, R. (1984). *Case study research: design and methods* (3. Basım). California: Sage Publications.

EK 1 - Deniz Kırtasiyenin Satışları

Mardin'in Kızıltepe ilçesi Güneydoğu Anadolu Bölgesinin en kalabalık ilçelerinden biridir. 267.151 kişilik nüfusa sahip olan ilçede öğrenci nüfusu da oldukça fazladır. Kızıltepe'de yaşayan ve kırtasiyeci olan Ahmet Bey, Deniz Kırtasiyenin sahibidir ve öğrencilerin ihtiyaç duyacağı tüm ürünleri kırtasiyelerinde bulundurarak hizmet etmektedir.



Kaynakça: <https://pixabay.com/>

Ahmet Bey'in kırtasiyelerinde ürün satışının yanı sıra, müşterilere almayı düşündükleri ürünlerin ne düzeyde işlerine yarayacakları anlatılmakta ve alternatif alabilecekleri ürünler de gösterilmektedir. Özellikle Türkiye genelindeki sınavların yaklaştığı ve okulların ilk açıldığı zamanlarda ürün satışı artmaktadır. Öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri Deniz Kırtasiyenin dört tane şubesi vardır.

Her yıl sattığı ürünler karşılığında yayınevlerinden ve markalardan iskonto* kazanan Ahmet Bey kırtasiyelerinde daha fazla ürün çeşidiyle müşterilerine hizmet sunmak istemektedir. Siz de kırtasiye ürünleri almak için Ahmet Bey'in Deniz Kırtasiyelerine uğrayabilirsiniz.

Hazırlık Soruları:

- 1- Deniz Kırtasiyenin sahibi kimdir?
- 2- Deniz Kırtasiyenin kaç şubesi vardır?
- 3- Deniz Kırtasiye müşterilere ne tür hizmetler sağlıyor?
- 4- Deniz Kırtasiyede en çok ne zaman satış yapılmaktadır?

Ön Bilgilendirme

Ahmet Bey, Deniz Kırtasiyelerinde ürünlerin satışına göre kazandığı iskonto² miktarını belirlemek istiyor. Iskonto miktarının artması için şubelerinde yapacağı kırtasiye malzemeleri ve kitapları belirlemek için geçen yıl satılan kırtasiye malzemeleri, LGS (Liseye Geçiş Sınavı) kitapları, YKS (Yükseköğretim Kurumları Sınavı) kitapları ve KPSS (Kamu Personeli Seçme Sınavı) kitaplarının adetleri hakkında bilgi alındı. Kırtasiyelerde satılan ürünlerin kazançları, çalışan sayısı, aylık ürün siparişi sayısı ve aylık müşteri sayısı kaydedilmiştir. Iskonto miktarının artması için kırtasiye malzemeleri, LGS kitapları, YKS kitapları ve KPSS kitapları ile ilgili verilere bakılacaktır.

Mahalle	Ortaokul Sayısı	Lise Sayısı	KPSS Dershanesi Sayısı	Toplam Öğrenci Sayısı
Cumhuriyet Mahallesi	8	4	3	18.732
Ersoylu Mahallesi	4	9	1	19.856
Yenikent Mahallesi	7	10	2	22.347
Yeni Mahalle	9	2	1	14.435

² Iskonto: indirim

Aylık Ürün Siparişi Sayısı (Adet)				
Şubeler	Kırtasiye Malzemeleri	LGS Kitapları	YKS Kitapları	KPSS Kitapları
Cumhuriyet Mah.	14600	2300	4700	3000
Ersoylu Mah.	15400	700	12000	900
Yenikent Mah.	18000	2200	14000	2500
Yeni Mahalle	7200	3000	1800	800

Satılan Ürünlerden Elde Edilen Aylık Kazanç (TL)				
Şubeler	Kırtasiye Malzemeleri	LGS Kitapları	YKS Kitapları	KPSS Kitapları
Cumhuriyet Mah.	184000	4700	10600	6300
Ersoylu Mahallesi	196000	1200	23400	1500
Yenikent Mah.	220400	4500	29600	5700
Yeni Mahalle	70000	5800	3500	1500

Aylık Müşteri Sayısı				
Şubeler	Kırtasiye Malzemeleri	LGS Kitapları	YKS Kitapları	KPSS Kitapları
Cumhuriyet Mah.	7400	2500	3520	2300
Ersoylu Mah.	6500	720	8730	600
Yenikent Mah.	12700	1830	10040	1610
Yeni Mahalle	4000	2870	1650	680

Kırtasiyelerdeki Çalışan Sayısı				
Şubeler	Kırtasiye Malzemeleri	LGS Kitapları	YKS Kitapları	KPSS Kitapları
Cumhuriyet Mah.	5	3	3	3
Ersoylu Mah.	4	2	5	2
Yenikent Mah.	6	2	6	3
Yeni Mahalle	4	4	1	1

Problem Durumu

Ahmet Bey'in bu yıl, yayınevlerinden ve markalardan daha fazla iskonto miktarı kazanması için kırtasiyelerindeki satışlara göre ürün sayılarında değişiklik yapması gerekmektedir. Verilen bilgileri kullanarak Ahmet Bey'in yapması gereken değişiklikleri belirlemesine yardımcı olun. Kararınızı

verirken kullandığınız yöntemi açıklayan bir mektup yazın, böylece Ahmet Bey her yıl daha fazla iskonto miktarı kazanabilmek için yönteminizi kullanabilsin.