

# Matematik Uygulamaları Öğretim Materyalinin Modelleme Problemlerine Uygunluğu

## Suitability of Mathematics Applications Teaching Material to Modeling Problems

Zeynep ÇAKMAK  
GÜREL<sup>1</sup>



Ahmet İŞİK<sup>2</sup>



<sup>1</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Erzincan, Türkiye

<sup>2</sup> Gazi Faculty of Education, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye



### Öz

Bu çalışmanın amacı, ortaokul matematik uygulamaları dersine ait öğretim materyalinde yer alan problemlerin, matematiksel modelleme problemlerine uygun olup olmadığının araştırılmasıdır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf ders kitaplarında öğretim materyali olarak değerlendirilen matematik uygulamalarındaki toplam 149 problem incelenmiştir. Verilerin analizinde tümdengelim ve tümevarım yöntemleri birlikte kullanılarak bu öğretim materyallerinde yer alan problemlerin yarısından fazlasının gerçekçi durum içeren problemler olduğu görülmüştür. Fakat bu problemlerin oldukça az bir kısmı modelleme problemlerinde bulunması gereken özgünlük kriterini sağlamaktadır. Yine benzer şekilde sadece birkaç adet problem açıklık kriterlerini taşımaktadır. Modelleme alt yeterlikleri incelendiğinde problemlerin birçoğunun matematiksel çözüm gerektiren problemler olduğu dikkat çekicidir. Problemlerin büyük çoğunluğu basitleştirme, yorumlama ve doğrulama aşamalarını içermemektedir. Yenilenen matematik uygulamaları öğretim programı ile matematiksel modellemeye ilginin arttığı fakat bunun öğretim materyallerine yansımadağı görülmüştür. Dikkate alınan kriterler doğrultusunda öğretim materyallerinin yenilenmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Matematik uygulamaları, matematiksel modelleme, modelleme problemi kriterleri, öğretim materyali

### ABSTRACT

The aim of this study is to investigate whether the problems in the teaching material of the secondary school mathematics applications course are suitable for mathematical modeling problems. Document analysis method, one of the qualitative research methods, was used in the research. A total of 149 problems in the fifth, sixth, seventh and eighth grade mathematics applications teaching material were examined. In the analysis of the data, deductive and inductive methods were used together, and it was seen that more than half of the problems in these teaching materials were problems with realistic context. Few of these problems provide the authentic criteria that should be found in modeling problems. Similarly, only a few problems meet the openness criteria. When modeling sub-competences are examined separately, it is remarkable that many of the problems require mathematical solutions. Problems usually do not include simplification and verification steps. It has been observed that the interest in mathematical modeling has increased with the renewed mathematics applications curriculum, but this has not been reflected in the teaching materials. It is recommended to renew the teaching materials in line with the criteria taken into account.

**Keywords:** Mathematics applications, mathematical modeling, modeling problem criteria, teaching material

Geliş Tarihi/Received 02.08.2022  
Kabul Tarihi/Accepted 01.10.2023  
Yayın Tarihi/Publication Date 30.06.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:  
Zeynep ÇAKMAK GÜREL

E-mail: zcakmak@erzincan.edu.tr

Cite this article: Çakmak Gürel, Z. & İşık, A. (2024). Suitability of mathematics applications teaching material to modeling problems. *Educational Academic Research*, 53, 152-165.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

## Giriş

Matematiksel modelleme son zamanların en kabul gören matematik eğitimi kavramlarından biridir (Kaiser, 2020). Bu kavram her ülkenin bünyesinde bulundurduğu okulların müfredat programlarında önemli bir rol oynamaktadır (Blomhøj & Kjeldsen, 2006; Lingefjärd, 2006; Niss ve ark., 2007). Matematiksel modelleme, okul dışı gerçek yaşam problemlerinin matematik dünyasına aktarılması ve elde edilen sonuçların tekrar gerçek yaşama yorumlanması şeklinde çift yönlü bir dönüşüm sürecidir (Blum & Borromeo Ferri, 2009; Blum & Leiss, 2007). Bu süreçte, uygun bir matematiksel model oluşturmak önemli bir adımdır (Wess ve ark., 2021). Matematiksel model ise gerçek dünyadaki durumu tanımlamak, düşünmek, yorumlamak, açıklamak veya tahminlerde bulunmak için kullanılan kavramsal sistemdir (Doerr & Tripp, 1999). Genellikle matematiksel modeller bir fonksiyon, denklem, grafik, vektör gibi matematiksel bir temsilden daha fazlasını ifade etmektedir (Czocher, 2018). Bu tanımlardan hareketle matematiksel modelleme, yaygın kullanılan problem çözme (Lesh & Doerr, 2003; Niss ve ark., 2007) ve matematiği modelleme (Cirillo ve ark., 2016) kavramlarından farklılaşmaktadır.

Modelleme ortaokul düzeyinde oldukça yeni bir kavram olup öğretmenlerin bu süreçte öğrencileri desteklemek için çeşitli yeterliklere sahip olması gerekir (Greefrath ve ark., 2022). Wess ve ark. (2021) tarafından öğretmenlerin sahip olması gereken matematiksel modellemeye özgü pedagojik alan bilgisi dört boyutta tanımlanmıştır. Bunlar: modelleme süreci hakkında bilgi, bakış açıları hakkında bilgi, müdahale bilgisi ve modelleme problemi hakkında bilgidir. Modelleme süreci hakkında bilgi matematiksel model, modelleme ve süreci hakkında bilgi ve modelleme sürecindeki zorlukların bilinmesidir (Galbraith & Stillman, 2006; Maaß, 2006). Amaç ve bakış açıları hakkında bilgi, modelleme döngüleri ve perspektiflerinin bilinmesidir (Greefrath & Vorhölter, 2016; Kaiser & Sriraman, 2006). Müdahale bilgisi, modelleme etkinliklerinin uygulanması sürecinde uygun müdahale türlerini sınıflandırmak ve etkili müdahale türlerini belirlemektir (Leiss & Wiegand, 2005; Stender & Kaiser, 2015; Stender ve ark., 2017; Tropper ve ark., 2015). Son olarak modelleme problemi hakkında bilgi, problemlerin karakteristiği, bilişsel analizi, problemlerin geliştirilmesi hakkında bilgidir (Maaß, 2010; Wess ve ark., 2021). Matematiksel modelleme ancak sınıfta uygun modelleme problemlerini (durumlarını, görevlerini) uygulayarak teşvik edilebilir (Wess & Greefrath, 2019). Bu çalışma modelleme problemlerinin karakteristik özelliklerini araştırmaktadır. Bu özelliklerin hem öğretmenlerin modelleme problemi geliştirmelerinde hem de var olan modelleme problemini seçmede belirleyici olacağı öngörülmektedir.

## Modelleme Problemlerinin Özellikleri

Uygun bir matematiksel modelleme problemi geliştirmek veya seçmek için uzun zamandır Lesh ve ark. (2000) tarafından önerilen prensipler kullanılmıştır. Bu prensipler; gerçeklik, model oluşturma, öz değerlendirme, yapı belgelendirme, model genelleme ve etkili prototip şeklinde belirlenmiştir. Modelleme problemlerini sınıflandırmak için kullanılan başka bir sınıflama da Maaß (2010) tarafından geliştirilmiştir. Maaß (2010) çalışmasında modelleme problemlerinin kriterlerini gerçeklik, açıklık ve modelleme yeterliklerine uygunluk şeklinde sınıflandırmıştır. Greefrath ve ark. (2017) ise bu kriterlere ek olarak özgünlük (otantik) ve yakınlık kriterlerini eklemiştir. Böylece modelleme problemlerinin kriterleri (Siller & Greefrath, 2020; Wess & Greefrath, 2019), gerçeklik, özgünlük, yakınlık, açıklık ve alt yeterliklere uygunluk olarak Şekil 1’deki gibi son hâlini almıştır.



### Şekil 1.

*Modelleme problemlerine ait kriterler*

Şekil 1’deki kriterler Wess ve Greefrath (2019) tarafından açıklanmıştır. Gerçeklik kriterinde modelleme problemi, matematiksel olmayan olgusal bir referansa sahiptir. Matematiksel bağlama sahip bir problem ( $1/2+1/3=?$ ) değildir, gerçek hayattan bir bağlama sahiptir. Böylece ya veriler ya da durum gerçekçidir. Fakat gerçekçi olması otantik olduğu anlamına gelmez. Veriler gerçekçidir ancak sorunun kökü gerçekçi değildir, yani matematiksel bir kurguyla inşa edilmiş olabilir. Otantik kriterinde, problem durumu matematiksel olmayan yönü ve somut durumlarda matematiğin kullanımı açısından özgündür. Bağlam gerçekçi olmalı ve belirli bir matematik konusu için özel olarak tasarlanmamalıdır. Otantik modelleme sorusu bağlamın verildiği alanda çalışan kişilerin gerçek problemlerini içermelidir. Böylece görev daha inanılırdır. Otantiklik iki şekilde açıklanmıştır: birincisi “durum otantik mi?” sorusunun cevabıdır. Yani problemin olgusal bağlamı gerçek

kişilerin bir problemi midir? İkincisi ise “matematik sorusu otantik midir?” sorusunun yanıtıdır. Yani sorulan matematiksel sorunun cevabı gerçek kişileri ilgilendiren bir çözüm müdür? Bu iki sorunun cevabı modelleme probleminin otantik olup olmadığını göstermektedir. Yakınlık kriterinde, problem tanımı öğrenciler tarafından ilginç olmalı, yakından bağlantılı olmalı veya günlük yaşamları ile ilgili olmalıdır. Yakınlık onların şu anki problemleri ile alakalı olmayabilir, gelecekte karşılaşılabilecekleri sorunlar ile de ilgili de olabilir. Açıklık kriteri, problem tanımının farklı çözümlere ve farklı seviyelerde yaklaşımlara izin vermesi ile ilgilidir. Değişkenlerin, varsayımların tamamının verilmediği problem durumları bu kriterde değerlendirilebilir. Farklı varsayımlar ya da değişkenler farklı çözümlere yol açacaktır. Alt yeterlikleri teşvik etme ise modelleme probleminin kısmi modelleme yeterliklerinin her birine hizmet ediyor olmasıdır. Bu aşamalar Blum ve Leiss (2007) tarafından geliştirilen ve literatürde en sık kullanılan döngüye ait aşamaları temsil etmektedir. Bunlar durumun temsili, gerçek model, matematiksel model, matematiksel sonuçlar ve gerçek sonuçlar şeklindedir. Bu aşamalar arasındaki alt yeterlikler ise durumu anlama, yapılandırma/basitleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulamadır. Tüm bu alt yeterlikler matematiksel modelleme yeterliğinin bir göstergesidir (Schukajlow ve ark., 2015; Tropper ve ark., 2015). Sonuç olarak bu tür sistematik sınıflandırmalar öğretmenlerin hem modelleme problemi hazırlamalarına hem de seçmelerine yardımcı olacaktır (Maaß, 2010). Matematiksel modellemenin ortaokul matematik müfredatlarına yeni girmesi nedeniyle (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017) öğretim materyallerinde, ders kitaplarında, merkezi sınavlarda veya literatürde kullanılan problemlerin modelleme problemi olup olmadığının belirlenmesi önem arz etmektedir.

### **Modelleme Problemlerinin Özelliklerini İnceleyen Çalışmalar**

Yapılan çalışmalar öğretmenlerin matematiksel modelleme problemi oluşturmada sorun yaşadıklarını göstermektedir (Dede ve ark., 2017). Hatta öğretmenlere matematiksel model, modelleme ve modelleme problemleri hakkında bilgi verilmesine rağmen öğretmenlerin modelleme problemi hazırlamakta sıkıntı yaşadıklarını ifade eden çalışmalar bulunmaktadır (Bilgili ve ark., 2020; Deniz, 2014; Deniz & Akgün, 2016; Sağıroğlu, 2018). Prensipler doğrultusunda değerlendirilen etkinliklerde Bilgili ve Çiltaş (2022)’ye göre en fazla göz önünde bulundurulmuş prensiplerin gerçekçilik ve öz değerlendirme olduğu, en göz ardı edilen prensibin ise modeli genelleme prensibi olduğu gözlenmiştir. Buradan hareketle öğretmenlere literatürde var olan modelleme problemlerinin sunulması modellemenin özellikle ortaokullarda yaygınlaştırılması adına önem arz etmektedir. Var olan modelleme problemlerini modelleme kriterlerine

göre inceleyen çalışmalar mevcuttur. Greefrath, Siller ve Ludwig (2017) tarafından yapılan çalışmada Alman sınav sisteminde yer alan matematiksel problemlerin matematiksel modelleme etkinliklerini ne ölçüde karşıladığı araştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre inceledikleri problemlerin %40’ının gerçeğe atıfta bulunduğu söylenebilir. Fakat problemler gerçeğe atıfta bulunsada otantik kriterini karşılamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca soruların hiçbirisi açık veya öğrencilere yakın değildir. Modelleme yeterlikleri açısından ise problemlerin daha çok matematikselleştirme ve yorumlamaya odaklandığı; basitleştirme, yapılandırma ve doğrulama yeterliklerine odaklanmadığı bulunmuştur. Benzer şekilde Siller ve Greefrath (2020) Avusturya sınav sisteminde yer alan problemleri modelleme problemi bağlamında incelemiştir. Yapılan çalışmada problemlerin birçoğunun gerçeklikle ilgili olduğu belirlenmiştir. Fakat problem durumlarının genellikle otantik olmadığı ve neredeyse hiçbirinin açıklık ve yakınlık kriterlerine uymadığı bulunmuştur. Modelleme yeterliklerinden ise, en çok kullanılan matematiksel çalışma, daha sonra yorumlama ve az da olsa matematikselleştirme kullanılmıştır. Doruk (2019) tarafından 5. Sınıf matematik uygulamaları öğretim materyalinin incelendiği ve Lesh vd. (2000) tarafından belirlenen kriterlere göre oluşturduğu bir form yardımıyla problemleri değerlendirdiği belirlenmiştir. Bu kriterlere göre kitapta yer alan problemlerin modelleme problemlerine orta düzeyde uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Matematik öğretim programının, modellemeyi örneklerdirken bir manipülatif olarak algılanmasına neden olan matematiği modelleme kavramına yönlendirdiği gerekçesiyle birtakım problemler içerdiği (Doruk, 2019) ifade edilmektedir. Yine Erdem ve ark. (2017) tarafından ders kitaplarının incelenmesi sonucunda matematiksel modelleme problemlerine rastlanmadığını, problemlerin matematiği modellemeyi içerdiğini bulunmuştur.

Bu çalışmanın kapsamı içinde matematik uygulamaları dersi yer almaktadır. Matematik uygulamaları dersinin temel amaçları arasında matematiksel modelleme becerisine katkı sağlamak olduğu programda vurgulanmıştır (MEB, 2018). Nitekim 2015 yılında hazırlanmış olan matematik uygulamaları öğretim kitapları 2018 yılında yenilenen programlarla beraber kullanılmaya devam etmektedir. Matematiksel modelleme becerisini geliştirmek adına öğretmenlere kaynak kitap olarak 2015 yılında hazırlanan matematik uygulamaları öğretim materyali sunulmaktadır. Sunulan bu kaynak kitabın matematiksel modelleme becerisini geliştirmeye ne kadar hizmet ettiği merak edilmektedir. Mevcut materyalin güçlü ve zayıf yönlerinin ortaya konulması gelecekte tasarlanacak olan etkinlikler için yol gösterici olabilir. Mevcut çalışmada modelleme problemleri Siller ve Greefrath (2020) tarafından ortaya konan güncel kriterler dikkate alınarak ortaokul matematik

uygulamaları kitapları incelenmiştir. Modelleme problemlerine ait yeni kriterlerin açıklandığı mevcut çalışmanın öğretmenlere, araştırmacılara ve program geliştiricilere yardımcı olacağı ve matematik uygulamaları öğretim materyalinin güncellenmesinde önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

### Araştırmanın Amacı

Ortaokul matematik uygulamaları dersine ait öğretim materyalinde yer alan problemlerin ne derece matematiksel modelleme problemi olduğunun belirlenmesi amaçlanan bu çalışmanın alt problemi şu şekildedir:

1. Matematik uygulamaları öğretim materyallerinde yer alan problemlerin matematiksel modelleme problemlerine ait kriterleri karşılama düzeyi nedir?

### Yöntem

#### Araştırmanın Modeli

Ortaokul matematik uygulamaları dersine ait öğretim materyalinde yer alan problemlerin ne derece matematiksel modelleme problemi olduğunun belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi yöntemi araştırılması hedeflenen bir olgu hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu yöntem, yazılı materyallerin incelenmesi, yorumlanması ve değerlendirilmesini içeren sistematik bir süreçtir (Bowen, 2009; Corbin & Strauss, 2008).

#### Veri Kaynağı

Bu makalede veriler, matematik uygulamaları dersi öğretim materyali olarak öğretmenlere sunulan kaynak kitapların analizlerinden elde edilmiştir. Matematik uygulamaları dersi

2013 yılında ortaokul müfredatlarına alınmıştır. Bu dersin müfredatta yer almasının amacı, öğrencilerin problem çözme becerilerini, matematiksel modelleme becerilerini, teknolojik araçların kullanımını geliştirmektir (MEB, 2018). Bu bağlamda öğretmenlere rehberlik etmesi açısından MEB tarafından materyal kitaplar hazırlanmıştır. Bu kitaplar 2015 yılına ait olup Tablo 1 de belirtildiği gibi 5. Sınıf (MEB, 2015a), 6. Sınıf (MEB, 2015b), 7. Sınıf (MEB, 2015c) ve 8. sınıf (MEB, 2015d) düzeyi için ayrı ayrı tasarlanmış problemler içermektedir.

**Tablo 1.**

*Sınıf Düzeyine Göre Etkinlik Sayıları*

Sınıf düzeyi	Etkinlik sayısı
5. sınıf	36
6. sınıf	32
7. sınıf	41
8. sınıf	40
Toplam	149

Tablo 1 incelendiğinde tüm sınıf düzeylerine ait toplamda 149 adet matematik problemi bulunmaktadır.

#### Verilerin Analizi

Bu çalışmada Mayring (2015) tarafından tanımlanan nitel veri analizi yöntemi kullanılmıştır. Birinci alt probleme ait veriler analiz edilirken tümevarım yöntemi ikinci ve üçüncü alt problem analiz edilirken tümdengelim analiz yöntemi kullanılmıştır. Birinci alt problem için öncelikle her probleme bir kod verilmiştir. Bu kodlar daha sonra modelleme problemi olabilir veya olamaz şeklinde bir üst kategoride birleştirilmiştir. Kod ve kategoriler Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2.**

*Problemlerin Matematiksel Modelleme ve Modelleme Dışındaki Bağlamları*

Kategori	Kodlar	Açıklama	Örnek
Modelleme problemi olamaz	İçsel matematiksel bağlamlar	Alıştırma tipinde matematiksel problemler	$1/2+1/3=?$
	Oyun temelli problem	Yarışma, oyun tipinde tasarlanmış matematiksel problemler	Dart oyunu
	Matematiği modelleme	Matematiği somutlaştırmak veya görselleştirmek	Kesir kartları
	Teknoloji destekli problem	Matematiksel kavramların teknolojik araçlarla gösterilmesi	Geogebra kullanarak dikdörtgen çizme
Modelleme problemi olabilir	Yapay (kurgu) problemler	Gerçeklikten uzak kurgulanmış problemler	Satranç problemi: her bir kareye belli bir oranda buğday konulması
	Gerçekçi durum	Gerçek bir bağlam içerir matematiksel olmayan olgusal bir referansa sahiptir	Bir odanın tabanına parke döşenecektir...

Tablo 2’de ifade edilen kriterler bir problemin matematiksel modelleme problemi olabileceğine veya tamamen farklı olan problem türünü içerme durumuna göre analiz edilmiştir.

Özellikle bu aşamada bir problemin gerçek dünyadan mı yoksa içsel matematiksel bir bağlamdan mı olduğu kriter olarak alınmıştır. Örneğin, içsel matematiksel bağlam içeren bir problem Şekil 2’de verilmiştir.

**7. EN BÜYÜK EN KÜÇÜK SAYILAR**

**Soru 1:** Her bir işlem için aşağıda verilen sayılar arasından farklı iki sayı seçerek aşağıdaki işlemlerin sonuçlarını **en büyük** sayı olacak şekilde kutuların içine yazınız.

$\frac{1}{2}, 2, 3, 10, 30, 50$

+  = \_\_\_\_\_  
 -  = \_\_\_\_\_  
 ×  = \_\_\_\_\_  
 ÷  = \_\_\_\_\_

**Şekil 2.**

Altıncı sınıf matematik uygulamaları kitabından içsel matematiksel bağlam örneği

Şekil 2’de görüldüğü üzere verilen örnek içsel matematiksel bir bağlamda verilmiştir. Gerçekçi bir bağlam kullanılmamış matematik içinde çözülebilen alıştırmaya tipinde bir sorudur. Bu nedenle bu etkinlikler modelleme problemi olamaz kategorisine dahil edilmiştir.

İkinci alt probleme ilişkin veriler Wess vd. (2021) tarafından açıklanan modelleme problemi kriterleri bağlamında incelenmiştir.

**Tablo 3.**

*Problemlerin Matematiksel Modelleme Durumu Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılan Kriterler*

Kategoriler	Soru
Gerçeklik	Problem tanımı matematiksel olmayan okul dışı bir bağlamda sunuluyor mu?
Yakınlık	Problem durumu öğrencilerin çevresinden, öğrencilerle yakından ilişkili veya öğrencilere ilginç gelmekte mi?
Özgünlük (Otantik)	Problemin kaynağı otantik midir? Problemin kaynağı gerçek kişileri ilgilendiren bir problem midir? Problem cümlesi otantik midir? Problemden elde edilen yanıtlar gerçek hayata uygulanabilir mi?
Açıklık	Problem durumu alternatif çözümlere açık mı? Farklı değişkenler belirlemeye, varsayımlarda bulunmaya veya modeller geliştirmeye açık mı? Basitleştirme/Yapılandırma: Problem tanımı varsayımlarda bulunmayı, değişkenleri belirlemeyi gerektiriyor mu?
Modelleme Alt yeterliklerine hitap etme	Model oluşturma: Problem tanımı model oluşturmayı gerektiriyor mu? Matematiksel çalışma: Problem tanımı modeli çözmeyi gerektiriyor mu? Yorumlama: Problem tanımı yorumlamayı gerektiriyor mu? Doğrulama: Problem tanımı gerçek hayattaki geçerliğini sorgulamayı gerekli hâle getiriyor mu?

Tablo 3’te verilen bu kriterler dikkate alındığında çeşitli soruları doğurmaktadır (Greefrath vd., 2017). İfade edilen soruların yanıtları iki seçeneqli maddeler ile değerlendirilmiştir. Verilen kriterlere ait cevap evet ise “1” hayır ise “0” olarak kodlanmıştır. Elde edilen evet ve hayır kodlarının frekansı hesaplanmıştır. Bir etkinliğe ilişkin evet

seçeneğinin artması matematiksel modelleme problemine hizmet etme derecesinin arttığını göstermektedir. Böylece her bir problem Tablo 3’te verilen değerlendirme kriterlerine göre analiz edilmiştir.

Gerçeklik kriterinde dikkate alınan özellik problemin gerçek

hayattan bir bağlamı içerip içermemesidir. Örneğin, problem alıştırmaya tipinde hazırlanmış ( $5+3=?$ ), oyun temelli hazırlanmış (hanoi kuleleri oyunu), teknoloji destekli çizim odaklı hazırlanmış (Ör: geogebra da bir üçgene kenarortay çizme) ya da problem tamamen kurgu içeriyor (satranç tahtasına buğday dizme gibi) ise bu etkinlikler gerçek dışı problemler olarak etiketlenmiştir. Bir problem gerçek hayattan olabilir (bir odaya fayans döşenecektir) fakat öğrencinin çevresi ya da yakını ile ilişkili olmayabilir. Bu durumda yakınlık kriterini sağlamaz. Bu kriterde birebir öğrencinin hayatında olması beklenmez fakat dolaylı olarak öğrenciyi etkilemesi bile yeterlidir. Örneğin, benzin fiyatları öğrencinin birebir ilişkili olduğu bir konu değildir. Fakat yakın çevresini ilgilendiren bir konu olabilir. Ya da en azından televizyon haberlerinde öğrencinin karşısına çıkmış olması bu kriteri sağlamaya yetecektir. Özgünlük kavramı iki şekilde açıklanmaktadır. Birincisi problem durumu gerçekçi mi? Gerçek hayattan olması bir problemi gerçekçi yapmamaktadır. Örneğin, bir sepetin çevresini hesaplamak bu problemi gerçekçi yapmamaktadır. Bu sepetin çevresini hesaplamayı gerektirecek gerçek bir nedene ihtiyaç vardır. Eğer bir problem durumu gerçek kişilerin problemi ise o durum gerçekçidir. Bazen durum gerçekçi olup oluşturulan matematik sorusu gerçekçi olmayabilir. Yani probleme bağlı bulunan cevaplar gerçek kişileri ilgilendirmeyebilir. "Sepetin çevresi kaçtır?" sorusu gibi. Bunun için gerçekçi bir problem ortaya koymak gereklidir. Her iki durumda da cevabın otantik olması problemin özgün olduğunu gösterir. Açıklık kavramı ise problemin açık uçlu olup olmaması ile ilgilidir. Örneğin,  $5+3=?$  Sorusu kapalı uçlu bir sorudur. Cevabı takdir ve öğrencinin kendi kendini değerlendirmesine fırsat tanımaz. Açık uçlu sorularda ise değişkenler belirlenir varsayımlarda bulunulur ve genellikle bulunan cevaplar birbirinden farklıdır. Alt yeterliklere hitap etme kriteri ise gerçek hayat problemlerinden modelleme problemlerini ayıran noktadır. Bu kriterde modelleme probleminin değişken belirleme, varsayımda bulunma gibi becerilerin gerçekleştirilmesine ve öğrencilerin gerçek model oluşturmasına fırsat tanınması beklenmektedir. Ayrıca gerçek modelden hareketle bir matematiksel model oluşturulmasına, matematiksel ve gerçek sonuçlar elde edilmesine ve bu sonuçların doğrulanmasına imkân verecek bir problem niteliğinde olması gerekmektedir.

### Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bu çalışmadaki kriterler, araştırmada yer almayan matematiksel modelleme alanında bir uzman ile yeniden incelenmiştir. Toma (2006) üye kontrolünün güvenilirliği, değerlendirmenin önemli bir yolu olduğunu öne sürmektedir. Bu çalışmada yer alan 149 problemde 30 problem rastgele seçilmiş ve her bir problemin ve bu probleme verilen kodun tutarlılığı farklı bir uzman tarafından da okunarak onaylanmıştır. Puanlayıcılar arası güvenilirlik

(Inter-rater reliability) olan Cohen's Kappa katsayısı .83 olarak belirlenmiştir. Bu durumda değerlendiriciler arası güvenilirlik tatmin edicidir (Cohen, 1960). Puanlayıcı ile uyuşmayan durumlar tartışılarak ortak bir karar verilmiştir. Örneğin, Kamil'in koyunları probleminde koyunların otlayabileceği en geniş arazinin 316 m lik bir çit ile çevrilmesi isteniyor. Araştırmacı tarafından bu problem yakınlık açısından 0 olarak kodlanmıştır. Çünkü öğrencilerin koyunlar ile karşılaşmış olma ihtimallerini dikkate almıştır. Fakat uzman buradaki problemin koyunlar ile ilgili olmadığı asıl sorunun her herhangi bir yerin sınırlarını çizmek ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Çocukların oyun oynarken bile bu sınırları dikkate aldıklarını dile getirmiştir. Böyle problem yakınlık kriteri açısından "1" olarak tekrar kodlanmıştır

### Araştırmanın Etik İzni

Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerektiği belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

### Bulgular

Bu bölümde matematik uygulamaları öğretim materyallerinde yer alan problemler modelleme kriterleri bağlamında incelenmiştir. Bulgular gerçeklik, özgünlük (otantiklik), yakınlık, açıklık ve modelleme alt yeterliklerine hizmet etme durumu göz önüne alınarak sunulmuştur.

### Gerçeklik kriteri bağlamında elde edilen bulgular

Matematik uygulamaları öğretim materyalinde yer alan problemler gerçeklik kriteri bağlamında incelenmiş ve bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.***Matematik Uygulamaları Öğretim Materyallerinde Yer Alan Problemlerin Gerçeklik Kriterine Uygunluğu*

	5. sınıf		6. sınıf		7. sınıf		8. sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
İçsel matematiksel bağlam	6	17	10	31	4	10	4	9	24	16
Oyun temelli problem	6	17	2	6	-	-	1	3	9	6
Teknoloji destekli problem	-	-	2	6	2	5	-	-	4	3
Matematiği modelleme	2	5	1	3	2	5	1	3	6	4
Yapay (kurgu) problemleri	3	8	-	-	-	-	1	3	4	3
Gerçeklik kriterine uygun	19	53	17	54	33	80	33	82	102	68
Toplam	36	100	32	100	41	100	40	100	149	100

Tablo 4'e göre matematik uygulamaları kitaplarında yer alan toplam 149 problem gerçekçi bağlam, içsel matematiksel bağlam, oyun temelli problem, matematiği modelleme, teknoloji destekli problem ve yapay problemler şeklinde sıralanmaktadır. Toplam 149 problemin %68'i gerçeklik kriterine uymaktadır. Tüm sınıf düzeyleri ayrı ayrı incelendiğinde, problemlerin yarısından fazlası gerçeklik kriterine uygun oluşturulmuştur. Ayrıca sınıf düzeyi arttıkça

daha fazla gerçeğe uygun problemler oluşturulduğu dikkat çekmektedir.

#### Özgünlük kriteri bağlamında elde edilen bulgular

Matematik uygulamaları öğretim materyalinde yer alan problemler özgünlük kriteri bağlamında incelenmiş ve bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.***Matematik Uygulamaları Öğretim Materyallerinde Yer Alan Problemlerin Otantiklik Kriterine Uygunluğu*

	Problemin kaynağı otantik				Problem cümlesi otantik				Hem kaynak hem sorusu otantik			
	Evet		Hayır		Evet		Hayır		Evet		Hayır	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
5. sınıf	6	17	30	83	4	11	32	89	4	11	32	89
6. sınıf	5	16	27	84	2	6	30	94	2	6	30	94
7. sınıf	5	12	36	88	4	10	37	90	4	10	37	90
8. sınıf	22	55	18	45	6	15	34	85	6	15	34	85
Toplam	38	26	111	74	16	10	133	90	16	10	133	90

Tablo 5'e göre hem problemin kaynağının hem de problem cümlesinin otantik olduğu problemlerin tüm sınıf düzeylerinde %15'ten daha az ortalamasının ise %10 olduğu tespit edilmiştir. Otantiklik problemin kaynağı ve problem cümlesi açısından ayrı ayrı incelendiğinde ise problem kaynağının problem cümlesinden daha otantik olduğu belirlenmiştir. Özellikle problemin kaynağı sekizinci sınıf problemlerinde daha otantik hazırlandığı (%55)

görülmüştür. Öğretim materyalinde yer alan problemlerin otantik olmama sorunu ise problem cümlesinin otantik olmamasından kaynaklı olduğu dikkat çekmektedir.

#### Yakınlık kriteri bağlamında elde edilen bulgular

Matematik uygulamaları öğretim materyalinde yer alan problemler yakınlık kriteri bağlamında incelenmiş ve bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6.***Matematik Uygulamaları Öğretim Materyallerinde Yer Alan Problemlerin Yakınlık Kriterine Uygunluğu*

	Evet		Hayır		Toplam
	f	%	f	%	f
5. sınıf	14	39	22	61	36
6. sınıf	9	28	23	72	32
7. sınıf	16	39	25	61	41
8. sınıf	24	60	16	40	40
Toplam	63	42	86	58	149

Tablo 6'daki bulgular incelendiğinde en fazla sekizinci sınıf (%60) en az altıncı sınıf (%28) düzeyindeki problemlerin yakınlık kriterine uygun oluşturulduğu görülmüştür. Beşinci ve yedinci sınıf düzeyinde ise problemlerin %39'u yakınlık kriterine uygun oluşturulmuştur. Toplam 149 sorunun ise %42'si yakınlık kriterine uygundur.

**Açıklık kriteri bağlamında elde edilen bulgular**

Matematik uygulamaları öğretim materyalinde yer alan problemler açıklık kriteri bağlamında incelenmiş ve bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

**Tablo 7.***Matematik Uygulamaları Öğretim Materyallerinde Yer Alan Problemlerin Açıklık Kriterine Uygunluğu*

	Evet		Hayır		Toplam
	f	%	f	%	f
5. sınıf	10	28	26	78	36
6. sınıf	1	3	31	97	32
7. sınıf	6	15	35	85	41
8. sınıf	5	13	35	87	40
Toplam	22	15	127	85	149

Tablo 7'deki bulgular incelendiğinde en fazla beşinci sınıf (%28) en az altıncı sınıf (%3) düzeyindeki problemlerin açıklık kriterine uygun oluşturulduğu görülmüştür. Toplam 149 sorunun ise %15'i açıklık kriterine uygundur. Bu bağlamda problemlerin çok az bir kısmı birden fazla cevabı içerirken, problemlerin büyük çoğunluğu tek bir cevaba sahip kapalı uçlu problemlerdir.

**Modelleme alt yeterliklerine uygunluk kriteri bağlamında elde edilen bulgular**

Matematik uygulamaları öğretim materyalinde yer alan problemler modelleme döngüsünde bulunan alt yeterlikleri karşılama durumuna yönelik elde edilen bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 8.***Modelleme Alt Yeterliklerini Karşılama Düzeyi*

	5. sınıf		6. sınıf		7. sınıf		8. sınıf	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Basitleştirme	-	-	-	-	-	-	-	-
Model oluşturma	2	6	5	16	8	19	7	17
Matematiksel çalışma	30	83	26	81	25	61	27	68
Yorumlama	-	-	-	-	4	10	2	5
Doğrulama	-	-	-	-	-	-	-	-
Tüm alt yeterlikler	4	11	1	3	4	10	4	10
Toplam	36	100	32	100	41	100	40	100



Tablo 8’de görüldüğü üzere tüm problemler incelendiğinde, problemlerin tüm alt yeterlikleri karşılama düzeyi beşinci sınıf düzeyinde %11, altıncı sınıf düzeyinde %3, yedinci ve sekizinci sınıf düzeyinde %10’dur. Tüm sınıf düzeylerinde en fazla matematiksel çalışma alt yeterliğinin ardından matematiksel model oluşturma alt yeterliğini sonrasında ise yorumlama alt yeterliğini destekleyecek problemler

bulunmaktadır. Tüm yeterlikleri karşılayan problemler dışında basitleştirme ve doğrulama alt yeterliğine yönelik bir probleme rastlanmamıştır.

### Problemlerin modelleme kriterlerine uygunluğuna yönelik elde edilen bulgular

**Tablo 9.**

*Matematik Uygulamaları Öğretim Materyallerinde Yer Alan Problemlerin Kriterlerin Tamamına Uygunluğu*

	Evet		Hayır		Toplam
	f	%	f	%	f
5. sınıf	3	8	33	92	36
6. sınıf	1	3	31	97	32
7. sınıf	2	5	39	95	41
8. sınıf	4	10	36	90	40
Toplam	10	7	139	93	149

Tablo 9’a göre tüm kriterler dikkate alındığında beşinci sınıf problemlerinin %8’i altıncı sınıf problemlerinin %3’ü, yedinci sınıf problemlerinin %5’i ve sekizinci sınıf problemlerinin ise %10’u tüm kriterleri sağlamaktadır. Bu bağlamda en fazla sekizinci sınıfta tüm kriterleri sağlayan modelleme problemleri yer almasına rağmen, bu değer tüm problemlerin %10’unu oluşturmaktadır. Bu durumda modelleme becerisini geliştirmeye yönelik hazırlanan matematik uygulamaları öğretim materyalinin modelleme problemlerine yeterince hizmet etmediği sonucuna varılmıştır.

### Tartışma

Bu çalışmada ortaokul matematik uygulamaları öğretim materyalinde yer alan matematik problemlerinin içeriği matematiksel modelleme problemlerine ait kriterler açısından incelenmiştir. Bu kapsamda matematik uygulamaları öğretim materyalinde yer alan problemler problem türleri açısından sınıflandırılmıştır. Bu problem türleri; içsel matematiksel bağlamlar, oyun temelli problemler, teknoloji destekli problemler, matematiği modelleme, yapay kurgu problemleri ve gerçekçi durum içeren problemler şeklinde altı sınıfa ayrılmıştır. Bu problem türleri arasında tüm sınıf düzeylerinde en fazla gerçekçi durum içeren problemler yer aldığı tespit edilmiştir. Problemlerin en fazla gerçeklik kriterine uygun olması Deniz ve Akgün (2016), Şahin (2019), Bilgili ve Çiltaş (2022), Deniz (2014) tarafında da tespit edilmiştir. Bu durum matematik uygulamaları öğretim programının gerçek hayat problemlerine yönelik çok fazla kazanım içermesinden kaynaklı olabilir (MEB,2018). Ayrıca sınıf düzeyi arttıkça gerçekçi durum içeren problem türünün arttığı belirlenmiştir. Ancak gerçekçi durum içermesi matematiksel modelleme problemi olması açısından yeterli

bir kriter değildir (Maaß, 2010; Siller & Greefrath, 2020; Wess & Greefrath, 2019). Hatta problemlerin gerçekçi bir durum içermesi otantik olduğu anlamına da gelmez (Wess ve ark., 2021). Yapılan bu çalışmada gerçekçi durum içeren problemlerin büyük bir kısmının otantik olmadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde Kaiser (2002) matematik derslerinde tartışılan gerçek dünya örneklerinin otantik problemlerden uzak olduğunu belirtmiş ve problemlerin yapay bir izlenim verdiğini ifade etmiştir. Hâlbuki Gülikers, ve ark. (2005), Vos (2011) ve Palm (2007) özgün problemlerin sadece gerçekçi bağlama sahip problemlerden daha verimli ve etkili olduğunu tespit etmiştir. Matematik uygulamaları öğretim materyalinde yer alan problemler gerçeklik kriterinden sonra en fazla yakınlık kriterini sağlamaktadır. Yakınlık kriterinden sonra ise açıklık kriteri gelmesine rağmen, problemlerin büyük çoğunluğu kapalı uçlu olup tek bir cevaba odaklanmaktadır. Hâlbuki Ostkirchen ve Greefrath (2022) ve Achmetli ve Schukajlow (2019) açıklık kriterlerinin önemine vurgu yapmaktadır.

Bu çalışmada ayrıca problemler modelleme alt yeterliklerine göre incelenmiştir. Modelleme alt yeterliklerinden en fazla matematiksel çalışma alt yeterliğine yönelik problemin öğretim materyalinde yer aldığı tespit edilmiştir. Vos (2013) tarafından yapılan çalışmada Hollanda’daki sınavlarda yer alan soruların neredeyse tamamının yalnızca bir sayı yanıtına yol açan hesaplamalar içerdiği belirlenmiştir. Benzer durum, bu çalışmada da ortaya konmuştur. Tüm alt yeterlikleri sağlayan modelleme problemlerinin dışında hiçbir problemin basitleştirme, yapılandırma ve doğrulama aşamalarına hitap etmediği görülmüştür. Benzer sonuçlar Wess ve Greefrath (2019) ve Siller ve Greefrath (2020) tarafından yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir. Önemli bir

adım olan model oluşturma ve genelleme alt yeterliklerine yönelik oldukça az problem olduğu dikkat çekici bir sonuçtur. Bu kriterin karşılanma düzeyinin düşük olması Bilgili ve Çiltaş (2022) tarafından da tespit edilmiştir.

Genel olarak bu çalışmada tüm kriterler birlikte değerlendirildiğinde, tüm sınıf düzeylerinde matematik uygulamaları öğretim materyalinde bulunan problemlerinin çok az bir kısmının matematiksel modelleme problemlerinin kriterlerinin tamamını sağlamaktadır. Gerçekçi durum içeren problemlerin daha üst seviyedeki sınıflarda artmış olmasına rağmen az sayıda modelleme problemi içermeleri dikkat çekmektedir. Wess ve Greefrath (2019) ve Siller ve Greefrath (2020) tarafından farklı ülkelerdeki sınav sisteminde yer alan problemleri incelenmiş ve bu çalışmanın bulguları ile benzer bulgular elde edilmiştir. Erdem ve ark. (2017) ise matematik ders kitaplarını incelemiş ve matematiksel modellemeye yönelik problemler yerine matematiği modelleme ve görselleştirme üzerine odaklandığını ortaya koymuştur. Doruk (2019) ise Lesh ve ark., (2000) tarafından geliştirilen kriter çerçevesini kullanarak beşinci sınıf matematik uygulamaları kitabını incelemiş ve kitapta yer alan problemlerin modelleme problemlerine orta düzeyde hizmet ettiğini tespit etmiştir. Öğretmenler tarafından hazırlanan problemlerinde modelleme kriterlerini karşılama durumunun oldukça düşük olduğunu gösteren çalışmalarda bulunmaktadır (Bilgili ve ark., 2020; Deniz, 2014; Deniz & Akgün, 2016; Sağıroğlu, 2018). Hem ders kitabı incelemelerine hem de öğretmenlerin geliştirdikleri problemlere yönelik alinyazında mevcut olan tüm benzer çalışmalar bu çalışmanın sonuçlarını desteklemekte ve matematiksel modelleme problemlerine yönelik kaynak konusunda sorun yaşandığını göstermektedir.

### Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak ortaokul matematik uygulamaları öğretim programı matematiksel modellemeye vurgu yaparken, öğretim materyali olan ders kitaplarında yer alan problemlerin çok az bir kısmının matematiksel modelleme problemi olduğu belirlenmiştir. 2018 yılı programın revizyonu ile öğretim materyallerinin yenilenmesi önerilmektedir. Problemlerin çoğunluğunun gerçekçi bağlamlarda hazırlanmış olması bu konuda sorun olmadığını fakat gerçekçi durum içeren problemlerin çok az bir kısmının otantik olması bu konuda sıkıntı yaşandığını göstermektedir. Benzer durumun problemlerin alt yeterliklere hitap etmesi, açıklık ve yakınlık kriterlerinde de yaşandığı görülmektedir. Bu nedenle geliştirilecek modelleme problemlerinin bu dört kriter açısından değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Problemlerin açıklık kriterine uygun hazırlanması modelleme alt

yeterliklerinden basitleştirme, yapılandırma aşamalarına; otantik ve yakınlık kriterine uygun hazırlanması ise modelleme alt yeterliklerinden doğrulama aşamasına destek sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada ifade edilen modelleme problemlerine ilişkin kriterler ise hem program geliştiricilere hem öğretmenlere hem de araştırmacılara modelleme problemi geliştirme veya seçme konusunda yol gösterebileceği ön görülmektedir.

**Etik Komite Onayı:** Bu araştırma herhangi bir canlı üzerinde gerçekleştirilmediği için etik kurul onayı alınmasını gerektirmemektedir.

**Katılımcı Onamı:** Bu çalışma için katılımcı onamı gerekmemektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir- Z.Ç.G., A.I.; Tasarım- Z.Ç.G., A.I.; Denetleme- Z.Ç.G., A.I.; Kaynaklar- Z.Ç.G., A.I.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi Z.Ç.G., A.I.; Analiz ve/ veya Yorum- Z.Ç.G., A.I.; Literatür Taraması- Z.Ç.G., A.I.; Yazıyı Yazan- Z.Ç.G., A.I.; Eleştirel İnceleme- Z.Ç.G., A.I.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Ethics Committee Approval:** No ethical approval is required for this study since it was not conducted upon any living subject.

**Informed Consent:** Participant consent is not required for this study.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept - Z.Ç.G., A.I.; Design- Z.Ç.G., A.I.; Supervision- Z.Ç.G., A.I.; Resources- Z.Ç.G., A.I.; Data Collection and/or Processing- Z.Ç.G., A.I.; Analysis and/or Interpretation- Z.Ç.G., A.I.; Literature Search- Z.Ç.G., A.I.; Writing Manuscript- Z.Ç.G., A.I.; Critical Review- Z.Ç.G., A.I.; Other- Z.Ç.G., A.I.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study has received no financial support.

### References

- Achmetli K., & Schukajlow S. (2019). Multiple solutions, the experience of competence and interest. In M. S. Hannula G. C., Leder F., Morselli M., Vollstedt and Q. Zhang (Eds.), *Affect and Mathematics Education* (pp. 39-65). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-13761-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-13761-8_3)
- Bilgili, S., & Çiltaş, A., (2022). Prospective Mathematics Teachers' Creating Processes of Model Eliciting Activities and The Reflections on Their Teaching Experiences. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(34), 559-585.
- Bilgili, S., Öndeş, R. N., & Çiltaş, A., (2020). Matematik öğretmenlerinin kurmuş oldukları matematiksel modelleme etkinliklerinin oluşturma ve çözme süreçlerinin incelenmesi. *Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 5(1), 90-108.
- Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 163-177. doi: 10.1007/BF02655887.

- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1) 45-58.
- Blum, W., & Leiss, D. (2007). How do teachers deal with modeling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12): Education, engineering and economics* (pp. 222–231). Horwood Publishing.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative research journal*, 9(2), 27-40.
- Cirillo, M., Pelesko, J. A., Felton-Koestler, M. D., & Rubel, L. (2016). Perspectives on modeling in school mathematics. In C. R. Hirsch & A. R. McDuffie (Eds.), *Mathematical modeling and modeling mathematics* (pp. 3–16). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (3rd edition). Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Czocher, J. A. (2018). How does validating activity contribute to the modeling process? *Educational Studies in Mathematics*, 99, 137–159. doi:10.1007/s10649-018-9833-4
- Dede, A. T., Hidiroglu, Ç. N., & Güzel, E. B. (2017). Examining of model eliciting activities developed by mathematics student teachers. *Journal on Mathematics Education*, 8(2), 223-242.
- Deniz, D. (2014). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Deniz, D., & Akgün, L. (2016). The sufficiency of high school mathematics teachers' to design activities appropriate to model eliciting activities design principles. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 4, 1-14.
- Doerr, H. M., & Tripp, J. S. (1999). Understanding how students develop mathematical models. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(3), 231–254.
- Doruk, B. K. (2019). Beşinci sınıf matematik uygulamaları dersi öğretim materyalinin model oluşturma etkinliği tasarlama prensiplerine uygunluk düzeyinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(2), 879-908.
- Erdem, Z.Ç., Doğan, M. F., Gürbüz, R., & Şahin, S. (2017). Matematiksel modellemenin öğretim araçlarına yansımaları: ders kitabı analizi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 61-86.
- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *ZDM-Mathematics Education*, 38(2), 143–162. <https://doi.org/10.1007/BF02655886>
- Greefrath, G., Siller, H.S., Klock, H., & Wess, R. (2022) Pre-service secondary teachers' pedagogical content knowledge for the teaching of mathematical modelling. *Educ Stud Math*, 109, 383-407. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10038-z>
- Greefrath, G., Siller, H.-S., & Ludwig, M. (2017). Modelling problems in german grammar school leaving examinations (Abitur). In T. Dooley & G. Gueudet (Eds.), *Proceedings of CERME 10* (pp. 932–939). DCU Institute of Education & ERME.
- Greefrath, G., & Vorhölter, K. (2016). *Teaching and learning mathematical modelling: approaches and developments from German speaking countries. ICME-13 Topical Surveys*, 1-42, Switzerland: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-45004-9\_1.
- Gulikers, J. T. M., Bastiaens, T. J., & Martens, R. L. (2005). The surplus of an authentic learning environment. *Computers in Human Behavior*, 21, 509–521.
- Kaiser, G. (2002). Educational philosophies and their influence on mathematics education – An ethnographic study in English and German mathematics classrooms. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 34(6), 241–257.
- Kaiser, G. (2020). Mathematical modelling and applications in education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 553–561). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0\\_101](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_101).
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 302-310. doi: 10.1007/BF02652813
- Leiss, D., & Wiegand, B. (2005). A classification of teacher interventions in mathematics teaching. *ZDM Mathematics Education*, 37(3), 240–245.
- Lesh, R., & 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). Mahwah N. J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A. Kelly and R. Lesh (Eds.), *Handbook of research in mathematics and science education* (pp. 113–149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates.
- Lingefjård, T. (2006). Faces of mathematical modelling. *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*, 38(2), 96 - 112. doi: 10.1007/BF02655884
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*, 38(2), 113-142. doi: 10.1007/BF02655885
- Maaß, K. (2010). Classification scheme for modelling tasks. *ZDM Mathematics Education*, 31(2), 285–311.

- Mayring, P. (2015). Qualitative content analysis: Theoretical background and procedures. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to qualitative research in mathematics education* (pp. 365–380). Springer.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2017). Ortaokul matematik dersi 5-8. sınıflar öğretim programı. *Ankara: MEB*.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2015a). Ortaokul matematik uygulamaları dersi 5. Sınıf öğretmenler için öğretim materyali. *Ankara: MEB*.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2015b). Ortaokul matematik uygulamaları dersi 6. Sınıf öğretmenler için öğretim materyali. *Ankara: MEB*.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2015c). Ortaokul matematik uygulamaları dersi 7. Sınıf öğretmenler için öğretim materyali. *Ankara: MEB*.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2015d). Ortaokul matematik uygulamaları dersi 8. Sınıf öğretmenler için öğretim materyali. *Ankara: MEB*.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). Ortaokul matematik uygulamaları dersi 5-8. sınıflar öğretim programı. *Ankara: MEB*.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). How to replace the word problems. In W. Blum, P. Galbraith, H-W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 3-32). New York: Springer.
- Ostkirchen, F., & Greefrath, G. (2022). Case study on students' mathematical modelling processes considering the achievement level. *Modelling in Science Education and Learning*, 15(1), 137-150. doi: 10.4995/msel.2022.16506.
- Palm, T. (2007). Features and impact of the authenticity of applied mathematical school tasks. In W. Blum et al. (Eds.), *Applications and modelling in mathematics education* (ICMI studies series no. 10, pp. 201–208). New York: Springer.
- Sağıroğlu, D. (2018). Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi, [Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi]. Yök Ulusal Tez Merkezi.
- Siller, H. S., & Greefrath, G. (2020). Modelling Tasks in Central Examinations Based on the Example of Austria. In: Stillman, G., Kaiser, G., Lampen, C. (eds) *Mathematical Modelling Education and Sense-making. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37673-4\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37673-4_33)
- Schukajlow, S., Kolter, J., & Blum, W. (2015). Scaffolding mathematical modelling with a solution plan. *ZDM Mathematics Education*, 47(7). doi:10.1007/s11858-015-0707-2
- Stender, S., & Kaiser, G. (2015). Scaffolding in complex modelling situations. *ZDM Mathematics Education*, 47(7). doi:10.1007/s11858-015-0741-0
- Stender, P., Krosanke, N., & Kaiser, G. (2017). Scaffolding complex modelling processes: An in-depth study. In G. Stillman, W. Blum and G. Kaiser (Eds.), *Mathematical modelling and applications: Crossing and researching boundaries in mathematics education* (pp. 467–477). Cham: Springer.
- Toma, J. D. (2006). Approaching rigor in applied qualitative research. In C. F. Conrad, & R. C. Serlin (Eds.), *The Sage handbook for research in education: Engaging ideas and enriching inquiry* (pp. 405-423). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Tropper, N., Leiss, D., & Hanze, M. (2015). Teachers' temporary support and worked-out examples as elements of scaffolding in mathematical modeling. *ZDM Mathematics Education*, 47(7). doi:10.1007/s11858-015-0718-z
- Vos, P. (2011). What is 'authentic' in the teaching and learning of mathematical modelling? In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 713–722). Dordrecht: Springer.
- Vos, P. (2013). Assessment of modelling in mathematics examination papers: Ready-made models and reproductive mathematising. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, & J. P. Brown (Eds.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 479–488). Dordrecht: Springer.
- Wess, R., & Greefrath, G. (2019). Professional competencies for teaching mathematical modelling—Supporting the modelling-specific task competency of prospective teachers in the teaching laboratory. In U. T. Jankvist, M. Van den Heuvel-Panhuizen, & M. Veldhuis (Eds.), *European Research in Mathematics: Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1274–1283). Utrecht, Netherlands.
- Wess, R., Klock, H., Siller, H.-S., & Greefrath, G. (2021). Measuring professional competence for the teaching of mathematical modelling: A test instrument. *Springer International Publishing*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78071-5>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. baskı). Seçkin Yayıncılık.

## Extended Abstract

### Purpose

Mathematical modeling is one of the most accepted mathematics education concepts of recent times (Kaiser, 2020). Therefore, mathematical modeling plays an important role in the curriculum of the schools in each country (Blomhøj & Kjeldsen, 2006; Lingefjärd, 2006; Niss et al., 2007). Mathematical modeling represents a cyclic process bridging between the real world and the mathematics world, defined as transporting a real-world situation into the world of mathematics and then making interpretations of potential real-world solutions (Blum & Borromeo Ferri, 2009). The mathematical modeling process is a complex one (Stender & Kaiser, 2015), and teachers must have various competencies to support students (Greefrath et al., 2022). Pedagogical content knowledge specific to mathematical modeling that teachers should have been defined in four dimensions (Wess et al., 2021). These are the knowledge of the modeling process, knowledge of perspectives, knowledge of the intervention, and knowledge of the modeling task. The mathematical modeling is a new concept in the secondary school curriculum (MEB, 2017) and it is very difficult to find a resource specifically for mathematical modeling problems. Mathematics applications teaching material is presented to teachers as a source book to improve students' mathematical modeling skills. It was emphasized in the program that one of the main purposes of the mathematics applications course is to contribute to mathematical modeling skills (MEB, 2018). As a matter of fact, mathematics application teaching books prepared in 2015 continue to be used together with the programs renewed in 2018. It is curious to what extent this presented resource book serves to develop mathematical modeling skills. Revealing the strengths and weaknesses of the existing material can be a guide for future activities. In the current study, secondary school mathematics application books were examined by considering the current criteria set forth by Siller and Greefrath (2020) for modeling problems. It is thought that the study, in which the new criteria for modeling problems are explained, will help teachers, researchers and program developers and play an important role in updating the mathematics applications teaching material. The research question of this study, which aims to determine to what extent the problems in the teaching material of the secondary school mathematics applications course are mathematical modeling problems, is as follows:

1. What is the level of meeting the criteria of mathematical modeling problems of problems in the mathematics applications teaching materials?

### Method

In this study, which aims to determine to what extent the problems in the teaching material of the secondary school mathematics applications course are mathematical modeling problems, the document analysis method, one of the qualitative research methods, was used. In this article, the data were obtained from the analysis of the resource books presented to the teachers as mathematics applications course teaching material. The mathematics applications course was included in the secondary school curriculum in 2013. The purpose of including this course in the curriculum is to improve students' problem-solving skills, mathematical modeling skills, and the use of technological tools (MEB, 2018). In this context, material books have been prepared by the Ministry of National Education to guide teachers. These books include 36 problems at the 5th grade level (MEB, 2015a), 32 problems at the 6th grade level (MEB, 2015b), 41 problems at the 7th grade (MEB, 2015c) and 40 at the 8th grade level (MEB, 2015d). A total of 149 mathematical problems belonging to all grade levels were examined. In this study, the qualitative data analysis method defined by Mayring (2015) was used. While analyzing the data of the first sub-problem, the inductive method was used. While the second and third sub-problems were analyzed, the deductive analysis method was used. In the first sub-problem, internal mathematical contexts are classified as game-based problems, mathematical modeling (manipulative), technology-supported problems and artificial (fictional) problems cannot be modeling problems. In the second sub-problem, problems with realistic situations were re-examined in terms of criteria such as relevance, authentic, openness, and addressing modeling sub-competences. In the third sub-problem, it was determined which modeling sub-competences such as simplification, model creation, mathematical study, interpretation and verification address the problems with realistic situations. The codes and categories in this study were re-examined by an expert in the field of mathematical modeling who was not involved in the research. Toma (2006) suggests that member control is an important way of assessing reliability. 30 problems were selected randomly from 149 problems in this study and the consistency of each problem and the code given to this problem was confirmed by a different expert. Cohen's Kappa coefficient, which is the inter-rater reliability, was determined as .83. In this case, inter-rater reliability is satisfactory (Cohen, 1960). The situations that did not match with the rater were discussed and a joint decision was made.

## Results and Discussion

A total of 149 problems in the textbooks of mathematics applications are listed as realistic context, internal mathematical context, game-based problem, modeling mathematics, technology-supported problem and artificial problems. Most of the problems involve a realistic context. In addition, it is observed that the problems involving realistic situations increase from the 5th to the 8th grade. Including realistic situations is not a sufficient criterion for being a mathematical modeling problem (Maaß, 2010; Siller & Greefrath, 2020; Wess & Greefrath, 2019). In this study, it has been determined that most of the problems involving realistic situations are not authentic. Few of these problems meet the criteria of relevance and openness. In general, when all the criteria are evaluated together in this study, 8% of the fifth-grade math problems, 3% of the sixth-grade math problems, 5% of the seventh-grade math problems; and 10% of eighth-grade math problems meet all the criteria for mathematical modeling problems. It is noteworthy that although the problems involving realistic situations have increased in higher-level classes, they contain fewer modeling problems. The problems in the examination system in different countries were examined by Wess and Greefrath (2019) and Siller and Greefrath (2020) and similar findings were obtained with the findings of this study. Erdem et al. (2017), on the other hand, examined mathematics textbooks and revealed that they focused on modeling and visualizing mathematics rather than problems for mathematical modeling. Doruk (2019) examined the fifth-grade mathematics applications book using the criterion framework developed by Lesh et al., (2000) and found that the problems in the book served modeling problems at a moderate level. All similar studies available in the literature support the results of this study and show that there is a problem with the source for mathematical modeling problems. In this study, the problems with realistic situations were examined according to modeling sub-competencies. It was determined that the problem related to the mathematical study sub-competence of the modeling sub-competencies was included in the teaching material. In the study by Vos (2013), it was determined that almost all the questions in the exams in the Netherlands contain calculations that lead to only one number answer. A similar situation was also revealed in this study. Except for the modeling problems that provide all sub-competences, it was seen that none of the problems addressed the simplification and validation stages. Similar results were also found in studies by Wess and Greefrath (2019) and Siller and Greefrath (2020).

## Conclusion

As a result, while the secondary school mathematics applications curriculum emphasizes mathematical modeling, it has been determined that very few of the problems in the textbooks, which are teaching materials, are mathematical modeling problems. It is recommended to renew the teaching materials with the revision of the 2018 curriculum. The fact that many of the problems are prepared in realistic contexts is not a problem in this regard, but the fact that very few of the problems containing realistic situations are authentic shows that there is a problem in this regard. It is seen that a similar situation is experienced in the criteria of relevance and openness. For this reason, it is important to evaluate the modeling problems to be developed in terms of these three criteria.