



Mathematical Modeling Measuring Self-Efficacy: A Scale Adaptation Study

Erdoğan Yıldız¹ , Sebahat Yetim² 

¹Türkiye Ministry of National Education, Türkiye

²Gazi University, Ankara, Türkiye

ABSTRACT

Today, with science and technology developing at a dizzying pace, individuals need the information that will enable them to keep up with this pace; They need to have the skills to interpret it and transfer it to their daily lives. It is essential for individuals with these skills to have qualified teaching conditions and educational environments based on daily experiences. One of the methods that provide these environments is the mathematical modeling process. Students' success in mathematical modeling is closely related to students' self-efficacy beliefs. In this context, a study was carried out to adapt the mathematical modeling self-efficacy scale for students at secondary school level. The scale was adapted to 253 students and confirmatory factor analysis was performed. In the results obtained, it was determined that the scale used had a single-factor structure containing 17 items. Additionally, the reliability value of the scores obtained from the scale (Cronbach $\alpha = 0.89$) was found to be sufficient. Among the values obtained because of the analysis, the χ^2/df value is lower than 5, the AGFI and GFI values are greater than 0.85, and the RMSEA value is lower than 0.08, indicating the presence of model fit in terms of fit indices. As a result, it was determined that the mathematical modeling self-efficacy scale is a valid and appropriate scale for secondary school students.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 16.02.2024

Received in revised form: 14.03.2024

Accepted: 20.03.2024

Available online: 31.03.2024

Article Type: Research Paper

Keywords: mathematical modeling, self-efficacy scale, scale adaptation

© 2024 IJESIM. All rights reserved

1. Introduction

Mathematical modeling encompasses various approaches, including contextual modeling, applications modeling, educational modeling, socio-critical modeling, theoretical modeling, and cognitive modeling (Blum and Leiß, 2007). These approaches aim to bridge the gap between theoretical mathematics and practical problem-solving, demonstrating the applicability of mathematics in different contexts (Blum and Borromeo-Ferri, 2009; Greefrath and Vorhölter, 2016; Yum and Park, 2011). The versatility of mathematical modeling is evident in its application across multiple domains, contributing to advancements in fields such as mathematics, engineering, computer science, finance, and statistics (Luenberger, 2008; Brauer and Castillo-Chavez, 2012; Avriel and Golany, 1997).

In the realm of mathematics education, a crucial aspect is the self-efficacy students possess in mathematical modeling. Grounded in Bandura's self-efficacy theory, this concept refers to an individual's confidence in their ability to create, use, and interpret mathematical models (Bandura, 1977; Bandura, 1997). Studies have consistently shown a positive correlation between mathematical modeling self-efficacy and overall mathematical achievement (Erdoğan, 2019; Liu and Koirola, 2009; Schöber et al., 2018; Tuğran, 2015).

¹ Corresponding author's address: Türkiye Ministry of National Education, Türkiye
e-mail: erdogan6565@gmail.com
DOI: <https://doi.org/10.17278/ijesim.1438228>

While the importance of mathematical modeling self-efficacy is recognized, research on middle school students in Turkey is limited (Özçakır, 2022; Yılmaz and Kesebir, 2023). Addressing this gap, the "Mathematical Modeling Self-Efficacy Scale," developed by Koyuncu, et al., (2016), becomes a key instrument. However, an adaptation for middle school students in Turkey is necessary, presenting an opportunity for educators to assess and enhance students' self-efficacy in mathematical modeling.

2. Method

Embarking on a journey to empower middle school students in their mathematical modeling endeavors, this research focuses on the intricate process of adapting the Mathematical Modeling Self-Efficacy Scale originally crafted for pre-service mathematics teachers by Koyuncu, et al.,(2016) Employing a quantitative research approach, the study meticulously employs both exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA) to ensure the scale's relevance and effectiveness when applied to middle school students in the 6th, 7th, and 8th grades. The research group, consisting of 253 students from three state middle schools in Istanbul's Beykoz district, is carefully selected using a convenient sampling method, taking into account demographic factors such as age, gender, and grade level.

The adaptation process involves a rigorous examination of the scale's reliability and validity, building upon the foundation laid by data obtained from a prior study involving 562 pre-service teachers. The initial study revealed a one-factor structure with 17 items, signifying commendable reliability and validity. Now, the adapted scale undergoes further scrutiny to ensure its appropriateness for the unique characteristics of middle school students. This comprehensive research not only contributes to the field of educational psychology but also serves as a bridge between theoretical concepts and practical application in the realm of mathematics education. By carefully tailoring an established scale to the nuances of the middle school demographic, the study seeks to provide valuable insights for educators, curriculum developers, and researchers alike. Ultimately, the goal is to enhance the understanding of self-efficacy in mathematical modeling and, in turn, empower the younger generation to navigate the complexities of mathematical thinking and application.

The research findings highlight a comprehensive analysis of the adaptation process for the Mathematical Modeling Self-Efficacy Scale, with a focus on both exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA). EFA, utilizing principal components analysis and varimax rotation, reveals a consolidated factor structure with factor loadings ranging from 0.425 to 0.658. The low factor loading threshold is set at 0.10, emphasizing statistically significant effects. The total variance explained by the items is calculated at 37%. The subsequent CFA, following the adaptation of the scale for middle school students, reaffirms the one-factor structure aligned with the original scale. The results of the CFA, presented in Table 2, demonstrate the scale's structural validity with a Chi-square value of 202.40, Chi-square/df ratio of 1.70, and various fit indices including RMSEA, NFI, NNFI, RFI, CFI, GFI, AGFI, and SRMR.

3. Findings and Discussion

In this study, the focus lies on the adaptation of the Mathematical Modeling Self-Efficacy Scale, initially designed by Koyuncu et al., (2016) for assessing the self-efficacy levels of prospective mathematics teachers, to a middle school context. The primary objective is to evaluate the appropriateness, validity, and reliability of this adapted scale in measuring middle school students' self-perceived competencies in mathematical modeling.

The methodological approach undertaken encompasses several crucial steps. Initially, the judgment of two subject matter experts was sought to ascertain the suitability of adapting the scale originally tailored for prospective teachers to the middle school demographic. Following expert validation, an exploratory factor analysis was conducted to discern the underlying factorial structure of the scale when applied to middle school students.

Key statistical metrics, including the Kaiser-Meyer-Olkin measure and Bartlett's test of sphericity, were utilized to assess the adequacy of the dataset for factor analysis. Subsequent to factor extraction, eigen

value scrutiny and screeplot analysis were employed to determine the optimal number of factors. Notably, the dominance of a one-dimensional structure was inferred from both statistical indices and visual examination of the screeplot, indicating a cohesive underlying construct.

Furthermore, the factor loadings derived from the analysis elucidated the extent of contribution of each scale item to the identified dimension. These loadings, ranging from 0.425 to 0.658, underscored the significance of each item in capturing the essence of middle school students' mathematical modeling self-efficacy.

To corroborate the one-dimensional structure uncovered through exploratory analysis, confirmatory factor analysis was conducted. Fit indices derived from this analysis, including the χ^2/df ratio, Normed Fit Index (NFI), Non-Normed Fit Index (NNFI), Comparative Fit Index (CFI), and Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), collectively affirmed the robustness of the proposed model.

Additionally, the reliability of the adapted scale was rigorously evaluated using Cronbach's alpha coefficient, yielding a commendable value of 0.89, indicative of high internal consistency among scale items.

In summation, the findings underscore the validity and reliability of the adapted Mathematical Modeling Self-Efficacy Scale in assessing middle school students' self-efficacy pertaining to mathematical modeling skills. This scholarly endeavor not only contributes to the theoretical underpinnings of self-efficacy assessment but also provides a practical tool for educators and researchers alike to gauge and enhance students' confidence in mathematical modeling endeavors.

4. Discussion

In the study, the results of the confirmatory factor analysis indicate that the scale has a unidimensional structure, suggesting that all its elements can be grouped under a single factor, representing a specific dimension. This result supports the effectiveness of the scale in measuring a single dimension and implies that the scale scores reflect this dimension. The reliability analysis also shows a high level of reliability for the scale. The findings align with previous research indicating a positive relationship between students' mathematical modeling self-efficacy and their mathematical performance. The study concludes that teachers can use this adapted scale to measure middle school students' mathematical modeling self-efficacy effectively. It emphasizes the potential positive impact of enhancing students' mathematical modeling self-efficacy on their overall mathematical performance, consistent with the findings of other studies. The research highlights the importance of future research exploring the applicability and validity of the scale in different mathematical topics and age groups. Additionally, it suggests the possibility of using the adapted scale in various fields beyond mathematics, such as economics, engineering, physics, and biology, where mathematical modeling is relevant. The limitations of the study are acknowledged, and the need for future research to identify teaching strategies for increasing students' mathematical modeling self-efficacy is emphasized. This, the passage concludes, could contribute to the development of students' mathematical modeling skills and an improvement in their overall mathematical performance.

Matematiksel Modelleme Öz yeterliklerin Ölçülmesi: Bir Ölçek Uyarlama Çalışması

Erdoğan Yıldız¹, Sebahat Yetim²

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye

² Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

ÖZ

Günümüzde baş döndürücü hızla gelişen bilim ve teknoloji ile birlikte bireylerin bu hıza ayak uydurabilmelerini sağlayacak bilgiyi; yorumlamaya, günlük yaşantılarına aktaracak becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Bu becerilere sahip bireylerin nitelikli öğretim koşullarına, günlük yaşantılara dayalı eğitim-öğretim ortamlarının varlığına sahip olmaları şarttır. Bu ortamları sağlayan yöntemlerin biri de matematiksel modelleme sürecidir. Öğrencilerin matematiksel modellemedeki başarısı, öğrencilerin özyeterlik inancı ile yakından ilişkilidir. Bu bağlamda yapılan çalışmada, ortaokul düzeyinde öğrencilere yönelik matematiksel modelleme özyeterlik ölçeği uyarlama çalışması gerçekleştirilmiştir. Ölçek 253 öğrenciye uyarlanmış ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, kullanılan ölçeğin 17 madde içeren tek faktörlü bir yapısı olduğu saptanmıştır. Ayrıca, ölçekten elde edilen puanların güvenilirlik değeri (Cronbach $\alpha=0,89$) yeterli bulunmuştur. Analiz sonucunda elde edilen değerlerden, χ^2/df değerinin 5'ten düşük olması, AGFI ve GFI değerlerinin 0,85'ten büyük olması ve RMSEA değerinin 0,08'den düşük olması uyum indeksleri açısından model uyumunun varlığını göstermektedir. Sonuç olarak, matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin ortaokul öğrencileri için geçerli ve uygun bir ölçek olduğu belirlenmiştir.

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihiçesi:

Alındı: 16.02.2024

Düzeltilmiş hali alındı: 14.03.2024

Kabul edildi: 20.03.2024

Çevrimiçi yayınlandı: 31.03.2024

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: matematiksel modelleme, öz yeterlik ölçeği, ölçek uyarlama

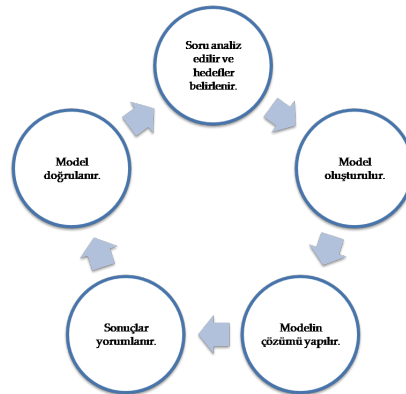
© 2024 IJESIM. Tüm hakları saklıdır

1. Giriş

Matematik, yaşantımızın neredeyse her alanında var olan bilim, teknoloji ve diğer disiplinlerin gelişiminde önemli bir araç haline gelmiştir. ABD, Finlandiya, Singapur ve Türkiye ve daha bir çok ülkede matematik öğretimine büyük önem verilmektedir (Chan, 2009; Milli Eğitim Bakanlığı[MEB], 2018; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014; National Governors Association [NGO], 2004; Center for Best Practices ve Council of Chief State School Officers [CCSSO], 2010; Westbury, 2005). Matematik öğretimi, öğrencilere temel matematik bilgisi ve becerilerinin yanı sıra problem çözme, mantıksal düşünme ve modelleme yeteneklerini geliştirmede önemli bir rol oynar (Lesh ve Zawojewski, 2007; NCTM, 2000). Matematik öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri karmaşık sorunları çözmelerine yardımcı olur ve aynı zamanda bilimsel ve teknolojik alanlarda ilerlemelerine de katkıda bulunur (Blum ve Leib, 2007; Lesh ve Zawojewski, 2007; Stacey, 2015). Ayrıca, yapılan araştırmalar matematiksel becerilerin matematik, mühendislik, bilgisayar bilimi, finans ve istatistik gibi sektörlerde başarılı olmak için önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (Algani, 2022; Flegg ve Lupton, 2012). Matematiksel modelleme, matematik öğretiminde önemli bir yere sahiptir, öğrencilerin soyut matematik kavramlarını gerçek dünya problemlerine uyarlamalarına olanak tanır. Bu sayede, öğrencilerde matematiksel düşünme becerileri gelişir ve matematik öğrenmeleri daha anlamlı hale gelir. Ayrıca, matematiksel modelleme, öğrencilerin bilimsel araştırmaları anlamalarına ve uygulamalarına yardımcı olur (Biehler ve Hopf, 2007; Zawojewski, vd., 2013). Matematiksel modelleme, matematik ile gerçek yaşamı birleştiren bir bağ görevi görür ve günlük yaşam problemlerinin çözülmesine yardımcı olur (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Haines ve Crouch, 2007; Greefrath ve Vorhölter, 2016; Yum ve Park, 2011). Bu nedenle, matematiksel modelleme, birçok alanda kullanılan önemli bir araçtır ve bu alanlardaki gelişim için önemlidir (Avriel ve Golany, 1997; Brauer ve Castillo-Chavez, 2012; Luenberger, 2008). Matematiksel modelleme ortaokul matematik öğretiminde de önemli bir yere sahiptir, öğrencilerin matematiksel kavramları anlamalarına yardımcı olur ve aynı zamanda gerçek yaşam problemlerini çözmek için gerekli olan analitik düşünme

becerilerini de geliştirir (Blum ve Leiß, 2007; English, vd., 2016; NCTM, 2014).Yapılan çalışmalar, matematiksel modellemenin, öğrencilerin matematik başarısını ve anlama seviyelerini artırdığını göstermiştir (Armutcu ve Bal, 2023; Blum ve Leiß, 2007; Çakmakçı, 2020; Lesh ve Doerr, 2003; Verschaffel, vd., 2000). Yutsever (2018), ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirdiği bir çalışmada, matematiksel modellemenin öğrencilerin matematik başarılarını artırdığını ve matematiği anlama düzeylerini geliştirdiğini bulmuştur. Benzer şekilde, Bulut ve Türker (2022)'in ortaokul öğrencileri ile yaptıkları bir araştırmada, matematiksel modellemenin öğrencilerin matematik becerilerini geliştirdiğini ve aynı zamanda matematiği daha anlaşılır hale getirdiğini belirlenmiştir. Başka araştırmalar da matematiksel modellemenin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve matematik konularına olan ilgilerini artırdığını göstermiştir (Bonotto, 2010; Genç ve Karataş, 2017). Model, bir sistem ya da olayın matematiksel gösterimi olarak tanımlanırken(Kenner, 2019), matematiksel modelleme ise gerçek yaşamdaki bir olgu veya problemin matematiksel olarak ifade edilerek analiz edilmesi olarak (Blum ve Niss, 1991). Matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemlerini soyutlar ve matematiksel terimlerle ifade ederek çözümlenmeyi hedefler. Burada, problem durumları matematiksel modeller oluşturularak, çözümlenir ve sonrasında test edilir (Haines ve Crouch, 2007; Lesh ve Doerr, 2003). Matematiksel modelleme, çeşitli yaklaşımları içeren bir disiplindir. Bu yaklaşımlara örnek olarak bağlamsal modelleme, uygulamaları modelleme, eğitimsel modelleme, sosyo-kritik modelleme, teorik modelleme ve bilişsel modelleme verilebilir (Blum ve Leiß, 2007). Gerçek yaşam problemlerinin matematiksel modellerle çözülebildiği yaklaşım, gerçekçi veya uygulamalı modellemeye örnek olarak verilebilir (Kantz ve Schreiber, 2004). Bağlamsal modelleme ise, bir konunun farklı bağlamlardaki etkileşimlerinin anlaşılması için matematiksel modellerin kullanılmasını içermektedir (Cobb vd., 2003). Bunun yanında Eğitimsel modelleme, öğrencilerin öğrenme süreçlerinin anlaşılması ve kavram öğretimi için matematiksel modeller kullanılmasını içerir (Schoenfeld, 2011). Sosyo-kritik modellemede ise, toplumsal ve politik konularda matematiksel modellerin kullanılmasını içerir (Voinov ve Bousquet, 2010). Epistemolojik veya teorik modelleme, bilginin oluşumu ve değerlendirmesi için matematiksel modellerin kullanılmasını hedefler (Bailer-Jones, 2009). Bilişsel modelleme, bireyin zihinsel faaliyetlerinin matematiksel modellerle açıklanması için kullanılır (Borromeo-Ferri, 2007).

Matematiksel modelleme şekil 1’de verildiği gibi beş temel aşamadan oluşur. Birinci aşama, soru analiz edilir ve hedefler belirlenir. Bu aşamada, matematiksel modelleme ile çözülmek istenen problemin tanımı yapılır ve çözümlenme hedefleri belirlenir. İkinci aşama, modelin oluşturulmasıdır. Bu aşamada, sorunun matematiksel olarak ifade edilmesi için uygun bir model oluşturulur. Üçüncü aşama, modelin çözümünü kapsar. Bu aşamada, modelin analitik veya sayısal olarak çözümlenmesi gerekmektedir. Dördüncü aşamada, sonuçların yorumlanır. Bu aşamada, modelin sonuçları incelenir ve problemin çözümüne ilişkin yorumlar yapılır. Son aşama ise modelin doğrulanmasıdır (Borromeo ve Ferri, 2006; Leemis ve Park, 2006). Bu aşamada, modelin doğruluğu test edilir ve gerekirse yeniden düzenlenir. (Khan, vd., 2007; Özdemir ve Işık, 2015).



Şekil 1. Matematiksel Modelleme adımları [Borromeo ve Ferri, 2006]

Öte yandan, Yel (2021)'in çalışmasında, matematiksel modelleme öz yeterlikleri ile matematiksel modelleme becerilerinin yüksek düzeyde ilişkili olduğunu saptamıştır. Bu bağlamda, öz yeterlik ile matematiksel modelleme becerisi arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Bandura (1977), öz yeterlik kavramını insan davranışları ve motivasyonu üzerine yoğunlaşan bir psikolojik teori olarak tanımlamaktadır. Öz yeterlik inancı, bireyin kendi başarılarına yönelik olan inancıdır ve kişinin hayatındaki başarılarının artmasına ve stresle daha iyi başa çıkmasına yardımcı olur (Maddux, 2009). Araştırmalar, öz yeterlik inancının iş performansını, akademik başarıyı ve psikolojik refahı olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Bandura, 1997; De Pater, vd., 2009 ; Molero, vd.; 2019; Schwarzer ve Jerusalem, 1995; Stajkovic ve Luthans, 1998). Ayrıca, öz yeterlik inancı, bireyin kendine güven duymasına ve olumlu bir davranış sergilemesine yardımcı olduğundan, depresyon ve anksiyete gibi duygusal problemleri de azaltabilir (Omreore ve Nwanzu, 2022). Matematiksel modelleme öz yeterlik inancı, bir bireyin matematiksel modelleri oluşturma, kullanma ve yorumlama yeteneği ile ilgili kendine güven seviyesini ifade eder. Bu inanç, matematiksel düşünme becerileri ve problemleri çözme kabiliyetini etkiler (Doerr, vd., 2017). Yapılan araştırmalar alan yazında, matematiksel modelleme öz yeterlik inancının matematiksel başarı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Erdoğan, 2019; Liu ve Koirola, 2009; Schöber, vd., 2018; Tuğran, 2015). Ayrıca, öğrencilerin matematiksel modelleme öz yeterlik inancı ile matematiksel modelleme becerileri arasında bir ilişki olduğu da tespit edilmiştir (Kelly, 2014). Bu nedenle, matematik öğretiminde, matematiksel modelleme öz yeterlik inancının geliştirilmesi önemli bir hedef olarak belirlenmiştir. Türkiye'deki ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme öz yeterlikleri üzerine yapılan araştırmaların sayısı sınırlıdır (Özçakır, 2022; Yılmaz ve Kesebir, 2023). Alanyazına katkı sağlamak için, Koyuncu, vd. (2016), tarafından öğretmen adaylarının matematiksel modelleme konusunda özyeterlik algılarını ölçmek amacıyla geliştirilen Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeği bu çalışma için kullanılacaktır. Ölçek, matematiksel modelleme sürecindeki farklı aşamaları kapsayan 17 maddeden oluşmaktadır. Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeği'nin Türkiye'deki ortaokul öğrencileri için uyarlama çalışması gerekli görülmüştür. Uyarlama çalışması sonrasında elde edilen ölçek, öğrencilerin matematiksel modelleme öz yeterliklerini ölçmek için kullanılacak ve matematik öğretmenlerine, öğrencilerin matematiksel modelleme öz yeterliklerini artırmak için neler yapabilecekleri konusunda fikir verecektir. Alanyazında, matematiksel modelleme öğrenme ve öğretme konuları üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Öğrencilerin matematiksel modelleme öğrenme sürecinde öz yeterliklerinin önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Holenstein, vd., 2022). Ayrıca, öğrencilerinin matematiksel modelleme öz yeterliklerini artırmak için farklı stratejiler kullanılabilirliği belirtilmiştir (Briley, 2012; Özturan, 2018). Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme öz yeterliklerini ölçmek için bir araç geliştirmek ve matematik öğretmenlerine öğrencilerinin matematiksel modelleme öz yeterliklerini artırmak için fikirler sunmaktır.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, matematiksel modelleme öz yeterlik ölçeği uyarlama sürecinde, nicel araştırma yöntemine başvurulmuş ve toplanan verilerle açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi(DFA) gerçekleştirilmiştir. AFA, birçok değişkenin ilişkisini inceleyen ve bu değişkenlerin altında yatan daha az sayıda faktörü belirlemek için kullanılan çok değişkenli istatistiksel bir analiz yöntemidir. Açımlayıcı faktör analizinin temel prensibi, çok sayıda değişkenin analizini basitleştirerek, temel faktörleri veya yapıları keşfetmektir (Fabrigar vd., 1999; Hair vd., 2014). Doğrulayıcı faktör analizi ise ölçek uyarlama sürecinde ölçek faktörlerinin ve alt boyutlarının yapısal doğruluğunu test etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Byrne, 2013). Bu yöntem, ölçek faktörlerinin ve alt boyutlarının doğru şekilde tanımlanmasına ve birbirleriyle uyumlu olup olmadığına dair bilgi sağlar. Ayrıca, doğrulayıcı faktör analizi ile ölçeğin yapı geçerlik özelliği de değerlendirilir (Hair, vd., 2014). Ölçeğin uyarlama sürecinde, öğrencilerin matematiksel modelleme öz yeterliklerinin belirlenmesi için Koyuncu, vd.(2016) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme öz yeterlik ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek, matematiksel modelleme konusunda matematik öğretmen adaylarının öz yeterlik algılarını

belirlemek için tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında da ortaokul öğrencileri için uyarlama çalışması yapılmıştır.

2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi / Araştırmanın Çalışma Grubu

Bu çalışma için grup oluşturmada kolay ulaşılabilir örneklem belirleme metodu kullanılmıştır. Bu yöntem, araştırmacıların hızlı ve uygun maliyetli bir şekilde örnekleme yapmalarını sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntemin en büyük avantajlarından biri, araştırmacıların kolayca erişebildiği ve ulaşabildiği kişileri örneklemlerine izin vermesidir (Neuman, 2014). Bu nedenle, kolay ulaşılabilir örneklem belirleme yöntemi özellikle sosyal bilimlerde çokça kullanılmaktadır (Fink, 2003). Araştırmanın çalışma grubu, İstanbul Beykoz ilçesinde yer alan üç devlet ortaokulunda 2021-2022 eğitim-öğretim döneminde 6, 7 ve 8. sınıfta öğrenim gören toplam 253 öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin 132'si (%52.2) kız, 121'i (%47.8) erkektir. Araştırma kapsamında her bir okuldan seçilen öğrencilerin katılımıyla gerçekleştirilmiştir bu bilgiler ayrıntılı olarak Tablo 1'de yer almaktadır. Araştırma sürecinde öğrencilerin yaş, cinsiyet, sınıf düzeyi ve okul gibi demografik özellikleri dikkate alınmış ve örneklem seçimi buna göre yapılmıştır. Bu çalışmada yer alan öğrencilerin nitelikleri ve sayısı, araştırmanın sonuçlarını yorumlama ve genelleme açısından önemlidir (Creswell, 2014). Araştırma sonuçları, bu öğrenci grubuna ilişkin bulgulara dayanarak yapılan çıkarımlar ve önerilerle birlikte sunulacaktır. Ölçeğin uyarlama süreci için öğrencilerin seçimi İstanbul Beykoz'da yapılmış ve uyarlama süreci boyunca araştırmacılar tarafından öğrencilerin rızası alınmıştır.

Tablo 1. Araştırma Grubuna Ait Betimsel İstatistikler

Cinsiyet	Okul 1	Okul 2	Okul 3	Toplam
Kız	48	41	43	132
Erkek	39	43	39	121
Toplam	87	84	82	253

2.3. Veri Toplama Araçları ve Süreci

Koyuncu, vd. (2016)'nin geliştirdiği Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeği, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme konusunda özyeterlik algılarını ölçmek amacıyla geliştirilmiş bir ölçektir. Ölçek, matematiksel modelleme sürecindeki farklı aşamaları kapsayan 17 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin geliştirilmesi için uzman görüşleri, alan yazın taraması ve pilot çalışmalar yapılmıştır. Ardından ölçek, Türkiye'nin farklı üniversitelerinde kayıtlı 562 öğretmen adayına uygulanmıştır. Veriler, faktör analizi, güvenilirlik analizi ve madde analizi gibi istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Sonuç olarak, ölçeğin tek faktör altında toplam 17 maddeden oluştuğu ve ölçekten elde edilen puanların yeterli güvenilirlik ve geçerliğe sahip olduğu bulunmuştur. Bu ölçek üzerinde, ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilmek üzere ölçek uyarlama çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda öncelikle 6, 7 ve 8. sınıfta öğrenim gören 253 öğrenciye ölçek uyarlanmış bu ölçeğin ortaokul öğrencileri düzeyinde yapı geçerliği test etmek için elde edilen veriler ile açımlayıcı faktör analizi(AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi (DFA) gerçekleştirilmiştir. Eğer ölçekte bulunan maddeler arasındaki ilişki bilinmiyorsa AFA(acımlayıcı faktör analizi), maddeler arası ilişki test edilmiş, faktörler ve bu faktörlere bağlı maddeler tespit edilmişse DFA yapılıdır (Bandalos ve Finney, 2010; Kline, 2011). DFA, güçlü bir model varsayımının olduğu varsayımdan yola çıkılarak kullanılır (Bagozzi ve Yi, 1988). Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) analizi, karmaşık çok değişkenli veri setlerini anlamak ve ölçüm araçlarını değerlendirmek için kullanılan güçlü bir istatistiksel yöntemdir (Bryne, 2013). Bu çalışmada analiz türünün güvenilir sonuçlar üretebilmesi için bazı temel varsayımlar dikkate alınmıştır. İlk olarak, çok değişkenli normallik varsayımı göz önünde bulundurulmuştur. DFA, verilerin her bir değişkeninin normal bir dağılıma sahip olduğunu varsayar. Bu nedenle, verilerin normal dağılıma uygunluğunu test etmek için istatistiksel normalite testi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında doğrulayıcı faktör analizi yapılırken maksimum olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. Faktör yüklerini tahmin etmek için yaygın olarak kullanılan MOY(maksimum olabilirlik yöntemi) kullanılmıştır. Bu yöntem, gözlem değişkenlerinin faktörlerle nasıl ilişkilendiğini en iyi şekilde tahmin etmeye çalışır(Koğar ve Yılmaz, 2015).Yapılan çalışmada, kullanılan ölçme modelinin kabul edilebilir bir uyum iyiliğine sahip olup olmadığını Yapısal Eşitlik Modelleri (YEM) alanında

kullanılan Ki Kare (χ^2) testi yapılmıştır ve uyum indeksleri değerlendirilmiştir. Browne ve Cudeck (1992)'ın belirttiği gibi, χ^2/df değerinin 5'ten düşük olması, AGFI ve GFI değerlerinin 0,85'ten büyük olması ve RMSEA değerinin 0,08'den düşük olması gibi uyum indekslerinin tümü belirlenen sınırlar içinde olduğundan, ölçeğin model uyumu yüksek bulunmuştur. Ayrıca, Hu ve Bentler (1999) de, SRMR değeri için en yüksek değerin 0,08 olması gerektiğini belirtmişlerdir.

3. Bulgular

Bu araştırmada Koyuncu, vd., (2016) tarafından matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerine yönelik öz-yeterliklerini ölçmek amacıyla geliştirilen Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğinin ortaokul öğrencilerine uyarlanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla ortaokul öğrencilerinden toplanan veriler üzerinden Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğine ilişkin geçerlilik ve güvenilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada matematik öğretmen adayları için geliştirilen ölçeğin ortaokul öğrencilerine uyarlanmasının uygunluğunu belirlemek amacıyla iki alan uzmanından görüş alınmıştır. Kullanılan ölçek 17 maddelik beşli likert tipi bir ölçektir. Uzman görüşleri sonucunda beşli likert tipi derecelendirmenin ve ölçek maddelerinin ortaokul öğrencileri için uygun olduğu belirlenmiştir.

Koyuncu, vd., (2016) tarafından matematik öğretmen adayları için geliştirilen ölçeğin ortaokul öğrencilerinde göstereceği yapıyı belirlemek için açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğinde 17 madde yer almaktadır ve maddelerin hepsi olumludur. Açımlayıcı faktör analizi yapılmadan önce KMO (Kaiser-MEyer-Olkin) ve Bartlett istatistiği değerleri incelenmiştir. KMO değeri 0,918 ve Bartlett küresellik testi istatistik değeri 1333,244 (sd = 136, $p < 0,05$) olarak belirlenmiştir. KMO değerinin 0,60'dan daha büyük olması ve Bartlett testi sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermesi verinin faktör analizi için uygun olduğu anlamına gelmektedir (Tabachnick ve Fidel, 2012). KMO değeri ve Bartlett istatistiği dikkate alındığında örneklem büyüklüğünün faktörleştirmeye uygun olduğu söylenebilir. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen öz değerler ve açıklanan varyans oranları Tablo 2'de sunulmuştur.

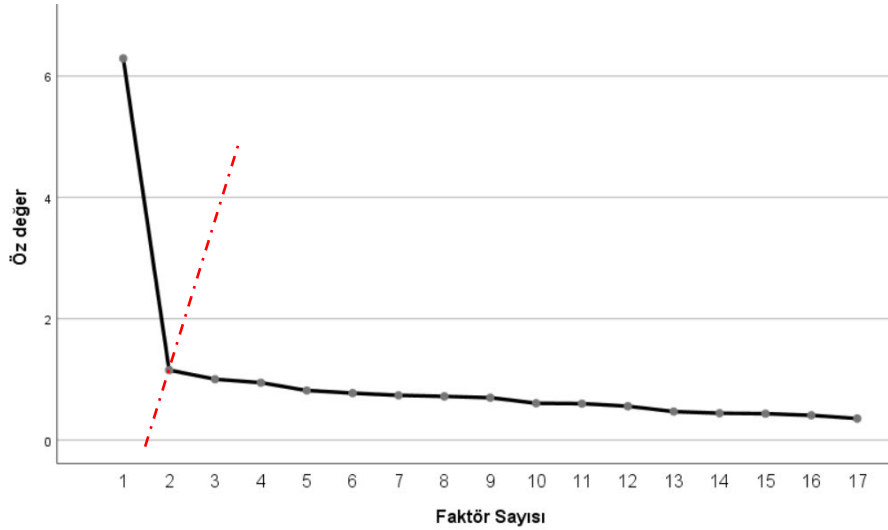
Tablo 2. Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğine İlişkin Öz Değerler ve Açıklanan Varyans Yüzdeleri

Bileşen	Başlangıç Öz Değerleri			Faktör Oluşturan Öz Değerler		
	Toplam	Varyans Yüzdesi	Kümülatif Yüzdesi	Toplam	Varyans Yüzdesi	Kümülatif Yüzde
1	6,290	37,002	37,002	6,290	37,002	37,002
2	1,152	6,778	43,780			
3	1,002	5,895	49,675			
4	,945	5,559	55,234			
5	,817	4,804	60,037			
6	,772	4,544	64,581			
7	,736	4,331	68,912			
8	,720	4,233	73,145			
9	,698	4,106	77,251			
10	,606	3,563	80,814			
11	,599	3,524	84,338			
12	,557	3,279	87,617			
13	,469	2,757	90,374			
14	,441	2,597	92,971			
15	,434	2,554	95,525			
16	,407	2,396	97,921			
17	,353	2,079	100,000			

Extraction Method: Temel Bileşenler Analizi.

Tablo 2 incelendiğinde öz değeri 1'in üzerinde olan üç faktör olduğu görülmektedir. Ancak birinci faktöre ilişkin öz değer (6,290) ikinci faktöre ilişkin öz değer (1,152) neredeyse 6 katıyken, ikinci faktöre ilişkin öz değer (1,152) üçüncü faktöre ilişkin öz değer (1,152) katıdır. Lord (1980) ilk faktöre

ilişkin öz değerlerin ikinci faktörden oldukça büyük olduğu ve ikinci faktör ile üçüncü faktörün öz değerlerinin birbirine yakın olduğu durumlarda tek faktörlü yapının olabileceğini belirtmektedir. Buna göre Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğinin baskın tek boyutlu bir yapı gösterdiği söylenebilir. Ayrıca Şekil 2 'de verilen yamaç-birikinti grafiği (screeplot) incelendiğinde birinci faktörden sonra grafiğin düzleşmeye başladığı söylenebilir. Buna göre, Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğinin tek faktörlü bir yapı gösterdiği söylenebilir. Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeği için belirlenen tek boyutlu yapının açıkladığı toplam varyans oranı ise %37 olarak tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle 17 madde tek faktörlü yapıdaki varyansın %37'sini açıklamaktadır. Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğinde yer alan maddelerin faktör yük değerleri Tablo 3'de sunulmuştur.



Şekil 2. Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğine İlişkin Yamaç-Birikinti Grafiği

Tablo 3. Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeği Oluşturan 17 Maddenin Faktör Yükleri

Maddeler	Faktör Yükü
M1	,546
M2	,425
M3	,646
M4	,563
M5	,606
M6	,618
M7	,622
M8	,656
M9	,589
M10	,650
M11	,611
M12	,644
M13	,658
M14	,597
M15	,595
M16	,657
M17	,615

Tablo 4 incelendiğinde Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğinde yer alan maddelerin faktör yüklerinin değerlerinin 0,425 ile 0,658 arasında değiştiği görülmektedir. Faktör yükünün 0,30'dan büyük olması bu faktörün ilgili değişken üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu gösterir(Tavşancıl, 2005). Her bir madde için faktör yük değeri 0,30'dan yüksek olduğu için maddelerin buldukları boyutta amacına hizmet ettikleri söylenebilir.

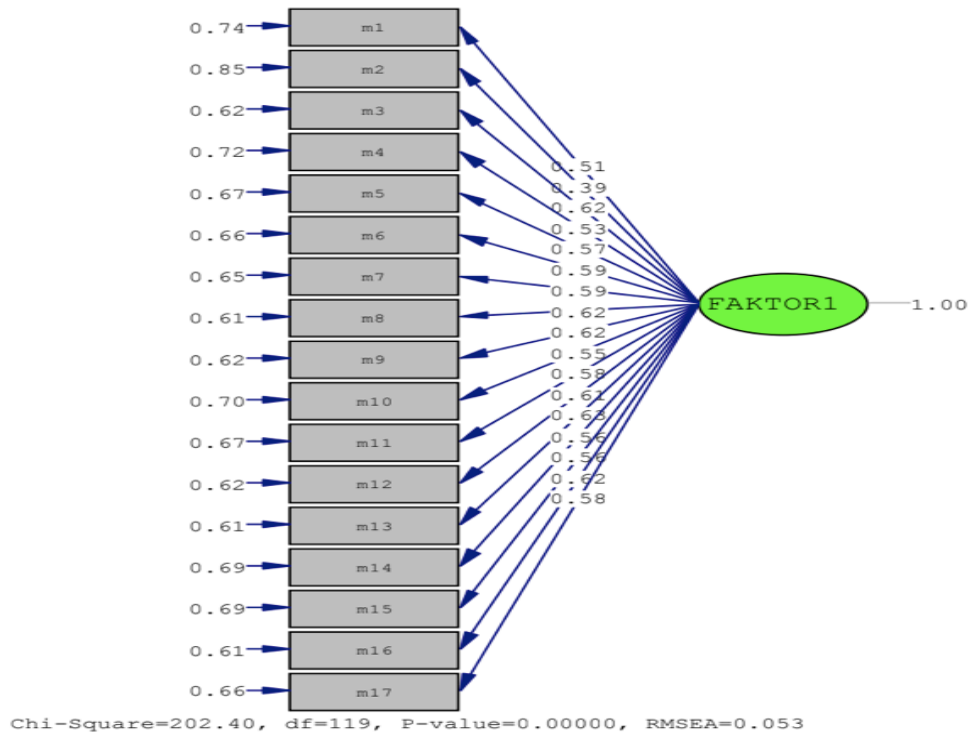
Araştırma kapsamında ayrıca Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğinin tek boyutlu yapısı doğrulayıcı faktör analizi ile incelenmiştir. Hem birinci hem de ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi

sonucu uyum indeksi değerleri, faktör yük Gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen uyum indeksi değerleri, faktör yük değerleri (max-min) ve hata varyansı (max-min) değerleri Tablo 4’te sunulmuştur. Ayrıca analiz sonucunda elde edilen ölçme modeli Şekil 3’de sunulmuştur.

Tablo 4. Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeği DFA Değerleri

χ^2	X ² /df	ρ	RMSEA	NFI	NNFI	RFI	CFI	GFI	AGFI	SRMR	IFI
202,40	1,70	0,00	0,053	0,95	0,97	0,94	0,98	0,91	0,89	0,049	0,98

Tablo 1 incelendiğinde χ^2/df değerinin 3’ten küçük olduğu görülmektedir ve buna göre modelin veriye uyum gösterdiği söylenebilir. NFI değeri 0,95; NNFI değeri 0,97;RFI değeri 0,94; CFI değeri 0,98; GFI değeri 0,91ve IFI değeri 0,98 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerin 0,90’nın üzerinde olması modelin veriye çok iyi uyum gösterdiği anlamına gelmektedir. RMSEA indeksi 0,053 ve SRMR indeksi 0,049 olduğu saptanmıştır ve bu değer 0,080’dan küçük olduğu için bu indekse göre de modelin veriye iyi uyum gösterdiği söylenebilir. Uyum indeksleri genel olarak değerlendirildiğinde tek faktörlü modelin veriye uyum sağladığı görülmektedir. Ayrıca şekil 2’de sunulan ölçme modeli incelendiğinde ölçekteki tüm maddelerin faktör yük değerleri 0,30’dan yüksektir. Buna göre, tüm maddelerin amacına hizmet ettiği yorumu yapılabilir.



Şekil 3. DFA Sonucunda Elde Edilen Ölçme Modeli

Ortaokul öğrencileri için uyarlaması yapılan Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeği puanlarını hesaplamak amacı ile Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Hesaplanan Cronbach alfa güvenilirlik katsayı değeri 0,89’dir ve bu değer 0,70’dan büyük olduğu için ölçek puanlarının güvenilir olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, Koyuncu, vd., (2016) tarafından öğretmen adayları için geliştirilen Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeğinin ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerine yönelik öz-yeterliklerini ölçmede geçerli ve güvenilir bir araç olduğu söylenebilir.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışma, Koyuncu, vd., (2016)'nin geliştirdiği Matematiksel Modelleme Öz Yeterlik Ölçeği'nin ortaokul öğrencileri için uygun bir araç olduğunu göstermektedir. Çalışmada amaç, öğrencilerin matematiksel modelleme öz-yeterliklerini ölçmek için uyarlama çalışması yapmaktır. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarına göre, ölçeğin tek faktörlü bir yapıya sahip olması, ölçeğin tüm öğelerinin tek bir faktör altında toplanabileceği ve ölçülen özelliikle ilgili tek bir boyutun olduğu anlamına gelir. Bu sonuç, ölçeğin tek bir boyutu ölçmek için etkili olduğunu ve ölçek puanlarının bu boyutun bir yansıması olduğunu gösterir (Brown, 2015). Ayrıca, ölçeğin güvenilirlik analizi sonucunda yüksek bir güvenilirlik düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, öğretmenlerin ortaokul düzeyinde de öğrencilerin matematiksel modelleme öz-yeterliklerini ölçmek için bu ölçeği kullanabileceklerini göstermektedir. Ayotola ve Adedeji, T. (2009) ile Yavuz ve Cansız (2018)'in çalışmaları, öğrencilerin matematiksel modelleme öz-yeterliklerinin artmasının, matematik performanslarına olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Bursal ve Paznokas (2006) ise, matematiksel modelleme öz-yeterliği ve matematiksel başarı arasında olumlu bir ilişkinin varlığını tespit etmişlerdir. Yine, Smith vd., (2011) de, matematiksel modelleme öz yeterliği ile matematik başarısı arasında güçlü bir korelasyonun olduğu sonucuna varmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarının alanyazındaki diğer çalışmalarla da uyumlu olduğu görülmektedir. Söz konusu araştırmalar da matematiksel modelleme öz-yeterliklerini ölçmek için ölçekler kullanmışlardır (Galbraith, 2012; Lesh ve Doerr, 2003). Sonuç olarak, öğrencilerin matematiksel modelleme öz-yeterliklerinin artırılması, matematik performanslarını da artırabilir. Bu nedenle, araştırma sonucu öğretmenlerin matematiksel modelleme öz-yeterliklerini ölçmek için Koyuncu, Güzeller ve Akyüz (2016) tarafından geliştirilen ölçeğin ortaokul öğrencileri için de kullanmalarının önünde bir engel olmadığını göstermiştir. Ayrıca, bu ölçek üzerinde yapılabilecek daha fazla çalışma da matematik öğretimi alanında faydalı olabilir. Matematiksel modelleme özyeterlik ölçeği uyarlanarak, matematik öğretimi dışında farklı alanlarda da kullanılabilir. Örneğin, ekonomi, mühendislik, fizik ve biyoloji gibi alanlarda matematiksel modelleme kullanılmaktadır ve bu alanlarda öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin ölçülmesi ve geliştirilmesi önemlidir. Bu çalışmanın sınırlılıkları da dikkate alınarak, gelecekteki araştırmaların bu ölçeğin farklı matematiksel konular ve farklı yaş grupları için kullanılabilirliğini ve geçerliliğini araştırması gerekmektedir. Ayrıca, öğrencilerin matematiksel modelleme öz-yeterliklerini artırmak için kullanılacak öğretim stratejilerinin belirlenmesi de önemlidir. Bu şekilde, öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesi ve matematik performanslarının artırılması sağlanabilir.

Kaynakça

- Akgün, L. ,Çiltaş, A.,Deniz, D.,Çiftçi, Z. & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları . *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , (12) , 1-34 . <https://doi.org/10.14520/adyusb.410>
- Algani, Y.M. (2022). Role, need and benefits of mathematics in the development of society. *Journal for the Mathematics Education and Teaching Practices*, 3(1), 23-29.
- Armutçu, Y. & Bal, A. P. (2023). The effect of mathematical modeling activities on students' mathematical modeling skills in the context of STEM education. *International Journal of Contemporary Educational Research*,10(1), 42-55. <https://doi.org/10.33200/ijcer.1131928>
- Avriel, M., & Golany, B. (1997). Mathematical programming for industrial engineers. *Journal of the Operational Research Society*, 48(3), 334. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600>
- Ayotola, A., & Adedeji, T. (2009). The relationship between mathematics self-efficacy and achievement in mathematics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 953-957. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.169>
- Bailer-Jones, D. M. (2009). *Scientific models in philosophy of science*. University of Pittsburgh Press
- Bandalos, D. L., & Finney, S. J. (2010). *Factor analysis: Exploratory and confirmatory*. In G. R. Hancock & R.

- O. Mueller (Eds.), *The reviewer's guide to quantitative methods in the social sciences* (pp. 93-114). New York, NY: Routledge.
- Banks, J. (2014). *Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice*. John Wiley & Sons.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A Social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1995). *Self-efficacy in changing societies*. New York: Cambridge University Press.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Biehler, R., & Peter-Koop, A. (2007). Hans-Georg Steiner: *A life dedicated to the development of didactics of mathematics as a scientific discipline*. *ZDM*, 39, 3-30.
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). Deal with modeling problems. *Mathematical modelling: Education, engineering and economics-ICTMA*, 12, 222.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modeling and application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—State, Trends and issues in mathematics instruction. *Educational studies in mathematics*, 22(1), 37-68.
- Bonotto, C. (2010). *Realistic mathematical modeling and problem posing*. In A. A. Editor & B. B. Editor (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 399-408). Springer.
- Borromeo-Ferri, R. (2006). The theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. *Zentralblatt für didaktik der mathematik*, 38(2), 86-95. <https://doi.org/10.1007/BF02655883>
- Borromeo-Ferri, R. (2007). Modelling problems from a cognitive perspective. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA-12): Education, engineering and economics* (pp. 260-270). Chichester: Horwood Publishing.
- Brauer, F., Castillo-Chavez, C., & Castillo-Chavez, C. (2012). *Mathematical models in population biology and epidemiology (Vol. 2, No. 40)*. New York: Springer.
- Briley, J. S. (2012). *The relationships among mathematics Teaching efficacy, mathematics self-efficacy, and mathematical beliefs for elementary pre-service teachers*. *Issues in the undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers*, 5. <http://www.k12prep.math.ttu.edu/journal/5.attributes/haciomeroglu02/article.pdf>
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford Publications.
- Browne, M. W., Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods & Research*, 21(2), 230-258.
- Baran Bulut, D. ve Türker, M. (2022). Ortaokul öğrencilerinin üslû ifadeler konusunda modelleme yeterliklerinin incelenmesi: Sarmal kitaplık problemi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (REFAD)*, 2(2), 39-56.
- Bursal, M., Paznokas, L. (2006). Mathematics anxiety and preservice elementary teachers' confidence to teach mathematics and science. *School science and mathematics*, 106(4), 173-179. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2006.tb18024.x>
- Byrne, B. M. (2013). *Structural equation modeling with Mplus: Basic concepts, applications, and programming*. Routledge.

- Chan, E. C. M. (2009). Mathematical modelling as problem solving for children in the Singapore mathematics classrooms. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 32(1), 36-61. <http://hdl.handle.net/10497/15726>
- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational researcher*, 32(1), 9-13.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- De Pater, I. E., Van Vianen, A. E., Fischer, A. H., & Van Ginkel, W. P. (2009). Challenging experiences: Gender differences in task choice. *Journal of Managerial Psychology*, 24(1), 4-28.
- Doerr, H. M., Delmas, R., & Makar, K. (2017). A modeling approach to the development of students' informal inferential reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 16(2), 86-115.
- English, L. D., Ärleback, J. B., & Mousoulides, N. (2016). *Reflections on progress in mathematical modeling research*. In The second handbook of research on the psychology of mathematics education (pp. 383-413). Brill.
- Erdoğan, F. (2019). İlköğretim matematik öğretmenleri adaylarının matematiksel modelleme öz yeterliklerinin belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 118-130. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.480866>
- Flegg, J., Mallet, D., & Lupton, M. (2012). Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 43(6), 717-732. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2011.644333>
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and application*, 1(5), 3-16.
- Genç, M. & Karataş, İ. (2017). Problem çözme süreçlerinde öğrencilerin modelleme seviyelerinin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 608-632. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefad/issue/59420/853405>
- Gravemeijer, K. & Stephan, M. (2002). Emergent models as an instructional design heuristic. In K. Gravemeijer, R. Lehrer, B. Oers, & L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 145-169). Dordrecht, The Netherlands
- Greerath, G., & Vorhölter, K. (2016). *Teaching and learning mathematical modelling: Approaches and developments from German speaking countries*. Springer Nature.
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C. & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), 272-299
- Fink, A. (2003). *How to sample in surveys*. SAGE Publications, Inc., <https://doi.org/10.4135/9781412984478>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson Education.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis* (Vol. 5). Prentice Hall.
- Holenstein, M., Bruckmaier, G., & Grob, A. (2022). How do self-efficacy and self-concept impact mathematical achievement? The case of mathematical modelling. *British Journal of Educational Psychology*, 92(1), e12443. <https://doi.org/10.1111/bjep.12443>
- Hu, L.-t., & Bentler, P. M. (1999). Cut off criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>

- Kantz, H., & Schreiber, T. (2004). *Nonlinear Time Series Analysis* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511755798
- Khan, S., Grattan, K., & Finkelstein, L. (2007). *Applications of modelling in engineering and technology*. In *Applications of Computer Technology to Dynamical Systems: Proceedings of the 7th ICATDS Conference* (pp. 395-404). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.6.395>
- Kelly, G. J. (2014). *Discours epractices in science learning and teaching*. In *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2, pp. 321-336). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203097267>
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York: Guilford Press.
- Koç, D., & Elçi, A. N. (2022). The Effect of mathematical modeling instruction on pre-service primary school teachers' problem solving skills and attitudes towards mathematics. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 111-129. <https://doi.org/10.33902/JPR.202217783>
- Koğar, H., & Yılmaz-Koğar, E. (2015). Comparison of different estimation methods for categorical and ordinal data in confirmatory factor analysis. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 6(2), 351-364.
- Koyuncu, İ. , Güzeller, C. O. & Akyüz, D. (2017). The development of a self-efficacy scale for mathematical modeling competencies. *International Journal of Assessment Tools in Education* , 4 (1) , 19-36 . DOI: 10.21449/ijate.256552
- Kurtuluş, A., & Öztürk, B. (2017). Ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık düzeyi ile matematik öz yeterlik algısının matematik başarısına etkisi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 762-778. <https://doi.org/10.14582/DUZGEF.1840>
- Leemis, L. M., & Park, S. K. (2006). *Discrete-event simulation: A first course*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Lesh, R. A., Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematic teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh& H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 3-34). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R. & Zawojewski, J.S. (2007) Problem solving and modeling. In: Lester, F., (Eds.), *Second handbook of research on mathematics Teaching and learning*(pp. 763-802). Information Age Publishing, Greenwich, CT.
- Liu, X., Koirala, H. (2009). *The effect of mathematics self-efficacy on mathematics achievement of high school students*. *NERA Conference Proceedings*. 30.https://opencommons.uconn.edu/nera_2009/30
- Lord, F. M. (1980). *Application of item response theory to practical testing problems*. Hillsdale NJ: Erlbaum
- Luenberger, D. G. (2008). *Optimization by vector space methods*. John Wiley & Sons.
- Maddux, J. E. (2009). Self-Efficacy: The power of believing you can. In C. R. Snyder, & S. J. Lopez (Eds.), *Handbook of positive psychology*(pp.277-287). Oxford: Oxford University Press.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı*. Erişim tarihi: 15 Şubat 2023, https://ttkb.meb.gov.tr/www/icerik_goster.php?id=284
- Molero Jurado, M. D. M., Pérez-Fuentes, M. D. C., OropesaRuiz, N. F., SimónMárquez, M. D. M., & Gázquez-Linares, J. J. (2019). Self-efficacy and emotional intelligence as predictors of perceived stress in nursing professionals. *Medicina*, 55(6), 237. <https://doi.org/10.3390/medicina55060237>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Author.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles and standards for school mathematics*. <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/Principles-and-Standards-for-School-Mathematics/>
- National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers(NGO, CCSSO) (2010). *Common core state standards for mathematics*. Washington, DC: Authors.
- Neuman, W. (2014) *Social research methods: qualitative and quantitative approaches*. Pearson, Essex, UK.
- Omreore, O. E., & Nwanzu, C. L. (2022). Examining the relationship among work-leisureconflict, coping self-efficacy, psychological flexibility and psychological wellbeing. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 16(2), 236-256. <http://hdl.handle.net/10419/262370>
- Özbek, G., & Köse, E. (2022). Matematiksel modelleme yeterlikleri ölçeği'nin geliştirilmesi ve psikometrik özelliklerinin belirlenmesi: Özel yetenekliler örnekleme. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(4), 853-871. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.874247>
- Özçakır-Sümen, Ö. (2022). An investigation of pre-service elementary teachers' skills of Teaching numbers through digital story telling . *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* , 16 (1) , 1-16 . DOI: 10.17522/balikesirnef.1016564
- Özdemir, G., & Işık, A. (2015). Katı cisimlerin alan ve hacimlerinin matematiksel model ve matematiksel modelleme yöntemiyle öğretimine yönelik öğretmen görüşleri. *K. Ü. Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1251-1276.
- Özturan Sağrılı, M. ,Kırmacı, U. & Bulut, S. (2010). Türev konusunda uygulanan matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarılarına ve öz-düzenleme becerilerine etkisi. *Erzincan University Journal of Science and Technology* , 3 (2) , 221-247. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erzifbed/issue/6021/80652>
- Schöber, C., Schütte, K., Köller, O., McElvany, N., & Gebauer, M. M. (2018). Reciprocal effects between self-efficacy and achievement in mathematics and reading. *Learning and Individual Differences*, 63, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.01.008>
- Schreiber, J. B., Stage, F. K., King, J., Nora, A., & Barlow, E. A. (2006). Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: a review. *The Journal of Educational Research*, 99(6), 323–337. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.6.323-338>
- Schoenfeld, Alan. (2011). Toward Professional developmentfor teachers grounded in a theory of decision making. *ZDM: The International Journal on MathematicsEducation*, 43. 457-469. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0307-8>
- Siebert, E. (2000). Looking ahead. *Journal of CollegeScienceTeaching*, 29(6), 373–375.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (2011). Misconceptions reconceived: a constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of Learning Sciences*, 20(1),37–80. <https://doi.org/10.1080/10508406.2010.508029>
- Stajkovic, A., & Luthans, F. (1998). Social cognitive theory and self-efficacy: Going beyond traditional motivational and behavioral approaches. *Organizational Dynamics*, 26(2),62-74. [https://doi.org/10.1016/S0090-2616\(98\)90006-7](https://doi.org/10.1016/S0090-2616(98)90006-7)
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2012). *Using multivariate statistics*. Boston: Allynand Bacon.
- Tuğran, Z. (2015). *İşbirlikli öğrenmenin lise öğrencilerinin matematik özyeterlik algısı ve başarısı üzerindeki etkileri*. [Yükseklisans Tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). *Making sense of wordproblems*. L. ErlbaumAssociates.
- Voinov, A., & Bousquet, F. (2010). Modelling with stakeholders. *Environmental modelling& software*,

25(11), 1268-1281. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.03.007>

Westbury, I., Hansén, S. E., Kansanen, P., & Björkvist, O. (2005). Teacher education for research-based practice in expanded roles: Finland's experience. *Scandinavian Journal of Educational Research, 49*(5), 475-485. <https://doi.org/10.1080/00313830500267937>

Yavuz Mumcu, H. & Cansız Aktaş, M. (2018). The investigation of the relationship between mathematical connections skill and self-efficacy belief. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi, 1-8* . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/med/issue/40936/452028>

Yılmaz, D. & Kesebir, G. (2023). Evaluation of mathematical modeling activities of 4th-grade students: the case of experiential learning theory. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)* , 56 (2) , 123-188 . <https://doi.org/10.30964/auedfd.1037725>

Yum, S.-C., & Park, C.-Y. (2011). Mediating effect of learning strategy in the relation of mathematics self-efficacy and mathematics achievement: Latent growth model analyses. *The Mathematical Education, 50*, 103 - 118. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2011.50.1.103>

Yurtsever, A. (2018). *6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematik başarıları ve tutumları arasındaki ilişki* [Yüksek lisans tezi] Gazi Üniversitesi.

Zawojewski, J.S., Magiera, M.T., & Lesh, R. (2013). *A proposal for a problem-driven mathematics curriculum framework*. The Mathematics Enthusiast.