

Research Trends on Mathematical Modelling in Mathematics Education in Turkey (2010-2020): A Thematic Content Analysis

Prof. Dr. Osman Birgin
Usak University - Turkey
ORCID: 0000-0003-3460-2731
osman.birgin@usak.edu.tr

Fatma Nur Öztürk (Teacher)
Ministry of National Education - Turkey
ORCID: 0000-0003-2698-5162
f_n_duman@hotmail.com

Abstract

The purpose of this study is to determine the trends in mathematical modelling studies conducted in mathematics education in Turkey between the 2010-2020 years. The study was carried out with the document analysis model. For this purpose, the databases of DergiPark, ULAKBIM TR Index, Google Scholar, and YOK National Thesis Center were searched. In this study, a total of 160 studies (63 master's theses, 26 doctoral dissertations, and 71 articles) conducted on mathematical modelling in Turkey between the 2010-2020 years were examined. Data were coded using the publication classification form and analyzed with thematic content analysis. The studies were examined in terms of publication type, year, research method, research design, sample groups, sample sizes, data collection tools, data analysis method, purpose, and the subject of the study. The results of this study showed that mathematical modelling studies in Turkey increased since 2016, and studies were published more as articles and master's thesis. It was found that qualitative research methods were preferred more in mathematical modelling studies, case study and experimental research designs were used more, and studies were mostly conducted with small sample groups, middle school students, and pre-service mathematics teachers. It was determined that documents, interviews, observations, and achievement/skill tests were mostly used as data collection tools, content analysis and descriptive analysis techniques were preferred in the analysis of qualitative data, and t-test was preferred in the analysis of quantitative data. It was determined that mixed modelling activities, which require using many subjects, concepts, and skills in mathematical modelling studies, are preferred more. In addition, it was determined that many studies focused on the analysis of the mathematical modelling process and environment, the determination of the participants' views and competencies regarding modelling skills, and the effect of teaching based on mathematical modelling on student achievement and modelling skills.

Keywords: Mathematics education, Thematic content analysis, Modelling, Mathematical modelling



**E-International Journal
of Educational
Research**

Vol: 12, No: 5, pp. 118-140

Research Article

Received: 2021-05-15

Accepted: 2021-11-15

Suggested Citation

Birgin, O., & Öztürk, F. N. (2021). Research trends on mathematical modelling in mathematics education in Turkey (2010-2020): a thematic content analysis. *E-International Journal of Educational Research*, 12(5), 118-140. DOI: <https://doi.org/10.19160/e-ijer.937654>

Extended Abstract

Problem: In recent years, mathematical modelling has been considered a basic skill in international studies such as PISA and TIMSS (OECD, 2014) and revised mathematics curricula (NCTM, 2000; MEB, 2013). Mathematical modelling plays a significant role in understanding mathematical subjects and concepts as it allows students to develop their problem-solving and analytical thinking skills (Özer & Bukova Güzel, 2016). Mathematical modelling also enables students to internalize the mathematical concepts underlying real-life problems (Wess, Klock, Siller & Greefrath, 2021).

Mathematical modelling is defined as a cyclical process in which real-life problems are translated into mathematical language, solved in a symbolic system, and solutions are tested in daily life (Haines & Crouch, 2007; Maaß, 2007). According to Lesh and Doerr (2003), mathematical modelling is a process in which existing conceptual systems and models are used to create and develop models in new contexts. Similarly, Verschaffel, Greer, and Corte (2002) define mathematical modelling as the process of expressing real-life situations and the relationships in these situations using mathematical knowledge and concepts. In the mathematical modelling process, first of all, real-life problems are simplified by converting them into a mathematical form, a mathematical solution is sought by employing appropriate strategies for the problem that has been transformed into a mathematical form, and then it is decided whether the solution of the real-life problem is logical and acceptable by interpreting the results (Ang, 2001).

Mathematical modelling skills are emphasized in Turkish mathematics curriculums updated after 2009 (MEB, 2013; MEB, 2018). It is suggested to include activities for problem-solving and to establish a relationship with daily life in the mathematical modelling processing. It has been determined that various studies have been conducted on the mathematical modelling skills and competency of students, teacher candidates, and teachers, their effects on cognitive and affective learning, and the problems encountered (Bilgili Öndeş & Çiltaş, 2020; Dede, Akçakın & Kaya, 2018; Erdoğan, 2019; Güder & Gürbüz, 2018; Gürbüz et al., 2018; İncikabı & Biber, 2020; Özaltun Çelik & Bukova Güzel, 2020; Şahin & Eraslan, 2019; Tekin Dede, 2015). However, the content analysis studies on mathematical modelling studies are very limited in Turkey (Albayrak & Çiltaş, 2017; Aztekin & Taşpınar Şener, 2015; Yıldız & Yenilmez, 2019). For this reason, this study aimed to reveal the recent trends in mathematical modelling studies conducted in mathematics education in Turkey between the 2010-2020 years. For this purpose, the mathematical modelling studies were examined in terms of publication year, type, sample size, sample group, research method and model, data collection tools, data analysis methods, subject area, and objectives of the studies.

Method: In this study, the document analysis method was used to determine the recent trends in mathematical modelling studies in mathematical modelling in Turkey. Data were analyzed by the thematic content analysis method. The keywords search was made on the YOK National Thesis Center, Google Academic search engine, DergiPark, ULAKBIM TR Index databases with the following words: "mathematics education", "mathematical modelling", "modelling" and "modelling skills". The time frame of the study was limited to the period from 2010 to 2020 years. Journal articles, master's thesis, and doctoral dissertations in the field of mathematics education were taken as criteria. Studies that do not have full text and articles produced from the thesis were excluded from the study. Finally, a total of 160 studies conducted in Turkey (71 articles, 63 master's theses, and 26 doctoral dissertations) were reviewed.

In this study, the publication classification form was used to classify data. In the developing the publication classification form, the studies in the literature were examined (Albayrak & Çiltaş, 2017; Aztekin & Taşpınar Şener, 2015; Yıldız & Yenilmez, 2019). Data are encoded according to thematic content analysis. During coding, if each theme contains more than one data, each data is

encoded separately. To ensure coding reliability, two researchers coded separately, and the average agreement between the coders was calculated as 92%.

Findings, Discussion, and Suggestion: In this study, it was determined that mathematical modelling studies in Turkey have increased since 2015. It was found that 45.6% of the studies in mathematical modelling were articles, 38.1% were master's thesis, and 16.3% were doctoral thesis. Similarly, [Yıldız and Yenilmez \(2019\)](#) also found that postgraduate theses in the field of mathematical modelling in Turkey between the 2000–2017 years have increased since 2016. The results of this study revealed that qualitative (64.4%) and mixed (20.6%) research methods were more preferred in mathematical modelling studies, and case studies (51.3%) and experimental (28.1%) research designs were more used. It was also found that mathematical modelling studies are mostly carried out with smaller sample groups (54%), secondary school students (35%), and pre-service teachers (32.5%). On the other hand, [Albayrak and Çiltaş \(2017\)](#) determined that mathematical modelling studies in Turkey were mostly composed of pre-service teachers until 2015.

The results of this study showed that documents (77.5%), interviews (59.4%), observation (41.9%), achievement/skill tests (32.5%) are mostly used as data collection tools in mathematical modelling studies. In addition, it was determined that descriptive analysis (64.4%) and content analysis techniques (54.4%) are frequently used in analyzing qualitative data. The results of [Albayrak and Çiltaş \(2019\)](#) and [Yıldız and Yenilmez \(2019\)](#) are consistent with the findings of this study. This study revealed that descriptive analysis and content analysis techniques are frequently used in the analysis of qualitative data. The mathematical modelling process requires using many knowledge and skills such as reading comprehension, association, reasoning, reading and interpreting graphics and tables, financial literacy, spatial thinking, and proof skills ([Maaß, 2007; Wess et al., 2021](#)). Therefore, there is a need for studies using advanced statistical tests in order to reveal more comprehensive connections and relationships in quantitative research in which mathematical modelling skills and processes are measured.

It was determined that mathematical modelling studies are carried out with mixed mathematical modelling activities (63.1%) that included many subjects and concepts rather than a specific subject. It was found that the studies are mostly carried out in the context of the analysis of the modelling process and the learning environment, developing modelling activity, and training of preservice teachers. On the other hand, it was revealed that mathematical modelling studies on technology-supported learning environment design are quite limited. The use of dynamic mathematics software in the mathematical modelling process provides the student with the opportunity to make assumptions about the solution of problems, develop a model and test the solution many times in a dynamic environment ([Guerrero-Ortiz, 2021; Hidroğlu, 2015](#)). Therefore, it is thought that conducting studies examining the effects of the use of digital teaching materials and software in the mathematical modelling process will contribute to the literature.

It was found that mathematical modelling studies are mostly conducted on views and perceptions towards mathematical modelling (21.9%), determining of the level of modelling competence (12.5%), and the effect of modelling-based teaching on achievement and conceptual learning (15.6%). For this reason, it was revealed that there is a need for studies on document analysis, meta-analysis, meta-synthesis, scale development, textbook and curriculum analysis on mathematical modelling skills.

In this study, the thematic content analysis of the studies on mathematical modelling from 2010 to 2020 in Turkey was presented. On the other hand, this study has some limitations in terms of the selection of the studies included in the review and the themes discussed. In future studies, thematic content analysis and meta-analysis studies on mathematical modelling in mathematics education can be conducted by examining international literature.



Türkiye’de Matematik Eğitimi Alanında Matematiksel Modelleme Çalışmalarına İlişkin Eğilimler (2010-2020): Tematik İçerik Analizi

Prof. Dr. Osman Birgin

Uşak Üniversitesi -Türkiye
ORCID: 0000-0003-3460-2731
osman.birgin@usak.edu.tr

Fatma Nur Öztürk (Öğretmen)

Milli Eğitim Bakanlığı - Türkiye
ORCID: 0000-0003-2698-5162
f_n_duman@hotmail.com

Özet

Bu araştırmanın amacı, Türkiye’de 2010-2020 yılları arasında matematik eğitimi alanında yapılan matematiksel modelleme çalışmalarındaki eğilimi belirlemektir. Çalışma, doküman analizi modeli ile yürütülmüştür. Bu amaçla DergiPark, ULAKBİM TR Dizin, Google Akademik ile YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanları kullanılarak tarama yapılmıştır. Bu çalışmada Türkiye’de 2010-2020 yılları arasında matematiksel modelleme konusunda yapılan toplam 160 çalışma (63 yüksek lisans tezi, 26 doktora tezi ve 71 makale) incelemeye alınmıştır. Veriler yayın sınıflama formu kullanılarak kodlanmış ve tematik içerik analizi ile analiz edilmiştir. Çalışmalar yayın türü, yılı, araştırma yöntemi, araştırma deseni, örneklem grupları, örneklem büyüklükleri, veri toplama araçları, veri analizi yöntemi, amaç ve odaklandıkları konu bakımından incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları Türkiye’de matematiksel modelleme çalışmalarının 2016 yılından itibaren artış gösterdiğini, daha çok makale ve yüksek lisans tez türünden çalışma yapıldığını göstermiştir. Matematiksel modelleme çalışmalarında nitel araştırma yöntemlerinin daha çok tercih edildiği, durum çalışması ve deneysel araştırma deseninin daha çok kullanıldığı, çalışmaların daha çok küçük örneklem gruplarıyla, ortaokul öğrencileri ve matematik öğretmen adayları ile yürütüldüğünü göstermektedir. Veri toplama aracı olarak daha çok doküman, görüşme, gözlem ve başarı/beceri testlerinin kullanıldığı, nitel verilerin analizinde içerik analizi ve betimsel analiz tekniğinin, nicel verilerin analizinde t-testinin tercih edildiği belirlenmiştir. Matematiksel modelleme çalışmalarında birçok konu, kavram ve beceriyi kullanmayı gerektiren karma matematiksel modelleme etkinliklerinin daha çok tercih edildiği belirlenmiştir. Ayrıca birçok çalışmanın matematiksel modelleme süreci ve ortamının analiz edilmesine, katılımcıların modelleme becerisine ilişkin görüş ve yeterliklerinin belirlenmesine ve matematiksel modellemeye dayalı öğretimin öğrenci başarı ve modelleme becerisi üzerine etkisine odaklandığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Matematik eğitimi, Tematik içerik analizi, Modelleme, Matematiksel modelleme



*E-Uluslararası Eğitim
Araştırmaları
Dergisi*

Cilt: 12, No: 5, ss. 118-140

Araştırma Makalesi

121

Gönderim: 2021-05-15
Kabul: 2021-11-15

Önerilen Atıf

Birgin, O. ve Öztürk, F. N. (2021). Türkiye’de matematik eğitimi alanında matematiksel modelleme çalışmalarına ilişkin eğilimler (2010-2020): Tematik içerik analizi. *E-International Journal of Educational Research*, 12(5), 118-140. DOI: <https://doi.org/10.19160/e-ijer.937654>

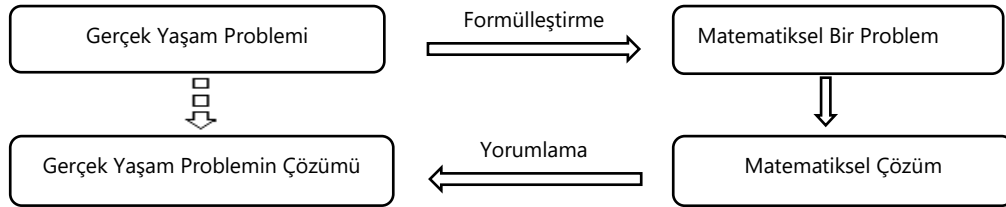


GİRİŞ

Matematiksel öğrenme öğrencinin aktif katılımı, matematiksel kavramları zihinde yapılandırması ve yeniden organize etmesiyle gerçekleşmektedir. Bu nedenle öğrencinin öğrenme sürecinde var olan bilgileri ile ilişkilendirme yapabilecekleri ve zihinsel süreçlerini harekete geçirebilecekleri gerçek yaşam problemleri oluşturmak oldukça önem taşımaktadır (Özaltun Çelik ve Bukova Güzel, 2020). Matematik dilinde gerçek yaşam durumlarını ifade edebilmek için, öğrencilerin aritmetik ve hesaplama becerilerinin yanı sıra, yorumlama, uzamsal akıl yürütme, tahmin gibi daha üst düzey matematiksel becerilere sahip olmaları gerekmektedir (Lehrer ve Schauble, 2003).

Matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemlerinin matematik diline çevrildiği sembolik bir sistem içinde çözüldüğü ve çözümlerin günlük yaşamda tekrar test edildiği döngüsel bir süreç olarak tanımlanır (Haines ve Crouch, 2007; Maaß, 2007). Lesh ve Doerr'e (2003) göre matematiksel modelleme, yeni bağlamlarda yeni modeller oluşturmak ve geliştirmek için mevcut kavramsal sistemlerin ve modellerin kullanıldığı bir süreçtir. Benzer şekilde Verschaffel, Greer ve Corte (2002) matematiksel modellemeyi, gerçek yaşam durumlarının ve bu durumlardaki ilişkileri matematiksel bilgi ve kavramları kullanarak ifade etme süreci olarak tanımlamaktadır.

Ang (2001) matematiksel modelleme sürecini Şekil 1'deki gibi dinamik bir döngü ile ifade etmektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi matematiksel modelleme sürecinde öncelikle gerçek yaşam problemleri matematiksel bir forma dönüştürülerek basitleştirilir, matematiksel forma dönüştürülmüş problem için uygun stratejiler işe koşularak matematiksel çözüm aranır ve daha sonrasında elde edilen sonuçlar yorumlanarak gerçek yaşam probleminin çözümünün mantıklı ve kabul edilebilir olup olmadığına karar verilir. Geiger ve diğerlerine (2021) göre matematiksel modelleme, gerçek dünya bağlamında bir problem tanımlama, ilgili bir matematiksel temsil geliştirme, sonraki bir matematiksel çözümü belirleme, çözümü orijinal bağlamda yorumlama ve çözümün problemi çözmek için geçerliliğini değerlendirme süreçlerinden oluşmaktadır.



Şekil 1. Matematiksel modelleme süreci (Ang, 2001)

Lesh ve Doerr (2003), matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin matematiksel ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek için modelleme etkinliklerinin geliştirilmesini önermektedir. Matematiksel modelleme etkinlikleri gerçek yaşamla ilgili soruları, değişkenleri, ilişkileri veya varsayımları belirlemeyi, matematiksel yapıları keşfedip bunları matematiksel dil ile ifade etmeyi, problemin çözümü için çeşitli stratejileri işe koşmayı, elde edilen matematiksel problemin çözümünü verilen durumla ilgili olarak yeniden gözden geçirmeyi, yorumlamayı ve doğrulamayı gerekli kılmaktadır (Wess, Klock, Siller ve Greefrath, 2021). Ancak geleneksel sözel problemler ile modelleme problemleri arasında önemli farklar vardır. Geleneksel sözel problemlerde genellikle gerçek yaşam durumları ve deneyimleri ile ilişkili olmayan, değişkenleri belli, idealleştirilmiş ve gerçeklikten uzak, yapay bir durum söz konusu olup, çözümünde sıklıkla daha önce öğrenilmiş ya da bilinen formül, işlem, strateji ve çözüm yolları kullanılmaktadır. Buna karşın modelleme problemleri ise rutin olmayan, gerçeğe yakın verilere dayanan, anlamlı ve bireylerin günlük yaşam durumları ile ilişkili olan, birçok düşünme süreçlerinin kullanılmasını, modelleme sürecinin matematiksel olarak betimlenmesi ve formüle edilmesini gerektirmekte ve olası farklı çözümleri içermektedir (Lesh ve Doerr, 2003; Lesh ve Zawojewsky, 2007). Üstelik

modellemede sürecin kendisine öncelik verilir ve modelleme süreci, çözümün bir parçası olarak görülür. Bu nedenle modelleme problemlerinde öğrencilerden, bilinen ve olağan kavramsal yapıları ve sistemleri yeniden yorumlamaları, organize etmeleri ve farklılaştırılarak daha üst düzey kavramsal modeller geliştirmeleri beklenmektedir (Erbaş Vd., 2014; Zawojewsky, 2013).

Matematiksel modelleme, öğrencilerin problem çözme ve analitik düşünme becerilerini geliştirmelerine fırsat vermesi nedeniyle matematiksel konu ve kavramların anlaşılmasında önemli bir süreç olarak görülmektedir (Özer ve Bukova Güzel, 2016). Matematiksel modelleme aynı zamanda öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinin altında yatan matematiksel kavramları içselleştirmelerine de imkân vermektedir (Geiger Vd., 2021). Bu nedenle matematiksel bilginin gerçek yaşamla ilişkilendirilmesinin ve matematik okuryazarlık becerisinin ölçümlendiği PISA ve TIMSS gibi uluslararası çalışmalarda (OECD, 2014) ve matematik öğretim programlarında (NCTM, 2000) matematiksel modelleme becerisinin geliştirilmesi ön plana çıkmaktadır. Benzer şekilde Türkiye’de son yıllarda güncellenen matematik dersi öğretim programında (MEB, 2013; 2018) öğrencinin günlük yaşamında matematiği kullanabilmesi, kavramların farklı gösterim biçimlerini ve kavramlar arasındaki ilişkileri keşfedebilmesi, modelleme etkinlikleriyle problem çözme, ilişkilendirme, öz-düzenleme, tahmin etme, iletişim kurma ve akıl yürütme gibi becerilerin geliştirilmesi ön plana çıkmaktadır. Bunun yanında matematiksel akıl yürütme becerisinin gelişiminde önemli bir araç olan modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamlarının oluşturulması vurgulanmaktadır.

Matematik öğretiminin amaçları arasında matematiksel modelleme becerisinin geliştirilmesi yer almaktadır. Bu bağlamda son yıllarda öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin matematiksel modelleme yeterliği ve becerileri konusunda çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Araştırmalar matematiksel modelleme becerisine dayalı öğretimin öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri (Blum, 2011; Çavuş Erdem ve Gürbüz, 2018; Çelikkol, 2016), akademik başarıları (Cinislioğlu, 2017; Bukova Güzel ve Uğurel, 2010; Sandalcı, 2013), problem çözme ve üst düzey düşünme becerileri (Çelikkol, 2016; Doruk, 2010; Kim ve Kim, 2010; Lu ve Kaiser, 2021; Mengi, 2019; Tekin Dede, 2015), öğrenmenin kalıcılığı (Çiltaş ve Zihar, 2018; Kaya, 2019), matematiğe yönelik tutumları (Dışbudak, 2014; Kal, 2013; Kim ve Kim, 2010; Kurt, 2019; Ünveren, 2010), motivasyonları (Ata Baran, 2019; Urhan ve Dost, 2016), kaygıları (Kandemir, 2011), öz-yeterlikleri (Ata Baran, 2019; Kim ve Kim, 2010; Kurt, 2019) ve okuryazarlık becerileri (Demirci, 2018; Erol, 2015) üzerine olumlu etki oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan Türkiye’de yapılan bazı araştırmalar matematik öğretmeni adaylarının (Gürbüz Vd., 2018; Erdoğan, 2019; İncikabı ve Biber, 2020) ve matematik öğretmenlerinin (Bilgili, Öndeş ve Çiltaş, 2020; Güder, 2013; Özdemir ve Işık, 2015) matematiksel modelleme becerileri ve yeterliklerinin zayıf olduğunu, etkinlik hazırlama ve uygulama süreçlerinde eksiklikleri olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Stohlmann ve Yang (2021) yaptıkları araştırmada çevrimiçi sunulan ve öğretmenler tarafından oluşturulan ve paylaşılan matematiksel modelleme etkinliklerinin daha çok model ve temsiller içerdiğini, gerçekçi olmayan senaryolara sahip olduğunu, farklı çözüm yollarına fırsat vermediğini, büyük çoğunluğunun matematiksel modelleme özelliklerini taşımadığını, öğretmenlerin matematiksel modelleme konusunda bilgi eksikliklerinin ve kavram yanlışlarının olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar matematik öğretmeni adaylarının ve öğretmenlerinin matematiksel modelleme konusundaki mesleki bilgilerinin ve deneyimlerinin artırılmasına yönelik önlemlerin alınması gerektiğini işaret etmektedir. Nitekim yapılan çeşitli araştırmalar matematiksel modelleme uygulamalarının öğretmen ve öğretmen adaylarının modelleme becerisine yönelik bilgi ve yeterliklerini arttırdığını (Aydoğan Yenmez, 2017; Bal ve Doğanay, 2014; Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2016; Karacı, 2016; Tekin Dede, 2015), kavramsal anlamaya katkı sağladığını (Çiltaş, 2011; Hıdıroğlu, Özaltun Çelik, Kula Ünver ve Bukova Güzel, 2018; Kertil, Erbaş ve Çetinkaya, 2017; Şahin ve Eraslan, 2019), problem çözme, üst düzey düşünme, ispat yapma ve ilişkilendirme becerilerini geliştirdiğini (Aydın Güç, 2015; Hıdıroğlu, 2015; Hıdıroğlu ve Can, 2020; Özaltun Çelik ve Bukova Güzel, 2020; Saka, 2016; Zbiek ve Conner, 2006) göstermektedir. Benzer şekilde

Guerro-Ortiz (2021) dijital öğrenme ortamında matematiksel modelleme etkinliği tasarımının öğretmen adaylarının içerik geliştirme ve teknolojik pedagojik alan bilgilerinin gelişimine olumlu yönde katkı sağladığını saptamıştır. Greefrath, Siller, Klock ve Wess (2021) yaptıkları araştırmada matematiksel modellemeye dayalı öğretimin matematik öğretmeni adaylarının pedagojik alan bilgilerinin gelişimini anlamlı düzeyde artırdığını belirlemişlerdir.

Diğer taraftan ulusal alanyazında matematiksel modelleme çalışmaları ile ilgili sınırlı sayıda içerik analizi çalışmasının yapıldığı görülmektedir (Albayrak ve Çiltaş, 2017; Aztekin ve Taşpınar Şener, 2015; Yıldız ve Yenilmez, 2019). Aztekin ve Taşpınar Şener (2015) tarafından yapılmış olan betimsel içerik analizinde 2004-2014 yılları arasında yayımlanmış 37 adet çalışma incelenmiştir. Bu içerik analizi çalışmasında matematiksel modelleme çalışmalarının çoğunun öğretmen adayları ile gerçekleştirildiği, çalışmalarda daha çok durum çalışması ve karma araştırma yönteminin kullanıldığı ve verilerin analizinde betimsel içerik analiz tekniğinin tercih edildiği belirlenmiştir. Ayrıca deneysel, kuramsal ve doküman analizi yöntemleri ile yürütülen, ortaokul ve lise öğrencilerine odaklanan ve teknoloji destekli öğrenme ortamında matematiksel modelleme süreçlerini detaylı olarak açıklayan araştırmalara ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Albayrak ve Çiltaş (2017) tarafından matematiksel model ve modelleme alanında 2016 yılına kadar yapılmış 38 makale ve 28 lisansüstü tez çalışması betimsel içerik analizi ile incelenmiştir. Bu çalışmada Türkiye’de matematiksel modellemeye yönelik çalışmaların son yıllarda artış gösterdiği ve daha çok öğretici eğitimi konu alanında yapıldığı; matematiksel modellemenin daha çok bir araç olarak kullanıldığı; araştırmalarda nitel araştırma yönteminin ve görüşme tekniğinin daha çok tercih edildiği; matematiksel modellemeye yönelik tezlerin daha çok yüksek lisans düzeyinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Ayrıca Yıldız ve Yenilmez (2019) tarafından 2000-2017 yılları arasında matematiksel modelleme ile ilgili 48 lisansüstü tezin tematik içerik analizi yapılmış ve araştırma sonucunda ilgili lisansüstü tezlerin daha çok matematik öğretmenliği alanlarında yapıldığı, nitel ve karma yöntemlerin çoğunlukla tercih edildiği; çalışmalarda durum çalışması ve deneysel desenlerin tercih edildiği; veri analizinde betimsel analizin kullanıldığı; verilerin çoğunlukla görüşme ve testlerle toplandığı; çalışılan konuların daha çok problem çözme ve modellemeye ilişkin görüşlerin tespit edilmesi şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde 2009 sonrası güncellenen matematik dersi öğretim programında (MEB, 2013; 2018) matematiksel modelleme becerisi ön plana çıkmış ve matematiksel modelleme becerisinin geliştirilme sürecinde problem çözme ve kurmaya yönelik etkinliklere yer verilmesi, matematiksel modeller geliştirilirken gerçekçi ve günlük hayat durumlarından hareket edilerek grup içi ve gruplar arası öğrenci tartışmalarının teşvik edilmesi ve öğrencilerin kendilerine özgü modeller geliştirmesi önerilmiştir. Güncellenen öğretim programlarında matematiksel modelleme becerisine önem verilmesiyle birlikte matematiksel modelleme konusunda yapılan araştırmalarda artış olduğu (Yıldız ve Yenilmez, 2019) ifade edilebilir. Bu durum son yıllarda matematiksel modelleme konusunda yapılan çalışmalardaki eğilimlerin değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle bu araştırma kapsamında matematiksel modelleme konusundaki mevcut alanyazın çalışmalarından farklı olarak son on yılda matematiksel modelleme konusunda Türkiye’de yayımlanan lisansüstü tezler ile makaleleri kapsayan geniş çaplı tematik içerik analizi yapılmıştır. Üstelik matematiksel modelleme çalışmalarının türü, yıllara göre dağılımı, tercih edilen araştırma yöntemi/deseni, örneklem sayısı, çalışma grupları, veri toplama araçları ve veri analiz yöntemlerinin yanı sıra önceki çalışmalardan farklı olarak matematiksel modelleme çalışmalarının yapılma amaçları ve odaklandıkları matematik konu alanı bakımından eğilimleri incelenmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlarının gelecekte yapılacak çalışmalara veri sunacağı ve araştırmacılara yol göstereceği düşünülmektedir.

Bu araştırmanın amacı, Türkiye’de matematik eğitimi alanında yayımlanan matematiksel modelleme çalışmalarının tematik içerik analizini yaparak son yıllardaki eğilimini ortaya koymaktır. Bu kapsamda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

- Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmaların türü, yılı, araştırma yöntemi ve modeline göre dağılımları nedir?
- Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmalardaki çalışma grubu, örneklem sayısı, veri toplama araçları ve veri analiz yöntemleri nelerdir?
- Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmaların genel amaçları, odaklandıkları konu alanları bakımından dağılımı nedir?

YÖNTEM

Bu araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi modeli ile yürütülmüştür. Doküman incelemesi, araştırma problemi çerçevesinde belirli bir zaman diliminde üretilmiş birden fazla kaynak, doküman ve belgelerin analizini mümkün kılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmada Türkiye’de matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmalara ilişkin genel durumu ve eğilimleri belirlemek amacıyla tematik içerik analizi yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmada tematik içerik analizi, belli bir alanda ve zaman diliminde yapılan çalışmalardaki eğilimlerin ve sonuçların belirlenen temalar çerçevesinde ele alınıp eleştirel bir bakış açısıyla sentezlenmesine imkân vermektedir. Tematik içerik analizinde birbirine benzeyen verilerin belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilmesi ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenlenerek yorumlanması yapılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Tematik içerik analizi sonuçları genelde frekans veya yüzde tabloları kullanılarak betimsel olarak sunulmaktadır.

Örneklem ve Verilerin Toplanması

Bu araştırmanın örneklemini 2010-2020 yılları arasında matematik eğitimi alanında Türkiye’de yayımlanmış olan makale ve lisansüstü tezler oluşturmaktadır. Türkiye’deki matematiksel modelleme çalışmalarındaki güncel eğilimi belirlemek amacıyla 2010-2020 yılları arasında yapılan çalışmalarla sınırlı kalmıştır. Bu yüzden çalışmada herhangi bir örnekleme yöntemine başvurulmamış, çalışma örnekleminin tamamına ulaşılması amaçlanmıştır. Bu amaçla DergiPark, ULAKBİM TR Dizin, Google Akademik ile YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanları kullanılarak “matematik eğitimi (mathematics education)”, “matematiksel modelleme (mathematical modelling)”, “modelleme (modelling)”, “modelleme becerisi (modelling skills)” anahtar kelimeleri girilerek tarama yapılmıştır. Doküman tarama sonucunda ulaşılan çalışmaların matematik eğitimi alanında yapılan makale ve lisansüstü tezler olması ölçüt olarak alınmıştır. Matematik eğitiminden başka alanlarda olan modelleme çalışmaları ayıklanmış, erişim izni olmayan tezler ile tam metni olmayan makaleler kapsam dışı bırakılmıştır. Ayrıca aynı yazarın hem lisansüstü tezi hem de bu tezden yayınladığı makale olması durumunda lisansüstü tez çalışması incelemeye alınmış, eğer YÖK veri tabanından lisansüstü tezin tam metnine ulaşılamıyorsa yazarın makalesi çalışma kapsamına dâhil edilmiştir. Yapılan doküman taraması ve elemeler sonucunda Türkiye’de 2010-2020 yılları arasında matematiksel modelleme konusunda yapılmış olan 71 makale, 63 yüksek lisans tezi ve 26 doktora tezi olmak üzere toplam 160 çalışma incelemeye alınmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada incelemeye alınan dokümanlara ilişkin verileri analiz etmek amacıyla yayın sınıflama formu kullanılmıştır. Yayın sınıflandırma formu oluşturulurken ilgili alanyazından (Albayrak ve Çiltaş, 2017; Aztekin ve Taşpınar-Şener, 2015; Yıldız ve Yenmez, 2019) yararlanılmıştır. Yayın sınıflandırma formu; çalışmanın yazarı, araştırma türü (makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi), yayım yılı, araştırma yöntemi, araştırma deseni, örneklem grupları, örneklem büyüklükleri, çalışmaların konu dağılımı, çalışmanın konu alanı, matematiksel modelleme kullanım şekli, veri toplama araçları, veri analizi yöntemi gibi bölümlerden oluşmaktadır.

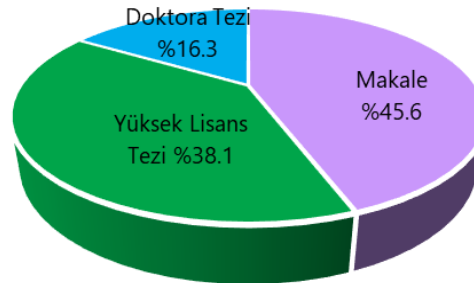
Araştırma kapsamındaki tez ve makalelerin sınıflama formuna kodlanmasıyla elde edilen veriler veri tabanına kaydedilmiş daha sonra bu verilere ilişkin tematik içerik analizine göre kodlama ve sınıflaması yapılmıştır. Kodlama sırasında incelenen çalışma birden fazla veri içeriyorsa, her bir veri ayrı ayrı ele alınmıştır. Örneğin, yapılan bir çalışmada birden fazla çalışma grubu (ilkokul, ortaokul, lise, vb.) ya da veri toplama aracı (başarı testi, doküman, gözlem, görüşme vb.) kullanıldı ise her bir çalışma grubu ya da veri toplama aracı ayrı ayrı kodlanmıştır. Bu durumda incelenen toplam çalışma sayısından ziyade incelenen özelliğe uygun toplanan verilerin sayısı dikkate alınarak analiz yapılmıştır. Bununla birlikte matematiksel modelleme problemleri konu alanı bakımından incelenmesinin yanında daha ayrıntılı bilgi sunmak amacıyla odaklandığı konu alanı (Modelleme etkinliği geliştirme, müfredat çalışması, öğretici eğitimi, tutum, algı, inanç, modelleme becerisi, öz yeterlilik, öğretim programı incelemesi, ölçek geliştirme, vb.) bakımından da içerik analizi yapılmıştır. Bu araştırma kapsamında kodlama güvenilirliğini sağlamak amacıyla çalışmalar iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanmış ve bu kodlamalar karşılaştırılmıştır. Yapılan kodlamanın güvenilirliği, $[\text{Görüş birliği} / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş ayrılığı}) \times 100]$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Bu bağlamda kodlayıcılar arasındaki ortalama uyum yüzdesi %92 olarak hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik için kullanılan uyum yüzdesinin en az %80 olması önerilmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Bu yönüyle araştırmanın kodlama güvenilirliğinin yüksek olduğu söylenebilir. Elde edilen veriler Excel programı kullanılarak frekans ve yüzde ile analiz edilmiş, grafik ve tablolar halinde sunulmuştur.

BULGULAR

Bu bölümde Türkiye’de 2010-2020 yılları arasında matematik eğitiminde matematiksel modelleme alanında yapılan bilimsel çalışmaların türü (makale, yüksek lisans ve doktora tezi), yıllara göre dağılımı, araştırma yöntemi, araştırma deseni, örneklem grupları, örneklem büyüklükleri, çalışmaların konu dağılımı, odaklandığı konu alanı, veri toplama araçları, veri analizi yöntemine ilişkin bulgular sunulmuştur.

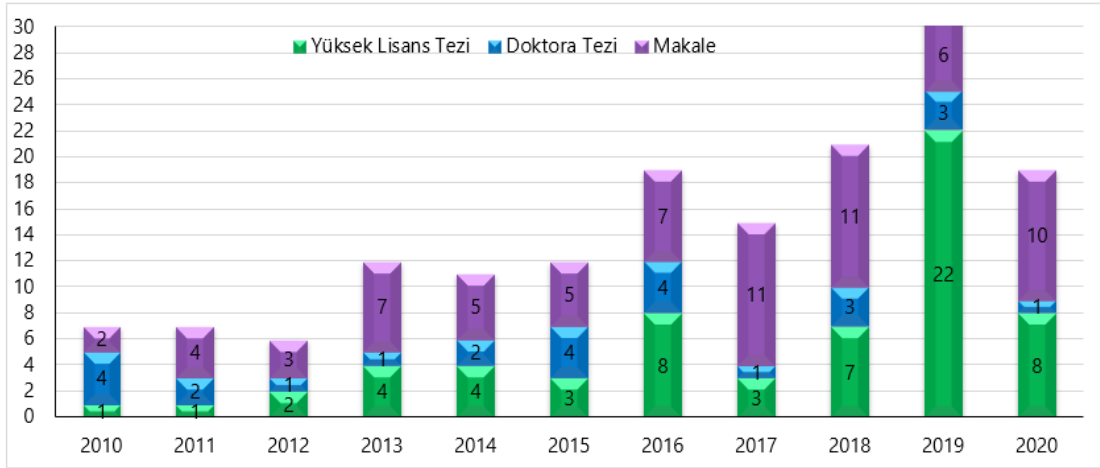
1. Matematiksel Modelleme Alanındaki Çalışmalarının Yayın Türü ve Yıllara Göre Dağılımı

Bu çalışmada 2010-2020 yılları arasında Türkiye’de matematik eğitimi bağlamında matematiksel modelleme alanında yapılan toplam 160 çalışmanın yayın türüne göre dağılımı Şekil 2’de, yayınların yıllara göre dağılımı Şekil 3’te sunulmuştur.



Şekil 2. Matematiksel modelleme alanındaki çalışmaların yayın türüne göre dağılımı

Şekil 2 yayın türü bakımından incelendiğinde matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme çalışmalarının %45.6’sını (f=71) makale, %38.1’ini (f=63) yüksek lisans tezi ve %16.3’ünü (f=26) doktora tezi oluşturmaktadır.

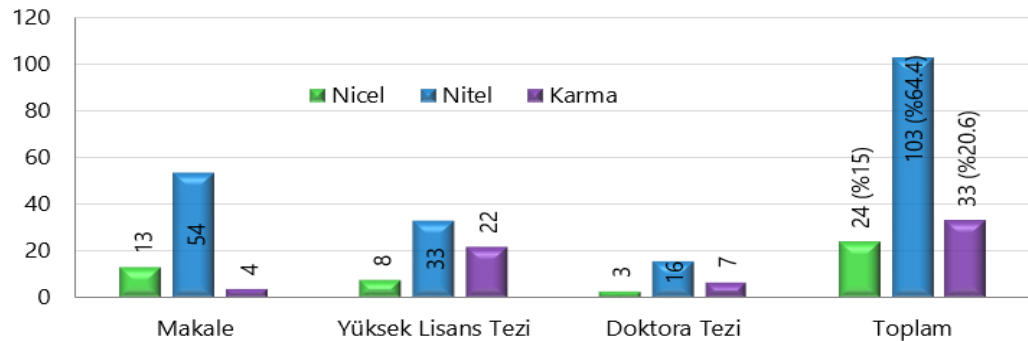


Şekil 3. Matematiksel modelleme alanındaki çalışmaların yayın türü ve yıla göre dağılımı

Şekil 3 incelendiğinde genel olarak matematiksel modelleme ile ilgili çalışmaların 2016 sonrasında artış olduğu görülmektedir. Makale ve yüksek lisans tezlerinin büyük bir çoğunluğunun 2016 sonrasında yapıldığı, yüksek lisans tezlerinin en çok 2019 yılında (f=22), makale çalışmalarının ise daha çok 2017 (f=11), 2018 (f=11) ve 2020 (f=10) yıllarında yayımlandığı, 2015 yılı sonrasında doktora çalışmalarında ise kısmen artış olduğu anlaşılmaktadır.

2. Matematiksel Modelleme Alanında Yapılan Çalışmaların Araştırma Yöntemlerine Göre Dağılımı

Türkiye’de matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmaların araştırma yöntemlerine göre frekans ve yüzde dağılımı Şekil 4’te sunulmuştur.

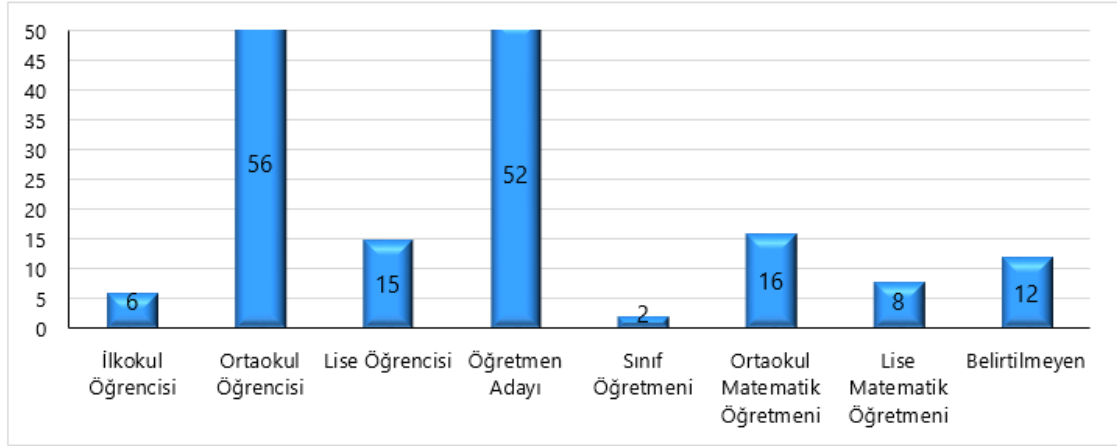


Şekil 4. Çalışmaların araştırma yöntemine göre dağılımı

Şekil 4 incelendiğinde matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme çalışmalarında %64.4 nitel (f=103), %20.6 karma (f=33) ve %15 nicel (f=24) araştırma yönteminin tercih edildiği görülmektedir. Nicel araştırma yönteminin daha çok makale çalışmalarında (f=13), karma yaklaşımın ise daha çok yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarında (f=29) tercih edildiği dikkat çekmektedir. Bu bulgular matematiksel modelleme çalışmalarında daha çok nitel ve karma araştırma yönteminin tercih edildiğini göstermektedir.

3. Çalışmaların Örneklem Gruplarına Göre Dağılımı

Türkiye’de 2010-2020 yıllarında matematiksel modelleme kapsamında yapılan çalışmaların örneklem grubuna göre dağılımı Şekil 5’te sunulmuştur. Bu araştırma kapsamında sekiz çalışmanın kuramsal ve derleme niteliğinde olması sebebiyle örneklem grubuna sahip olmadığı, bazı çalışmalarda ise birden fazla örneklem grubunun olduğu belirlenmiştir.

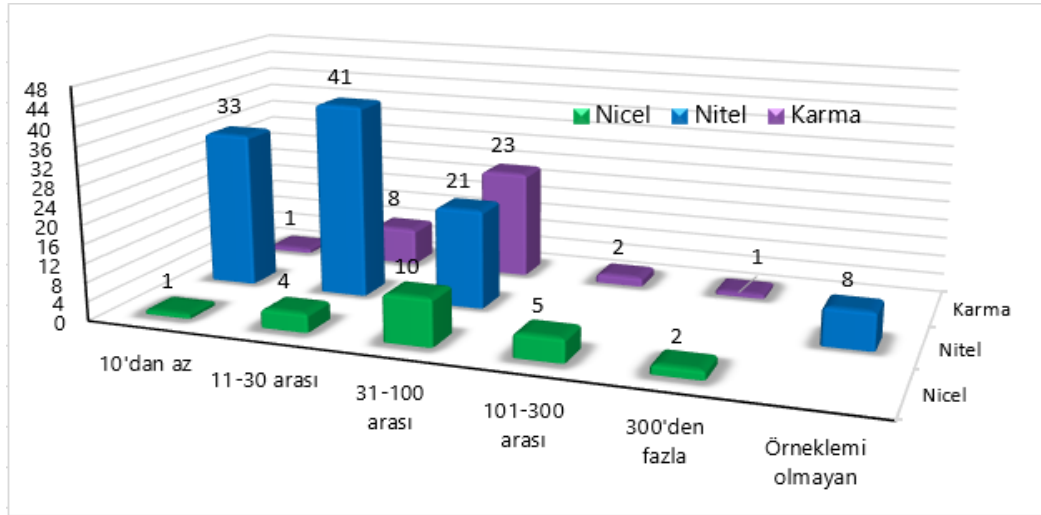


Şekil 5. Matematiksel modelleme çalışmalarının örneklem grubuna göre dağılımı

Şekil 5 incelendiğinde matematik eğitiminde matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmaların %35'inin ortaokul öğrencileri (f=56) ve %32.5'inin öğretmen adayları (f=52) ile yürütüldüğü anlaşılmaktadır. Bununla birlikte çalışmaların %10'u ortaokul matematik öğretmenleri ve %9.4'ü lise öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Buna karşın ilkökul öğrencileri (f=6), sınıf öğretmeni (f=2) ve lise matematik öğretmeni (f=8) gruplarıyla yürütülen çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum matematiksel modelleme çalışmalarının daha çok ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları ile yürütüldüğünü göstermektedir.

4. Çalışmaların Örneklem Sayısına Göre Dağılımı

Bu araştırma kapsamında incelemeye alınan yayınlardan sekizi kuramsal ve derleme türünden olması nedeniyle örneklem sayısına sahip değildir. Türkiye'de matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmaların örneklem sayısına göre frekans ve yüzde dağılımı Şekil 6'da verilmiştir.

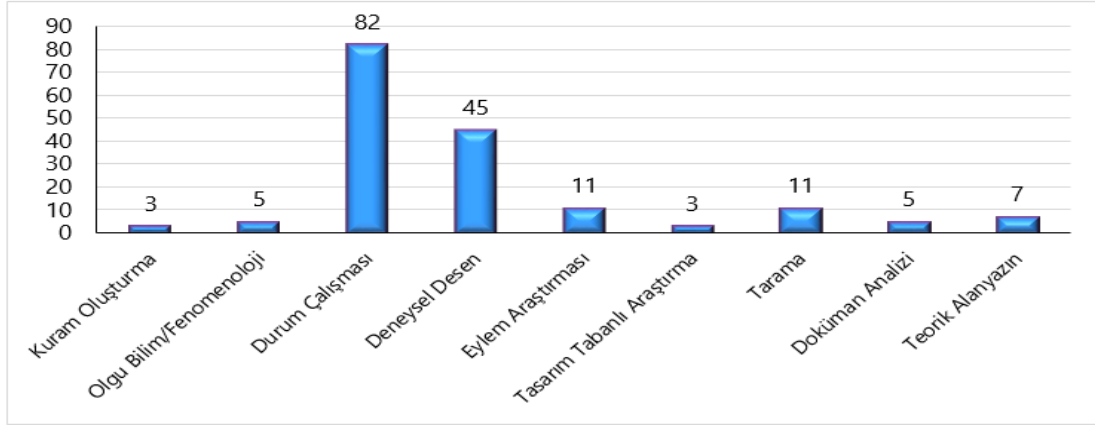


Şekil 6. Çalışmaların örneklem sayılarına göre dağılımı

Şekil 6 incelendiğinde matematik eğitiminde matematiksel modelleme çalışmalarında nitel (f=103, %64.4) ve karma (f=35, %21.9) araştırma yönteminin baskın olduğu ve bu nedenle araştırmaların daha çok 10'dan az (%21.9), 11-30 arası (%33.1) ve 31-100 arası (%33.8) örneklem grubuyla yürütüldüğü anlaşılmaktadır. Bununla birlikte nicel araştırma yönteminin kullanıldığı beş çalışma 101-300 arası ve iki çalışma da 300'ün üzerindeki bir örneklemle yürütülmüştür.

5. Çalışmaların Araştırma Modeline Göre Dağılımı

Bu araştırma kapsamında incelenen çalışma sayısı 160 olmasına karşın, birden fazla araştırma deseninin kullanıldığı bazı çalışmalar bulunmaktadır. Matematiksel modelleme bağlamında yapılan çalışmaların araştırma desenlerine göre dağılımları Şekil 7’de verilmiştir.

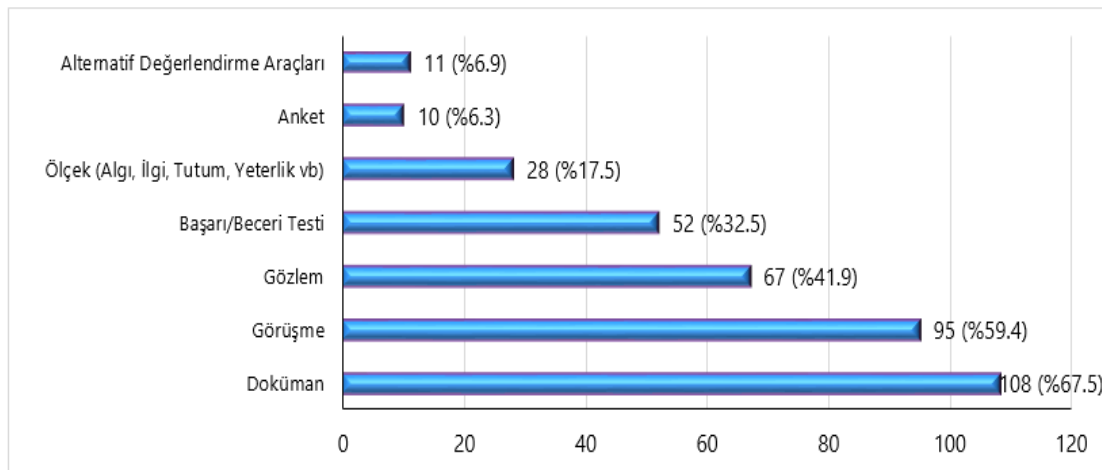


Şekil 7. Çalışmaların araştırma desenlerine göre dağılımı

Şekil 7 incelendiğinde matematiksel modelleme çalışmalarında daha çok durum çalışması (%51.3) ve deneysel araştırma deseninin (%28.1) tercih edildiği görülmektedir. Bununla birlikte çalışmaların %6,9’u eylem araştırması ile %6,9’u tarama deseninde yürütülmüştür. Buna karşın matematiksel modelleme çalışmalarında kuramsal (teorik) (f=7), doküman incelemesi (f=5), olgu bilim/fenomenoloji (f=5), kuram oluşturma (f=3) ve tasarım tabanlı araştırma (f=3) türünden çalışmaların daha az yapıldığı tespit edilmiştir.

6. Matematiksel Modelleme Çalışmalarının Veri Toplama Araçlarına Göre Dağılımı

Bu çalışma kapsamında incelenen bazı çalışmalarda birden fazla veri toplama aracının kullanılması nedeniyle birden fazla kodlama yapılmıştır. Matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmaların veri toplama aracına/teknikğine göre dağılımı Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının dağılımı

Şekil 8’de görüldüğü gibi, Türkiye’de matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmalarda veri toplama aracı/teknikği olarak daha çok doküman (%67.5), görüşme (%59.4) ve gözlemin (%41.9) kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca matematiksel modelleme çalışmalarının %32.5’inde veri toplama aracı olarak başarı/beceri testleri ve %17.5’inde ölçekler kullanılmıştır.

Buna karşın matematiksel modelleme çalışmalarında alternatif değerlendirme araçlarının (%6.9) ve anketlerin (%6.3) çok az kullanıldığı belirlenmiştir.

7. Matematiksel Modelleme Çalışmalarında Kullanılan Veri Analiz Türüne Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen bazı çalışmalarda birden fazla veri analiz türü/teknik kullanılmış olup matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmalarda kullanılan veri analiz türleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Çalışmalarda kullanılan veri analiz türlerinin dağılımı*

Nitel Analiz	f	%	Nitel Analiz	f	%
Sadece Betimsel İstatistik	10	6.3	Betimsel analiz	103	64.4
T-testi	34	21.3	İçerik analizi	87	54.4
Anova	9	5.6	Doküman analizi	5	3.1
Korelasyon	10	6.3			
Regresyon	3	1.9			
Ancova	2	1.3			
Manova	1	0.6			
Faktör Analizi	1	0.6			
Rash Analizi	2	1.3			
Man-Whitney U	8	5.0			
Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi	3	1.9			
Ki-Kare	1	0.6			

*Birden fazla kodlama yapılmıştır.

Tablo 1 incelendiğinde matematiksel modelleme becerisi kapsamında yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda nitel veri toplama araçları kullanılması nedeniyle verilerin analizinde daha çok betimsel (%64.4) ve içerik analizi (%54.4) türünün tercih edildiği görülmektedir. Bununla birlikte beş çalışmada doküman analizi tekniğinin (%3.1) kullanıldığı tespit edilmiştir. Tablo 1'de matematiksel modelleme çalışmalarından %21.3'ünde t-testi, %5.6'sında Anova, %5'inde Man-Whitney U, %6.3'ünde Pearson korelasyon testi, %1.9'unda regresyon ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

8. Matematiksel Modelleme Çalışmalarının İlişkili Oldukları Matematik Konularına Göre Dağılımı

Matematiksel modelleme becerisi alanında yapılan çalışmaların ilişkili oldukları matematik konuları bakımından dağılımları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Çalışmaların ilişkili oldukları matematik konusuna göre dağılımı*

İlişkili Olduğu Konu	f	%	İlişkili Olduğu Konu	f	%
Karma (Birden çok matematik konusu)	101	63.1	Kesirler	3	1.9
Uzunluk ve Alan Ölçüleri, Ölçme Problemleri	15	9.4	Mantık	2	1.3
Grafik, Tablo, Veri Analizi	8	5.0	Çember	2	1.3
Doğru Denklemleri, Eğitim	7	4.4	Dizi, Seriler	2	1.3
Sayılar (Doğal, Tam, Üslü)	7	4.4	Türev	2	1.3
Oran-Orantı	6	3.8	Kümeler	1	0.6
Fonksiyonlar	5	3.1	Yüzdeler	1	0.6
Cebirsel ifadeler, Örüntü	5	3.1	Olasılık	1	0.6
Özdeşlik ve Denklemler	3	1.9			

*Birden fazla kodlama yapılmıştır.

Tablo 2'de matematiksel modelleme becerisi kapsamında yapılan çalışmaların %63.1'ini birden çok matematik konusunu içinde barındıran karma modelleme problemlerinin oluşturduğu görülmektedir. Bununla birlikte bazı matematiksel modelleme çalışmaların odaklandıkları matematik konuları arasında uzunluk ve alan ölçüleri (f=15), grafik, tablo ve veri analizi (f=8),

doğru grafikleri ve eğim (f=7), sayılar (f=7), oran-orantı (f=6), fonksiyonlar (f=5), cebirsel ifadeler ve örüntüler (f=5), özdeşlik ve denklemler (f=3), kesirler (f=3), çember (f=2), dizi ve seriler (f=2), türev (f=2), mantık (f=2), kümeler (f=2), olasılık (f=1) ve yüzdeler (f=1) yer almaktadır.

9. Çalışmalarının Odaklandıkları Araştırma Alanlarına Göre Dağılımı

Matematiksel modelleme becerisi alanında yapılan çalışmaların odaklandıkları alanlar bakımından dağılımları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Çalışmaların odaklandıkları araştırma alanlarına göre dağılımı*

Modellemeye Dayalı Öğretimin Etkisi	f	%	Modellemeye Dayalı Öğretimin Etkisi	f	%
Başarı, Kavramsal öğrenme	25	15.6	İlişkilendirme becerisi	5	3.1
Modelleme becerisi	11	6.9	Kalıcılık	4	2.5
Problem çözme, üst düzey düşünme	8	5.0	Epistemolojik inanç	3	1.9
Tutum	6	3.8	Öz yeterlik, öz düzenleme	3	1.9
Okuryazarlık becerisi	6	3.8	Uzamsal becerisi	1	0.6
Algı, Kaygı, Motivasyon	5	3.1			
Öğrenme Ortamı Tasarımı ve Analizi	f	%	Öğrenme Ortamı Tasarımı ve Analizi	f	%
Modelleme sürecinin ve ortamının incelenmesi	61	38.1	Teknoloji destekli öğrenme ortamı	8	5.0
Modelleme etkinliği geliştirme	33	20.6	Karşılaşılan sorunlar	6	3.8
Öğretici eğitimi ve mesleki gelişim	24	15.0			
Durum Tespiti	f	%	Durum Tespiti	f	%
Görüş, algı ve inançlar	35	21.9	İlişkilendirme becerisi	4	2.5
Modelleme beceri düzeyi, yeterlik düzeyi incelemesi	20	12.5	Tematik içerik analizi	4	2.5
Problem çözme ve üst düzey düşünme	12	7.5	Öğretim programı incelemesi	2	1.3
Kuramsal alanyazın	7	4.4	Ölçek geliştirme	1	0.6

*Birden fazla kodlama yapılmıştır.

Tablo 3'te matematiksel modelleme kapsamında yapılan çalışmalar öğrenme ortamı tasarımı ve analizi bakımından irdelendiğinde daha çok matematiksel modelleme sürecinin ve ortamının incelenmesi (%38.1), modelleme etkinliği geliştirme (%20.6), öğretici eğitimi ve mesleki gelişim (%15.0) bağlamında yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte teknoloji destekli öğrenme ortamı (%5.0) ve karşılaşılan sorunlar (%3.8) bağlamında yapılan bazı çalışmalar yer almaktadır.

Tablo 3 matematiksel modellemeye dayalı öğretimin öğrenme üzerine etkisi bağlamından incelendiğinde çalışmaların daha çok başarı ve kavramsal öğrenme (%15.6), daha sonra modelleme becerisi (%6.9), problem çözme ve üst düzey düşünme (%5.0), tutum (%3.8) ve okuryazarlık becerisi (%3.8) üzerine etkisi bağlamında yapıldığı görülmektedir. Bunun birlikte bazı çalışmalar matematiksel modellemeye dayalı öğretimin algı, kaygı, motivasyon (f=5), ilişkilendirme becerisi (f=5), kalıcılık (f=4), epistemolojik inanç (f=3) ve öz yeterlik (f=3) üzerine etkisi bağlamında yapılmıştır.

Diğer taraftan Tablo 3'ten matematiksel modelleme çalışmalarının yaklaşık %22'sinin modellemeye yönelik görüş ve algılar, %13'ünün modelleme becerisine ilişkin yeterlilik düzeyinin incelenmesi, %8'inin problem çözme ve üst düzey düşünme becerisi ile ilişkisi bağlamında yapıldığı görülmektedir. Buna karşın matematiksel modelleme konusunda kuramsal alanyazın (f=7), ilişkilendirme becerisi (f=4), tematik içerik analizi (f=4) ve öğretim programı incelemesi (f=2) ve ölçek geliştirme (f=1) türünden çalışmaların sınırlı kaldığı anlaşılmaktadır.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada Türkiye’de 2010-2020 yılları arasında matematik eğitimi alanında matematiksel modelleme alanında yapılan toplam 160 lisansüstü tez ve makale tematik içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Bu araştırma sonucunda matematiksel modelleme konusunda yapılan çalışmalar yıllar bakımından incelendiğinde 2010-2015 yılları arasında sınırlı çalışma yapılmasına karşın, özellikle 2016 yılından itibaren artış gösterdiği (2016’da on dokuz, 2017’de on beş, 2018’de yirmi bir, 2019’da otuz bir, 2020’de on dokuz çalışma) belirlenmiştir. Benzer şekilde [Aztekin ve Taşpınar Şener \(2015\)](#), Türkiye’de 2004-2014 yılları arasında matematiksel modelleme alanında yapılmış çalışmaların artış gösterdiğini ancak yeterli düzeyde bir çeşitliliğe ulaşamadığını belirlemişlerdir. [Yıldız ve Yenilmez \(2019\)](#) Türkiye’de 2000-2017 yılları arasında matematiksel modelleme alanında yapılan lisansüstü tezlerin 2016 yılından itibaren artış gösterdiğini saptamışlardır. Bu yönüyle bu araştırmanın bulgularını destekler niteliktedir. Türkiye’de matematiksel modelleme alanındaki çalışmaların son beş yılda artış göstermesinin nedeni olarak 2013 ve 2018 yılında matematik öğretim programında yapılan değişim gösterilebilir. Nitekim güncellenen matematik dersi öğretim programında ([MEB, 2013; 2018](#)) matematiksel modelleme temel bir beceri olarak ele alınmış, matematiksel modeller geliştirme sürecinde problem çözme ve kurmaya yönelik etkinliklere yer verilmesi gerektiği, matematiksel modeller geliştirilirken gerçekçi ve günlük hayat durumlarından yararlanılması teşvik edilmiştir.

Bu araştırmada matematiksel modelleme alanındaki çalışmalar tür bakımından (makale, yüksek lisans ve doktora tezi) incelendiğinde makale türünden çalışmaların yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarından daha fazla olduğu, yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarının 2015 yılından itibaren artış olmasına karşın doktora tez çalışmalarının sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde [Yıldız ve Yenilmez \(2019\)](#), 2000-2017 yılları arasında matematiksel modelleme alanında yapılan lisansüstü tezlere ilişkin yapmış oldukları tematik içerik analizi sonucunda matematiksel modelleme ile ilgili lisansüstü çalışmaların 2015 yılından itibaren artış gösterdiğini belirlemiştir. [Albayrak ve Çiltaş \(2017\)](#) Türkiye’de 2016 yılına kadar, [Aztekin ve Taşpınar Şener \(2015\)](#) ise 2004-2014 yılları arasında Türkiye’de matematiksel modelleme alanındaki yayınlara ilişkin yaptıkları içerik analizi çalışmalarında makale çalışmalarının lisansüstü tez çalışmalarından fazla olduğunu saptamışlardır. Bu durum lisansüstü tez çalışmalarının makale çalışmalarına nazaran daha uzun süre alması ve daha kapsamlı olması ile açıklanabilir.

Bu araştırmada Türkiye’de yapılan matematiksel modelleme çalışmalarında daha çok nitel ve karma araştırma yönteminin tercih edildiği, nicel araştırma yönteminin ise daha az tercih edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Nicel araştırma yönteminin daha çok makale türünden çalışmalarda kullanıldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar matematiksel modelleme alanında yapılan içerik analizi çalışmalarının ([Albayrak ve Çiltaş, 2017; Aztekin ve Taşpınar Şener, 2015; Yıldız ve Yenilmez, 2019](#)) sonuçlarıyla örtüşmektedir. Benzer şekilde [Kutluca, Birgin ve Gündüz \(2018\)](#) Türkiye’de matematik eğitimi alanında yayın yapan Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi’nin 2009-2017 yılları arasındaki yayınları inceledikleri çalışmada nitel araştırma yöntemlerinin nicel araştırma yöntemlerine göre daha çok tercih edildiğini belirlemişlerdir. Bu durum son yıllarda eğitim alanında ([Göktaş Vd., 2012](#)) ve matematik eğitimi çalışmalarında nitel ve karma araştırma yönteminin daha çok benimsenmesiyle açıklanabilir.

Bu araştırmada matematiksel modelleme çalışmalarında nitel ve karma araştırma yöntemleri ile durum çalışması araştırma deseninin daha çok tercih edildiği, bununla birlikte deneysel ve eylem araştırması deseniyle yürütülen araştırmaların da olduğu belirlenmiştir. Ayrıca matematiksel modelleme alanındaki nitel araştırmaların daha çok 10’dan az ve 11-30 arası küçük örneklem gruplarıyla, karma araştırma yöntemlerinin ise daha çok 11-30 arası ve 31-100 arası örneklem gruplarıyla yürütüldüğü saptanmıştır. Bunun nedeni olarak matematiksel modellemenin ve nitel araştırmanın doğası gereği küçük çalışma grupları içinde katılımcıların matematiksel

modelleme ve düşünme süreçlerinin derinlemesine incelenmesi, gözlemlenmesi ve yorumlanması ihtiyacı (Yıldız ve Yenilmez, 2019) gösterilebilir. Nitekim nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması araştırmacıya bir bağlam içerisinde bir grubu, olayları ve ilişkileri derinlemesine yorumlama ve inceleme olanağı fırsatı veren, bir çok veri toplama aracını kullanma imkanı sunan ve elde edilen bulgularla benzer durumlar üzerinde tahminlerden ziyade analitik genellemeler yapma olanağı sağlamaktadır (Cohen, Manion ve Morrison, 2000). Benzer şekilde farklı yıllarda matematiksel modelleme alanında yapılan içerik analizi çalışmalarında (Albayrak ve Çiltaş, 2017; Aztekin ve Taşpınar Şener, 2015; Yıldız ve Yenilmez, 2019) durum çalışması, karma ve deneysel deseninin en çok tercih edilen yöntem olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan matematiksel modelleme çalışmalarında kuram oluşturma, olgu bilim, teorik alanyazın, doküman analizi ve tasarım tabanlı araştırma deseninde yürütülen araştırmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki etkilerini geniş bir perspektiften ortaya koyan meta-analiz türünden araştırmalar ile matematiksel modelleme süreçlerini ve öğrenme ortamını detaylı olarak irdeleyen kuram oluşturmaya yönelik araştırmalara ihtiyaç olduğu ifade edilebilir.

Türkiye’de yapılan matematiksel modelleme çalışmalarında veri toplama aracı olarak daha çok sırasıyla doküman, görüşme, gözlem, başarı/beceri testlerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Ulaşılan bu sonucun matematiksel modelleme çalışmalarında nitel ve karma araştırma yönteminin daha çok tercih edilmesi, durum çalışması ve deneysel araştırma deseninin daha çok benimsenmesi ile tutarlılık gösterdiği söylenebilir. Nitekim nitel araştırmalarda görüşme, gözlem ve doküman en sık kullanılan veri toplama araçları arasında yer almaktadır. Karma araştırma yöntemi ise hem nitel hem de nicel araştırma yaklaşımlarını birlikte kullanarak verileri toplayip analiz etme ve çıkarımlarda bulunma fırsatı sunmaktadır (Creswell, 2007).

Bu araştırma Türkiye’de yapılan matematiksel modelleme çalışmalarının daha çok ortaokul öğrencileri ve matematik öğretmen adayları üzerinde yürütüldüğünü ortaya koymuştur. Buna karşın ilkokul ve lise öğrencileri ile sınıf ve matematik öğretmenleri ile yürütülen çalışmaların sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Ayrıca matematiksel modelleme becerisi konusunda matematik öğretmeni adayı dışındaki üniversite öğrencileri ile yeterli çalışmanın yapılmadığı dikkat çekmektedir. Albayrak ve Çiltaş (2017) çalışmasında 2015’e kadar yapılan çalışmalarda örneklemin büyük çoğunluğunu öğretmen adaylarının oluşturduğu sonucuna ulaşmıştır. Ülkemizde yapılan modelleme çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının daha çok tercih edilmesinde özellikle eğitim fakültesinde görev yapan araştırmacıların bu kitleye daha kolay ulaşabilmesinin etkili olduğu (Aztekin ve Taşpınar Şener, 2015) söylenebilir. Ancak alanyazında matematiği gerçek hayatta kullanabilme beceri ve süreçlerinin anlamlı bir şekilde gelişebilmesi için matematiksel modelleme becerilerinin ilkokul yıllarından itibaren desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Erbaş Vd., 2014; Lesh ve Zawojeski, 2007; Türker Biber ve Yetkin Özdemir, 2015). Benzer şekilde güncellenen matematik dersi öğretim programında (MEB, 2018) öğretim sürecinde matematiksel modeller geliştirme sürecinde problem çözme ve kurmaya yönelik etkinliklere yer verilmesi, matematiksel modeller geliştirilirken gerçekçi ve günlük hayat durumlarıyla ilişki kurulması ve öğrencilerin kendilerine özgü modeller geliştirmesi önerilmektedir. Bu bağlamda bilimin odağında bulunan farklı örneklem gruplarıyla çalışmalar yürütülmesi ve içerik oluşturulmasının matematiksel modelleme çalışmalarına katkı sağlayacağı söylenebilir.

Türkiye’de yapılan matematiksel modelleme çalışmalarında daha çok nitel araştırma yöntemleri ve nitel veri toplama araçlarının tercih edilmesi nedeniyle nitel verilerin analizinde betimsel analiz ve içerik analizi tekniklerinin sıklıkla kullanıldığı belirlenmiştir. Nicel verilerin analizinde ise en fazla t-testi kullanılmış, bunu takiben Anova, betimsel istatistik, korelasyon ve Man-Whitney U testi kullanılmıştır. Buna karşın istatistiksel kestirimler için ileri düzey istatistik tekniklerin çok az tercih edildiği saptanmıştır. Matematiksel modelleme alanındaki yapılan içerik analizi çalışmalarında (Albayrak ve Çiltaş, 2017; Yıldız ve Yenilmez, 2019) benzer bulgulara

ulaşmıştır. Diğer taraftan Türkiye’de nicel araştırma yönteminin kullanıldığı eğitim araştırmalarında da (Birgin ve Peker, 2021; Göktaş Vd., 2012; Selçuk Vd., 2014) nicel verilerin analizinde daha çok t-testi, Anova, korelasyon testi kullanılmasına rağmen, çoklu regrasyon, Ancova, Manova gibi ileri düzey istatistik testlerinin az kullanıldığı saptanmıştır. Matematiksel modelleme süreci problemi tanımlama, işlem, sembol veya formülleştirme olarak problemi matematiğe aktarma, bir model oluşturma, bu modelin gerçek yaşamla ilişkisini kurma, gerçek yaşama uygunluğunu yorumlama ve problem bağlamına uygun olduğunu değerlendirmeyi içermektedir (Türker Biber ve Yetkin Özdemir, 2015). Üstelik bu süreç okuduğunu anlama, ilişkilendirme, akıl yürütme, grafik, tablo okuma ve yorumlama, finansal okuryazarlık, uzamsal düşünme, ispat becerisi gibi birçok bilgi ve beceriyi kullanmayı gerekli kılmaktadır (Maaß, 2007; Wess Vd., 2021). Bu yönüyle düşünüldüğünde matematiksel modelleme becerilerinin ve sürecinin ölçümlendiği nicel araştırmalarda daha kapsamlı bağlantıları ve ilişkileri ortaya çıkarmak amacıyla ileri düzey istatistiksel kestirim testlerinin kullanıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Araştırma kapsamında matematiksel modelleme çalışmalarında belirli bir matematik konusundan ziyade, daha çok gerçek yaşam problemlerini yansıtan ve birden çok farklı matematik konu ve kavramı içeren karma matematiksel modelleme problemlerinin tercih edildiği saptanmıştır. Bununla birlikte bazı matematiksel modelleme çalışmalarının uzunluk ve alan ölçme, grafik, veri analizi, oran-orantı, doğru denklemleri ve grafikleri, sayılar, fonksiyonlar, türev, cebirsel ifadeler, örüntü ve özdeşlikler gibi konulara odaklandığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Albayrak ve Çiltaş (2017) yaptıkları çalışmada da matematiksel modelleme ile ilgili çalışmaların daha çok sayılar ve cebir, geometri ve ölçme, istatistik ve olasılık konularını içeren karma modelleme etkinliklerini içinde barındıran araştırmaların çoğunlukta olduğunu saptamıştır. Bu durum matematiksel modelleme çalışmalarının doğrudan konu odaklı bir öğretim olarak kullanılmasından ziyade, daha çok farklı matematiksel konu ve kavramı içinde barındıran, disiplinlerarası ilişki kurmayı ve çeşitli düşünme becerilerini işe koşmayı gerektiren bir beceri olarak ele alınmasıyla (Geiger Vd., 2021) açıklanabilir.

Araştırma kapsamında incelenen modelleme çalışmaları öğrenme ortamı ve süreci bağlamında incelendiğinde daha çok modelleme sürecinin ve öğrenme ortamının analizi, modelleme etkinliği geliştirme ve öğretici eğitimi bağlamında yapıldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Aztekin ve Taşpınar-Şener’in (2015) çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Buna karşın teknoloji destekli öğrenme ortamı tasarımına ilişkin matematiksel modelleme çalışmalarının oldukça sınırlı kaldığı saptanmıştır. Halbuki, son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmelere bağlı olarak bilgisayar destekli öğretim ve matematik eğitimi yazılımlarının öğretim sürecinde kullanımı ön plana çıkmaktadır (Birgin, Uzun ve Mazman-Akar, 2020). Üstelik matematiksel modelleme sürecinde dinamik matematik yazılımı kullanımı öğrenciye problemlerin çözümüne yönelik varsayımında bulunma, model geliştirme ve dinamik bir ortamda çözümü birçok kez test etme fırsatı sunmaktadır (Guerrero-Ortiz, 2021; Hidiroğlu, 2015). Bu yönüyle düşünüldüğünde matematiksel modelleme sürecinde dijital öğretim materyallerinin ve yazılımların kullanımının etkilerini inceleyen çalışmaların yapılmasının alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın bulguları matematik öğretmenleri üzerinde yapılan çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Üstelik yapılan bazı araştırma sonuçları (Bilgili Vd., 2020; Güder, 2013; Gürbüz Vd., 2018; Özdemir ve Işık, 2015; Stohlmann ve Yang, 2021) matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme becerilerinin ve yeterliklerinin zayıf olduğunu, etkinlik hazırlama ve uygulama süreçlerinde eksiklikleri olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle düşünüldüğünde matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme konusunda daha yetkin hale gelmeleri için mesleki gelişimine yönelik çalışmalara ihtiyaç olduğu ifade edilebilir.

Bu araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda mevcut durum tespitine yönelik matematiksel modelleme çalışmalarının daha çok matematiksel modellemeye yönelik görüş ve algılar ile modelleme yeterlilik düzeylerinin belirlenmesine yönelik olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca

bu araştırma kapsamında modelleme becerisine ilişkin doküman analizi, meta-analiz, meta-sentez, ölçek geliştirme, ders kitabı ve öğretim programı incelemesi bağlamında yapılan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Dede ve diğerleri (2018) matematiksel modelleme sürecine ve becerilerine yönelik ölçek ve test geliştirme çalışmasının yok denecek kadar az olduğu, Aztekin ve Taşpınar Şener (2015) ise matematiksel modelleme konusunda doküman incelemesine yönelik çalışmalara ihtiyaç olduğunu tespit etmişlerdir. Bu yönüyle bu araştırmanın bulgularını destekler niteliktedir.

Bu araştırmada incelenen çalışmalarda matematiksel modellemeye dayalı öğretimin daha çok akademik başarı ve kavramsal öğrenme, modelleme becerisinin gelişimi, problem çözme ve üst düzey düşünme becerileri üzerine etkisinin incelendiği belirlenmiştir. Buna karşın matematiksel modellemeye dayalı öğretimin tutum, kaygı, kalıcılık, okuryazarlık ve ilişkilendirme becerisi, motivasyon ve uzamsal beceriler üzerine etkisini inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. İlkokul ve ortaöğretim öğrencileri ile yürütülen modelleme çalışmalarının sınırlı olduğu dikkate alındığında, matematiksel modellemeye dayalı öğretimin özellikle ilkokul ve ortaöğretim öğrencilerinin bilişsel ve duyuşsal öğrenmeler üzerine etkisini inceleyen çalışmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Bu araştırmada Türkiye’de 2010-2020 yılları arasında matematiksel modelleme alanında yapılan lisansüstü tez ve makale çalışmalarının tematik içerik analiz yöntemiyle incelenmesi yapılmıştır. Bu sonuçların matematiksel modelleme alanında ihtiyaç duyulan ve yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan bu çalışma, incelemeye dahil edilen çalışmaların seçimi ve ele alınan temalar bakımından bazı sınırlılıklara sahiptir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda uluslararası alanyazının incelemesi yapılarak matematiksel modelleme çalışmalarının tematik içerik analizinin yanı sıra deneysel yürütülen çalışmaların meta-analizi çeşitli tema ve değişkenler bakımından yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Albayrak, E., & Çiltaş, A. (2017). Türkiye’de matematik eğitimi alanında yayınlanan matematiksel model ve modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9, 258-283.
- Ang, K. C. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6(1), 63-75.
- Ata Baran, A. (2019). *Matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim deneyinde sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlıklarının ve duyuşsal alan özelliklerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
- Aydın Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Aydoğan Yenmez, A. (2012). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin pedagojik alan ve pedagojik bilgilerindeki gelişimin, modelleme yaklaşımına göre tasarlanmış bir mesleki gelişim ve eğitim etkinliği sürecinde incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Aztekin, S., & Taşpınar Şener, Z. (2015). Türkiye’de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 40(178), 139-161. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2015.4125>
- Bal, A. P., & Doğanay, A. (2014). Sınıf öğretmenliği adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1363-1384. <http://dx.doi.org/10.12738/estp.2014.4.20>



- Bilgili, S., Öndeş, R., & Çiltaş, A. (2020). Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinliklerini oluşturma ve çözme süreçlerinin incelenmesi. *Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 5(1), 90-108. <https://doi.org/10.29250/sead.680493>
- Birgin, O., & Peker, E. S. (2021). Türkiye’de sayı duyusu konusunda yapılan çalışmalara ilişkin tematik içerik analizi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(3), 593-609. <http://dx.doi.org/10.16986/HUJE.2020062666>
- Birgin, O., Uzun, K., & Mazman-Akar, S. G. (2020). Investigation of Turkish mathematics teachers’ proficiency perceptions in using information and communication technologies in teaching. *Education and Information Technologies*, 25(1), 487-507. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-019-09977-1>
- Bukova Güzel, E., & Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 69-90.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 15-30). New York: Springer.
- Cinislioğlu, B. (2017). *Matematiksel modelleme yöntemi ile doğrusal denklemler konusunun öğretiminin ortaokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research methods in education* (5th Edition). London: Routledge.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Çavuş Erdem, Z., & Gürbüz, R. (2018). Matematik modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamında yedinci sınıf öğrencilerinin alan ölçme bilgi ve becerilerinin incelenmesi. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 8, 86-115. <http://dx.doi.org/10.17984/adyuebd.468376>
- Çelikkol, Ö. (2016). *7. sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme uygulaması: bir eylem araştırması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
- Çiltaş, A., Güler, G., & Sözbilir, M. (2012). Mathematics education research in Turkey: A content analysis study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(1), 574-580.
- Çiltaş, A., & Zihar, M. (2018). Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimine yönelik bir eylem araştırması. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 46-63. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.500004>
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.
- Dede, Y., Akçakın, V., & Kaya, G. (2018). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin cinsiyete göre incelenmesi: çok boyutlu madde tepki kuramı. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 150-169. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.456626>
- Demirci, G. (2018). *Matematiksel modelleme yönteminin matematik okuryazarlığına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.
- Dışbudak, K. (2014). *Model oluşturma etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *İlköğretim Online*, 10(1), 365-377.





- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacalı, C., Kertil, M., Çakıroğlu, E., & Baş, S. (2014). Mathematical modeling in mathematics education: Basic concepts and approaches. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(4), 1621-1627. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.4.2039>
- Erdoğan, F. (2019). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme özyeterliklerinin belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 118-130. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.480866>
- Erdoğan, F., & Elmas, C. (2018). Matematik Dersi Öğretim Programının (ortaokul 5-8. sınıflar) matematiksel model kullanımı bağlamında incelenmesi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 5(3), 66-81. <https://doi.org/10.33907/turkjes.452890>
- Erol, M. (2015). *Modelleme etkinliklerinin 9.sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlıkları ve inançları üzerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye.
- Geiger, V., Galbraith, P., Niss, M., & Delzoppo, C. (2021). Developing a task design and implementation framework for fostering mathematical modelling competencies. *Educational Studies in Mathematics*, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10039-y>
- Göktaş, Y., Hasaıçebi, F., Varısoğlu, B., Akcay, A., Bayrak, N., Baran, M., & Sözbilir, M. (2012). Trends in educational research in Turkey: A content analysis. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(1), 443-460.
- Greefrath, G., Siller, H. S., Klock, H., & Wess R. (2021). Pre-service secondary teachers' pedagogical content knowledge for the teaching of mathematical modelling. *Educational Studies in Mathematics*, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10038-z>
- Guerrero-Ortiz, C. (2021). Pre-service mathematics teachers' technological pedagogical content knowledge: The case of modelling. In: Leung F. K. S., Stillman G. A., Kaiser G., Wong K. L. (eds) *Mathematical Modelling Education in East and West. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6_12
- Güder, Y. (2013). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye.
- Güder, Y., & Gürbüz, R. (2018). STEM eğitimine geçişte bir araç olarak disiplinler arası matematiksel modelleme oluşturma etkinlikleri: öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 8, 170-198. <http://dx.doi.org/10.17984/adyuebd.457626>
- Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z., Şahin, S., Temurtaş, A., Dođan, C., Dođan, M., Çalık, M., & Çelik, D. (2018). Bir disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliğinden yansımalar. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 8, 1-22. <http://dx.doi.org/10.17984/adyuebd.463270>
- Haines C., & Crouch R. (2007) Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. In: Blum W., Galbraith P.L., Henn HW., Niss M. (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 417-424). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_46
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2015). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi: bilişsel ve üst bilişsel yapılar üzerine bir açıklama* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2016). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 313-350. <https://doi.org/10.17522/nefmed.15854>
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Can, B. (2020). HTTM (History/Theory/Technology/Modeling) öğrenme ortamının fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel düşüncelerine ilişkin algılarına ve matematiksel modelleme becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 239-272.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Çelik, A. Ö., Ünver, S. K., & Güzel, E. B. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının teknoloji destekli matematiksel modelleme süreci çerçevesinde uzaklık problemi'ne ilişkin çözümleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 782-809. <https://doi.org/10.17556/erziefd.441732>
- İncikabı, S., & Biber, A. Ç. (2020). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme farkındalıklarının araştırılması. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal)*, 4(1), 55-72.



- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling education, engineering and economics* (pp. 110-119). Chichester: Horwood.
- Kal, F. M. (2013). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye.
- Kandemir, M. A. (2011). *Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine problem çözme ve teknolojiye ilişkin düşüncelerine etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye.
- Karacı, G. (2016). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesine yönelik öğrenme ortamının hazırlanması ve değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye.
- Kaya, S. (2019). *6. sınıf kesirlerle çarpma ve bölme işlemlerinin öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına ve öğrenme kalıcılığına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.
- Kertil, M., Erbaş, A. K., & Çetinkaya, B. (2017). Pre-service elementary mathematics teachers' ways of thinking about rate of change in the context of a modeling activity. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 8(1), 188-217. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.304212>
- Kim, S. H., & Kim, S. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pasific Education Review*, 11, 109-120. <https://doi.org/10.1007/s12564-009-9052-x>
- Kutluca, T., Birgin, O., & Gündüz, S. (2018). Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi'nde yayımlanmış makalelerin içerik analizi bağlamında değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(2), 390-412. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.332518>
- Kurt, Ö. (2019). *Matematiksel modelleme problemlerinin beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, geometri öz-yeterlik ve matematiğe yönelik tutumuna etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Origins and evolution of model-based reasoning in mathematics and science. In R. A. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 59-70). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Foundations of a models and modelling perspective on matematis teaching, learning and problem solving*. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: models and modelling perspectives on matematis problem solving, learning and teaching* (pp.3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Lesh, R., & Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *The handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 763-804). Information Age Publishing.
- Lu, X., & Kaiser, G. (2021). Creativity in students' modelling competencies: conceptualisation and measurement. *Educational Studies in Mathematics*, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10055-y>
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, 113-142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Mengi, B. (2019). *Matematiksel modelleme yaklaşımının öğretim ortamında kullanılmasının 7.sınıf öğrencilerinin problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *Ortaokul matematik dersi (5-8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları



- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları
- Mumcu, H. Y., & Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde matematiksel modellemenin yorumlanması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1), 7-33. <https://doi.org/10.7822/omuefd.327387>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science*. OECD Publishing.
- Özaltun Çelik, A., & Bukova Güzel, E. (2020). Çemberin çapı ile çevresi arasındaki ilişkinin oluşturulması amacıyla tasarlanan çevre dostu ulaşım aracı etkinliğine yönelik matematik öğretmenlerinin değerlendirmeleri. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 14(1), 691-716. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.692718>
- Özdemir, G. ve Işık, A. (2015). Katı cisimlerin alan ve hacimlerinin matematiksel model ve matematiksel modelleme yöntemiyle öğretimine yönelik öğretmen görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1251-1276.
- Özer, A. Ö., & Bukova Güzel, E. (2016). Öğrenci, öğretmen adayı ve öğretmenlerin bakış açısından matematiksel modelleme problemleri. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 57-73.
- Saka, E. (2016). *Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde teknolojinin rolü* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, Türkiye.
- Selçuk, Z., Palancı, M., Kandemir, M., & Dündar, H. (2014). Eğitim ve Bilim dergisinde yayınlanan araştırmaların eğilimleri: İçerik analizi. *Eğitim ve Bilim*, 39(173), 430-453.
- Stohlmann, M., & Yang, Y. (2021). Investigating the alignment to mathematical modelling of teacher-created mathematical modelling activities available online. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-16. <https://doi.org/110.1080/0020739X.2021.196103>
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2019). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının matematik uygulamaları dersinde modelleme etkinliklerinin kullanılmasına yönelik görüşler. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 373-393. <http://doi.org/10.16949/turkbilmat.434641>
- Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Türker Biber, B., & Yetkin Özdemir, İ. E. (2015). Matematik öğretiminde matematiksel modelleme yaklaşımı. *Cito Eğitim: Kuram ve Uygulama*, 27, 39-50.
- Urhan, S., & Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(59), 1279-1295. <https://doi.org/10.17755/esosder.263231>
- Ünveren, E. N. (2010). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ispata yönelik tutumlarının matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye.
- Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, H. J. van Oers, & L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 171-195). Kluwer Academic Publishers.
- Wess, R., Klock, H., Siller, H. S., & Greefrath, G. (2021). Mathematical modelling. In: *Measuring professional competence for the teaching of mathematical modelling*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78071-5_1





- Yenmez, A. A. (2017). Teknolojinin matematiksel modelleme sürecine etkileri. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26, 602-646. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.306665>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, Ş., & Yenilmez, K. (2019). Matematiksel modelleme ile ilgili lisansüstü tezlerin tematik içerik analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 1-22. <https://doi.org/10.17494/ogusbd.548180>
- Zawojewski, J. (2013). Problem solving versus modeling. In: Lesh R., Galbraith P., Haines C., Hurford A. (eds), *Modeling students' mathematical modeling competencies international perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 237-243). Springer, Dordrecht.
- Zbiek, R. M., & Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modelling as a context for deepening students' understanding of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 89-112. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-9002-4>

