



## Investigating Middle School Mathematics Teachers' Implementation Process of a Mathematical Modelling Problem: Planning of Implementation and Teacher Interventions\*

Makbule Gözde Didiş Kabar<sup>ID</sup>, Mukaddes İnan Tutkun<sup>ID</sup>

Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Tokat, Turkey

### ABSTRACT

The study aims to examine two middle school mathematics teachers' implementation process of a mathematical modeling problem with their students in terms of planning of the implementation, teacher interventions in the implementation process and the teachers' evaluations of their implementation processes. This study was designed as a qualitative case study and conducted in 2018-2019 academic year. The participants of the study consist of two middle school mathematics teachers working in different public middle schools that are determined according to criterion sampling as one of the purposeful sampling methods. "The Sneakers Problem" was implemented by the mathematics teachers in their classrooms. The data sources of this study were teachers' implementation plans, semi-structured interviews before and after implementation, audio and video recordings of the implementation processes. The findings showed that both teachers planned their implementations and carried them out within 80 minutes. Furthermore, the findings regarding the teacher interventions also displayed that diagnosis of students' thinking was predominant support as the intentions of the interventions and organizational support was predominant as the area of intervention for both teachers. On the other hand, the findings revealed although teachers encountered some negative situations during the implementations, they evaluated their first implementation process generally positive for both themselves and their students. The findings suggest that teachers need both practice and support for the process of applying the modeling problems in the classroom environment.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received: 10.02.2021

Received in revised form: 27.04.2021

Accepted: 29.04.2021

Available online: 14.06.2021

Article Type: Standard paper

Keywords: : mathematical modeling, middle school mathematics teachers, teacher interventions

© 2021 IJESIM. All rights reserved

### 1. Purpose of the Study

The purpose of this study was to investigate two middle school mathematics teachers' implementation process of a mathematical modeling problem with their students in terms of planning of the implementation, teacher interventions in the implementation process and the teachers' evaluations of their implementation processes

### 2. Method

This study was designed as a qualitative case study and it was conducted in the 2018-2019 academic year. The participants of the study consisted of two middle school mathematics teachers working in different public middle schools who were selected according to purposeful sampling. Although both

<sup>2</sup>Corresponding author's address: Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Tokat, Turkey  
e-mail: gozde.didis@gop.edu.tr

\* Part of this study was presented as an oral presentation at the 4rd Turkish Computer and Mathematics Education Symposium  
DOI: <https://doi.org/10.17278/ijesim.878364>

teachers had a basic theoretical knowledge of mathematical modeling, they had no experience in applying modeling problems in a real classroom setting. For the study, "The Sneaker Problem" adapted from Doerr and English's (2006) study was implemented by the mathematics teachers in their classrooms. This problem was translated into Turkish by the researchers of this study before implementation.

One week before the teachers performed the classroom implementation of the problem; the researchers provided theoretical training to the teachers about the implementation process of mathematical modeling activities and the role of the teachers in this process. The teachers were then asked to prepare an implementation plan for the implementation of The Sneakers Problem and one-to-one interviews were conducted with the teachers based on the implementation plans they prepared. The classroom implementation process of the modeling problem was carried out for two lesson hours in line with the planning of both teachers. After the classroom implementation, post interviews were conducted with the teachers.

The data collection tools of this study were teachers' implementation plans, semi-structured one-to-one interviews before and after implementations, audio and video recordings of the implementation processes. The data of the study were analyzed in three stages in terms of teachers' implementation plans, teachers' interventions during the implementation process and evaluations of their implementations. Firstly, the implementation plans prepared by the teachers and the one-to-one interviews based on these implementation plans were analyzed. Teachers' implementation plans were analyzed using the steps in Borromeo-Ferri's (2018) study. In the second stage, teachers' classroom implementations were analyzed using the categories and codes obtained from relevant studies in the literature about teacher interventions in modeling (Borromeo-Ferri, 2018; Leiss, 2007; Leiß and Wiegand, 2005; Tropper, Leiss and Hänze, 2015). In the third stage, the teachers' evaluations of their interventions were analyzed. In this respect, a framework for data analysis has been established based on the dimensions of the interview questions.

### **3. Findings**

#### **3.1. Teachers' Planning of the Implementation and Implementation Process**

The findings revealed that both teachers prepared an 80-minute implementation plan including three steps as planning, implementation and presentation of the modeling problem's solution. Furthermore, the findings also displayed that while two teachers' plans about how to manage the implementation process were similar, there were some differences in the time and implementation process they devoted to the implementation plans. Before students worked on the modeling problem, unlike Meral teacher, Tugba teacher used a warm-up activity to familiarize students with the context of the modeling activity.

#### **3.2. The Teacher Interventions During the Implementation of the Modeling Problem**

##### **3.2.1. Aims of the intervention**

The findings revealed that Tugba teacher's aim of the intervention was generally for the diagnosis of students' ways of thinking. In addition to her diagnostic interventions, Tugba teacher also intervened to provide indirect ideas. Tugba teacher tried to give clues to help students think about their ideas without giving information about their thinking process to help students produce a better idea and find a solution. On the other hand, the findings showed that to determine the group decisions and explain their methods (rankings), Tugba teacher attempted to give direct ideas. Like the intervention aim of Tugba teacher, Meral teacher made diagnostic interventions at most. Furthermore, Meral teacher did not intervene in the form of evaluation/feedback and giving indirect advice, and several times she intervened in the form of giving direct advice.

##### **3.2.2. The Intervention area**

Tugba teacher's intervention area (level) was mostly related to the organization, and she did not make a content related intervention at all. Tugba teacher has intervened many times with the students about

“consensus among themselves”, “making a group decision”, “the importance of group idea instead of individual ideas”. Like Tugba teacher, the intervention area of Meral teacher was mostly related to the organization. Meral teacher did not make content-related and strategic interventions. During the implementation process, Meral teacher made interventions related to the students’ group interactions, reporting their solutions and presenting their solutions.

### 3.3.3. The Activators of intervention

During the implementation process, Tugba teacher mostly initiated the intervention. That is, her intervention was invasive. She observed students’ group working processes and it was her initiative to go to the students. The aim of her intervention was mostly diagnosing to understand students’ emerging ideas and ways of thinking. Like Tugba teacher, Meral teacher was also in contact with the groups by observing the working process of the groups. However, Meral teacher’s communication process with groups was relatively less than that of Tugba teacher. During the implementation process of Meral teacher, students explicitly ask the teacher for advice many times; therefore, Meral teacher’s intervention was mostly responsive.

### 3.3. The Evaluation of Teachers’ Their Implementation Processes

In the interviews conducted after the implementation, both teachers stated that although there were some negative situations in the implementation process, they were generally able to carry out the implementation process successfully. Whereas Tugba teacher evaluated her implementation process positively in terms of use the planned time efficiently, Meral teacher evaluated her implementation positively in terms of students’ group working processes and students’ efficient use of time.

## 4. Conclusions, Discussion and Implications

The finding of this study displayed that before applying the modeling problem in their classrooms, teachers prepared an implementation plan which helped them to carry out their implementations in a planned way. Furthermore, findings showed that the teachers involved in this study did not make any content-related interventions and they had inadequate to make strategic interventions.

As Blum (2015) emphasizes, teachers have many responsibilities and need to make a special effort to achieve the gains of modeling. Teachers need both practice and support for the process of applying the modeling problem in the classroom. In addition to the theoretical background, in teacher training workshops, teachers should be practiced and supported for the process of implementing the modeling problem in the classroom.

# Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Problemini Uygulama Sürecinin İncelenmesi: Uygulamayı Planlama ve Öğretmen Müdahaleleri

Makbule Gözde Didiş Kabar<sup>ID</sup>, Mukaddes İnan Tutkun<sup>ID</sup>

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Tokat, Türkiye.

## ÖZ

Bu çalışmanın amacı, iki ortaokul matematik öğretmenin bir matematiksel modelleme problemini kendi öğrencileri ile uygulama sürecini, uygulamayı planlama, uygulama sürecinde öğretmen müdahaleleri ve uygulama sürecini değerlendirmeleri açısından incelemektir. Bu çalışma nitel durum çalışması olarak tasarlanmış ve 2018-2019 eğitim öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın katılımcılarını, amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örneklemeğe göre belirlenmiş farklı devlet ortaokullarında görev yapan iki ortaokul matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı kapsamında "Spor Ayakkabı Problemi" adlı modelleme problemi, matematik öğretmenleri tarafından sınıflarında uygulanmıştır. Bu çalışmanın veri kaynaklarını, öğretmenlerin uygulama planları, uygulama öncesi ve sonrası yarı yapılandırılmış birebir görüşmeler, uygulama sürecinin ses ve video kayıtları oluşturmaktadır. Bulgular, iki öğretmenin de uygulamalarını planlayarak 80 dakikalık bir sürede planlı bir şekilde yürüttüklerini ortaya koymuştur. Aynı zamanda, öğretmen müdahaleleri ile ilgili bulgular öğretmenlerin uygulama sürecinde sergiledikleri müdahale amacı olarak ikisinin de benzer şekilde en çok öğrenci düşüncelerine tanrı koyma amaçlı müdahalelerde, müdahale alanı olarak ise en çok organizasyonla ilgili müdahalelerde bulunduğunu göstermiştir. Diğer taraftan bulgular, birtakım olumsuzluklarla karşılaşmalarına rağmen, öğretmenlerin ilk uygulama süreçlerini hem kendileri hem de öğrencileri açısından genel olarak olumlu geçen bir uygulama olarak değerlendirdiklerini ortaya koymuştur. Bu çalışmanın bulguları öğretmenlerin modelleme problemini sınıf ortamında uygulama sürecine yönelik hem pratiğe hem de desteğe ihtiyaçları olduğuna işaret etmektedir.

## MAKALE BİLGİ

### Makale Tarihiçesi:

Alındı: 10.02.2021

Düzeltilmiş hali alındı: 27.04.2021

Kabul edildi: 29.04.2021

Çevrimiçi yayımlandı: 14.06.2021

**Makale Türü:** Standart Makale

**Anahtar Kelimeler:** matematiksel modelleme, ortaokul matematik öğretmenleri, öğretmen müdahaleleri

© 2021 IJESIM. Tüm hakları saklıdır

## 1. Giriş

Son yıllarda matematiksel modellemenin matematik eğitimi için önemi hızlı bir şekilde artış göstermiştir (Borromeo-Ferri, 2018; Tropper, Leiss ve Hänze, 2015). Matematik eğitiminin önemli araştırma alanlarından biri olan matematiksel modellemenin hem öğrenciler hem de öğretmenler açısından önemli kazanımları bulunmaktadır. Matematiksel modelleme, öğrencilerin matematiksel düşünme ve akıl yürütme becerileri kazanmalarına, matematiğin günlük yaşam uygulamalarını görmelerine ve matematiği kullanarak günlük yaşam problemlerine çözüm üretebilen bireyler haline gelmelerine yardımcı olur. Matematiksel modelleme öğretmenlere, öğrencilerine matematiği günlük yaşamla ilişkilendirdikleri alternatif bir öğretim yöntemi sunmalarını sağlar. Bunun yanı sıra, öğrencilerin farklı düşünme şekillerini görmeleri ve değerlendirmeleri için de öğretmenlere fırsat sunar (Erbaş ve ark, 2016). Matematik öğrenimi ve öğretimine sağladığı önemli kazanımlar sebebiyle, birçok ülkenin eğitim standartlarında ve okul matematik müfredatlarında matematiksel modellemenin öğretilmesi ve öğrenilmesi önemli bir yeterlik olarak yerini almıştır (Borromeo-Ferri, 2018; Chan, 2008; Lingefjård, 2006; Yu ve Chang, 2011). Fakat matematiksel modellemenin öğretimi ve öğrenimi ülkelerin matematik dersi öğretim programlarında yer edinmiş olsa dahi, matematik derslerine dâhil edilmesi ve matematik derslerinde kullanımı açısından arzu edilenden daha az bir yere sahip olduğu belirtilmektedir (Blum, 2015; Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Doerr, 2007; Schmidt, 2011). Blum ve Borromeo-Ferri (2009), matematiksel modellemenin matematik derslerinde kullanılmaması

durumunu matematiksel modelleme sürecinin sadece öğrenciler için değil öğretmenler için de “zor” olması ile açıklamıştır. Matematiksel modelleme problemleri açık, karmaşık ve gerçekçi problemlerdir (Maaß, 2006). Matematiksel modellemenin günlük yaşam bilgisi gerektirmesi ve modelleme ile matematik öğretiminde öğretimin açık uçlu ve az tahmin edilebilir olması da modellemenin derslerde kullanımını öğretmenler için zor hale getirmektedir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009). Doerr (2007) ilk ve orta düzeylerdeki okullarda matematiksel modellemenin sınırlı düzeyde kullanılmasının sebeplerinden birinin öğretmenlerdeki bilgi eksikliği olduğuna dikkat çekmiştir. Borromeo-Ferri ve Blum (2013) ise öğretmenlerin matematiksel modellemeye sınıflarında yer vermelerine materyal, zaman ve değerlendirme sürecinin üç temel engel olduğunu ifade etmiştir.

## 1.2. Modelleme Problemlerinin Uygulanmasında Öğretmen Rolü, Bilgisi ve Müdahaleleri

Kaliteli ve etkili matematiksel modelleme dersleri için öğretmenin birçok sorumluluğu vardır ve matematiksel modelleme ile öğretim öğretmenler için emek isteyen, zahmetli bir süreçtir (Borromeo-Ferri, 2018). Matematiksel modelleme ile öğretim ortamında, öğretmenin bilgisi ve rolü, geleneksel matematik öğretiminde öğretmen bilgisine ve rolüne göre değişiklik göstermektedir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Doerr, 2007; Lingefjärd ve Meier, 2010; Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Matematiksel modelleme ile öğretim ortamında öğretmenin rolü, geleneksel öğretimdeki yol gösterici, yönetici, açıklayıcı, görev belirleyici, cevap verici rolünden farklı olarak kolaylaştırıcı, danışman, yönetici ve öğrencileri takip eden rolündedir (Burkhardt, Fraser, Coupland, Phillips, Pimm ve Ridgway, 1988’den akt., Burkhardt, 2006; Lingefjärd, 2006). Benzer şekilde öğrencinin rolü ise taklitçi ve cevap verici rolünden farklı olarak keşfedici, yönetici, açıklayıcı rolündedir (Burkhardt ve ark., 1988’den akt., Burkhardt, 2006).

Matematiksel modellemenin dayandığı farklı perspektiflere göre, çeşitli araştırmacılar (Blum, 2015; Borromeo-Ferri, 2014, 2018; Burkhardt, 2006; Doerr, 2007; Lesh ve Doerr, 2003; Zawojewski, Lesh ve English, 2003) modelleme problemlerinin sınıf içi uygulamalarında öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi ve becerileri ele almaktadır. Blum (2015) ve Borromeo-Ferri (2018) matematiksel modelleme ile öğretimde öğretmenin, öğrencilerin modelleme problemi üzerinde çalışması, sonuçlarını yansıtması ve sonuçlar üzerinde tartışması için yeterli öğrenme zamanını ayırması ve öğrencilerin hem bireysel olarak hem de grup içinde bilişsel olarak aktif olmasını sağlamasına vurgu yapmışlardır. Aynı zamanda modelleme etkinliklerinin uygulamalarındaki grup çalışması sürecinde, öğretmenin her bir grubun süreci ve öğrenci hataları ile yapıcı bir şekilde ilgilenmesi gerektiğinin önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Burkhardt (2006) ise modellemenin öğretiminde öğretmenlerin sahip olması gereken ekstra becerileri (i) öğrencilerin öğretmenden onay beklemeden kendi fikirlerinin doğruluğuna karar vermede sorumlu hissetmelerini sağlamak için destekleyici şekilde sınıf tartışmalarını yürütmesini sağlamak, (ii) öğrencilerin soruyu baştan sona çözebilmeleri için güven ve destek vermeyi sağlamak, (iii) öğrencilere detaylı öneri vermeden stratejik bir rehberlik ve destek sağlamak ve (iv) öğrencilerin ilerleyebilmesi için tamamlayıcı sorular sormak olarak açıklamıştır. Borromeo-Ferri (2014), matematiksel modelleme ile öğretimde öğretmenin sorumluluklarını, teorik boyut, etkinlik (görev) boyutu, öğretimsel boyut ve tanı boyutu olarak dört boyutta ele almıştır. Borromeo-Ferri (2014), teorik boyut kapsamında, öğretmenin modelleme döngülerini, modelleme perspektiflerini, modelleme etkinliklerinin türlerini bilmesi gerektiğini ifade ederken etkinlik (görev) boyutunda modelleme etkinliklerinin farklı çözüm yollarının olduğunu ve modelleme etkinliklerini geliştirmeyi bilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğretim boyutunda, modelleme etkinlikleri ile dersleri planlamayı, uygulamayı ve uygulama sürecinde öğretmen müdahalelerini ve desteklerini bilmesi gerektiğini, tanı boyutunda ise modelleme sürecinin her bir aşamasında öğrenci hatalarını fark edebilmesi gerektiğini belirtmiştir. Doerr (2007) öğrencilerin ortaya koyabileceği farklı yaklaşımlara yönelik öğretmenin derin ve geniş bir anlamaya sahip olmasının gerekliliğini öğretmenin sahip olması gereken temel pedagojik bilgilerden bir tanesi olarak açıklamıştır. Bu kapsamda Doerr (2007, s. 77), öğretmenin (i) öngörülen belirsizlikleri dinleyebilmesi, (ii) öğrenci düşüncelerinin yararlı temsillerini sunabilmesi, (iii) beklenmeyen yaklaşımları duyabilmesi ve (iv) öğrencilerin diğer gösterimlerle bağlantı kurabilmesi şeklinde sahip olması gereken dört pedagojik bilgiye vurgu yapmıştır. Öğretmenin sahip olması gereken ikinci temel pedagojik bilgi olarak ise Doerr

(2007) öğretmenin öğrencileri değerlendirmek yerine, öğrencilerin modellerini kendilerinin revize edebileceği ve iyileştirebileceği ortam sağlaması gerektiğine vurgu yapmıştır.

Diğer taraftan, matematiksel modellemenin kullanıldığı bir matematik öğretimi anlayışında, öğretmenin uygulama sürecindeki müdahaleleri sürecin önemli bir parçasını oluşturur (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Borromeo-Ferri, 2018). Öğrenciler modelleme problemlerini çözerken, öğrencilerin modelleme süreçlerini destekleyebilmek için öğretmen ne tür bir müdahalede bulunması gerektiğine iyi karar vermelidir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Borromeo-Ferri, 2018). Leiß (2005, s. 87), öğrencilerin bağımsız olarak modelleme etkinlikleri ile çalışma sürecinde başarılı olabilmeleri için öğrencilere yardımcı olabilecek öğretmen müdahalelerini şu şekilde açıklamıştır: (1) Öğretmen öğrencilerinin zihinsel olarak durumun içine kendilerini koymalarını sağlamalıdır. Böylece öğrenciler için verilen problem durumuna uygun gerçek modeli oluşturmaları daha kolaydır. (2) Gerçekçi/otantik etkinliklerin sınıflarda uygulamaları, öğrencilerin bazı özel gerçek yaşam bilgilerine ihtiyaç duymalarını gerektirir. Bu sebeple öğretmenler öğrencilerini eksik bilgilere ulaşmaları için temel bir tutum geliştirmelerine yönelik desteklemelidir. (3) Problemin özüne ulaşmak için, öğrenciler her zaman çözüm süreçleri üzerinde düşünmeye cesaretlendirilmelidir. Diğer taraftan, Leiss (2007) öğretmen müdahalelerini, seviyesi, amacı ve müdahalenin başlatıcısına göre üç başlık altında ele almıştır. Müdahalenin seviyesini “içerikle ilgili, stratejik, duyuşsal ve organizasyonel” olmak üzere dört kategoride, amacını “tanı koyma, değerlendirme/geri dönüt, dolaylı tavsiye, doğrudan tavsiye ve bilinçli müdahale etmeme” şeklinde beş kategoride, başlatıcısını ise “istila eden (*invasive*) ve karşılık veren (*responsive*)” şeklinde iki kategoride açıklamıştır (akt., Borromeo-Ferri, 2018).

Tropper ve ark. (2015) ise farklı uygulama ve modelleme çalışmalarında öğretmenin rolünün ne olması gerektiği sorusunun henüz tatmin edici şekilde cevaplandırılmadığını, çünkü öğretmenlerin öğrencilerin modelleme süreçleri ile karşılaştıklarında ne tür davranışlar sergiledikleri ile ilgili çok az çalışmanın bulunduğunu dile getirmişlerdir. Tropper ve arkadaşları (2015) çalışmalarında öğrenciler bir modelleme etkinliği üzerinde çalışırken, öğretmen öğrenci etkileşimine daha derinlemesine bir bakış sağlamayı ve öğretmen davranışlarının özelliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda modelleme sürecindeki öğrenci-öğretmen etkileşimi, öğretmen desteğinin nedenleri, alanı ve niyetine göre incelenmiştir. Tropper ve arkadaşlarının (2015) bulguları öğretmenlerin genelde öğrencilerin belli problemlerini tespit etmek yerine, süreci yönetmeyi istediğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda, öğretmenlerin içerikle ilişkin desteklerinin en baskın destek olduğunu ve stratejik desteğin çok nadir şekilde öğretmenler tarafından ele alındığını göstermiştir. Öğretmenlerin tanı koyma amaçlı ifadelerinin ise en az olduğunu ortaya koymuştur. Stender ve Kaiser (2015) ise yapı iskelesi teorik (scaffolding) çerçevesini kullanarak 10 öğretmen adayının öğretmen rolünde çalışırken, öğrencilerin modelleme etkinliklerini bağımsız olarak gerçekleştirmelerini teşvik etmek için hangi tür yapı iskelesi ve müdahale türlerinin yeterli olduğunu araştırmıştır. Stender ve Kaiser’in (2015) çalışmasında yer alan 10 öğretmen adayını seminerler aracılığıyla çalışma başlamadan önce eğitim almışlardır. Öğretmen adaylarının öğrencilerle geçirdiği tüm süreç öğretmenlerin başarılı ve başarısız müdahalelerini araştırmak için analiz edilmiştir. Stender ve Kaiser’in (2015) bulguları öğretmen adaylarının müdahalelerinin büyük çoğunluğunun stratejik yardım veya stratejik-içerik yardımı olduğunu göstermiş ve öğretmen adaylarının çalışma öncesinde aldığı eğitimin müdahale süreçlerindeki tercihlerinde önemli olduğuna dikkat çekmiştir. Aynı zamanda, öğretmenin öğrencilere çalışmalarının durumunu sormasının hem detaylı tanı koyabilmek için öğretmene zaman ve bilgi vermesi hem de öğrencilere kendi sonuçlarını yansıtmaya zorlaması açısından çok yararlı ve uygulaması kolay bir destek olduğunu göstermiştir.

Son yıllarda matematiksel modelleme üzerine farklı sınıf düzeylerinde gerçekleştirilen ulusal çalışmaların sayısı oldukça artmış olsa da özellikle öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarına yönelik yapılan matematiksel modelleme çalışmaları (Aydoğan-Yenmez, Erbas, Alacaci, Cakiroglu ve Cetinkaya, 2017; Aydoğan-Yenmez, Erbas, Cakiroglu, Alacaci ve Cetinkaya, 2017; Deniz ve Akgün, 2017; Sağiroğlu ve Karataş, 2018; Şahin ve Eraslan, 2018) henüz sınırlı düzeydedir. Matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamalarına yönelik yapılan çalışmalardan, Aydoğan-Yenmez, Erbas,

Alacaci, Cakiroglu ve Cetinkaya (2017) modellemeyi sınıf ortamında kullanırken öğretmenlerin bilgilerinin nasıl şekillendiğini ve değiştiğini modelleme perspektifinde ders imecesine dayalı mesleki gelişim etkinlikleri aracılığıyla incelemiştir. Bu mesleki gelişim yaklaşımı kapsamında, her bir uygulamadan önce, çalışmaya katılan dört matematik öğretmeni bir araya gelerek modelleme etkinliğini ve hazırladıkları uygulama (ders) planlarını tartıştıkları uygulama öncesi toplantılar gerçekleştirmişlerdir. Her bir modelleme etkinliğini sınıflarında uyguladıktan sonra öğretmenler aldıkları gözlem notları ve öğrenci çözüm kağıtlarına dayalı uygulama sonrası toplantılar gerçekleştirmişlerdir. Aydoğan-Yenmez ve arkadaşlarının (2017) bulguları modelleme perspektifine dayalı mesleki gelişim etkinliklerinin öğretmenlerin sınıf ortamını yönetme, uygulamayı tanıtmaya, modelleme etkinliklerini ve ısındırma etkinliklerini anlama, grup sunumlarını organize etme, uygulamayı sonlandırma ile ilgili pedagojik stratejilerinin gelişimine önemli katkıları olduğunu ortaya koymuştur. Sağiroğlu ve Karataş (2018) ise çalışmasında beş ortaöğretim matematik öğretmenin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve sınıf ortamında uygulayabilme yeterliklerini incelemiştir. Sağiroğlu ve Karataş'ın (2018) bulguları hem öğretmenlerin modelleme etkinliği oluşturma yeterliliğinin düşük olduğunu hem de uygulama sürecinde zorlandıklarını, çeşitli aksaklıklarla karşılaştıklarını ve öğrencilerin modelleme basamaklarını takip edecek şekilde müdahalelerde bulunamadıklarını göstermiştir. Aynı zamanda bulgular, uygulamadan önce ön hazırlık yapmayan öğretmenlerin, derse girdikten sonra uygulama ortamını hazırlama ve uygulama süreçlerinde aksaklıklar olduğunu ortaya koymuştur. Öğrenciler uygulama sürecinde grup olarak çalışmış olsalar da bazı grupların ortak grup raporu oluşturmak yerine çözümlerini ayrı ayrı yaptıkları ve öğretmenlerin de bu duruma yönelik herhangi bir müdahalesi olmadığını göstermiştir. Bazı öğretmenlerin ise öğrencilerin modelleme basamaklarını takip etmemiş olduklarını, öğrencilerin bağımsız çalışmasına izin verirken öğrencilere hiç yardım etmemiş veya öğrencilerin anlamadığı yerlerde doğrudan bilgi aktarımı yapmış olduklarını ortaya koymuştur. Şahin ve Eraslan (2018) ise ilkökulda modelleme etkinliklerinin nasıl uygulanması gerektiğini, öğretmen ve öğrencinin rolü, sınıf organizasyonu, uygulama biçimi ve değerlendirme süreci kapsamında teorik olarak ele almıştır.

Diğer taraftan, matematiksel modellemenin öğretimde kullanımına yönelik öğretmenlerin görüşlerine dayalı olarak yapılan ulusal çalışmalar (Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık, 2013; Didiş-Kabar, 2017; Urhan ve Dost, 2016) incelendiğinde matematik öğretmenlerinin derslerinde matematiksel modellemeye yer vermedikleri görülmektedir. Bu çalışmalarda (Akgün ve ark., 2013; Didiş-Kabar, 2017; Urhan ve Dost, 2016), öğretmenler bunun bir sebebini matematiksel modelleme ile ilgili hem teorik hem de uygulamaya yönelik yeterli bilgilerinin olmadığı ile açıklamaktadır. Matematiksel modellemenin öğretmenler için yeni ve zor bir uygulama olması sebebiyle, ülkemizde de matematik öğretmenlerinin matematik derslerinde modellemeye yer verebilmeleri için sınıf ortamlarında uygulama süreci ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırılmasının ve sınıf içi uygulamalarının desteklenmesi önemlidir. Bu sebeple öğretmenlerin modelleme problemlerini sınıf içinde uygulamaları ile ilgili çalışmalar artırılmalı ve farklı uygulamalarda öğretmenlerin sınıf içindeki uygulamaları izlenerek, uygulama sürecindeki müdahaleleri tespit edilmelidir.

Bu çalışmada, iki ortaokul matematik öğretmenin bir matematiksel modelleme problemini kendi öğrencileri ile uygulama süreci; uygulamayı planlama ve uygulama sürecinde öğretmen müdahaleleri açısından incelenmiş ve öğretmenlerin ilk uygulama süreçlerine yönelik kendi değerlendirmelerine yer verilmiştir. Bu çalışma ile matematiksel modelleme problemini dersinde ilk kez uygulayan iki ortaokul matematik öğretmenin uygulama sürecini planlama, yürütme ve uygulama sürecindeki müdahalelerine yönelik tanı koyulacaktır. Dolayısıyla bu çalışma, öğretmenlerin uygulama süreci ve müdahale biçimleri ile ilgili farkındalık oluşturacak, aynı zamanda matematiksel modellenin sınıf içi uygulamalarına yönelik gerekli öğretmen bilgisi ve davranışlarına yönelik çalışmalara katkı sağlayacaktır. Bu çalışmaya aşağıdaki araştırma soruları yol göstermiştir.

1) Matematiksel modelleme problemini derslerinde ilk kez uygulayan iki öğretmenin modelleme problemini uygulama süreci nasıldır?

- Öğretmenler uygulamalarını nasıl planlamışlardır?

- Öğretmenler uygulamalarını nasıl yürütmüşlerdir?

2) Matematiksel modelleme problemini uygulamayı yürütme sürecinde iki öğretmenin müdahale biçimleri nasıldır?

3) Modelleme problemini uygulama sonrasında, iki öğretmen uygulama süreçlerini nasıl değerlendirmektedirler?

## 2. Yöntem

Durum çalışması bir duruma (veya olguya) odaklanılarak, durumun derinlemesine tanımlandığı (Merriam, 2002) ve olgu ile bağlam arasındaki sınırların açıkça belirgin olmadığı durumlarda, güncel bir olguyu gerçek yaşam bağlamında inceleyen araştırmadır (Yin, 2003). Bu çalışmada iki ortaokul matematik öğretmenin bir modelleme problemini sınıflarında kendi öğrencileri ile uygulama sürecine derinlemesine odaklanılmıştır. Bu araştırma öğretmenlerin uygulamayı planlamasını, uygulama sürecindeki müdahalelerini ve uygulama süreçlerine yönelik değerlendirmelerini derinlemesine inceleyen nitel bir durum çalışmasıdır.

### 2.1. Katılımcılar

Bu çalışma 2018-2019 eğitim öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın katılımcılarını biri Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan bir ilin merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunda, diğeri ise aynı ilin bir ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunda görev yapan iki ortaokul matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Katılımcı öğretmenlere ait bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Çalışmaya katılan öğretmenlere ait bilgiler

Öğretmen	Cinsiyet	Fakülte	Hizmet Yılı	Öğrenim Durumu
Tuğba	Kadın	Eğitim	7	Yüksek Lisans Yapıyor (Matematik Eğitimi)
Meral	Kadın	Eğitim	3	Yüksek Lisans Mezunu (Matematik Eğitimi)

Çalışmaya katılan öğretmenler amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örnekleme göre belirlenmiştir. Bu çalışmaya, çalışmanın gerçekleştirildiği ilde Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından düzenlenen bir projeye katılan ve eğitim programı kapsamında matematiksel modelleme alanında da teorik eğitim almış, diğeri bir ifadeyle matematiksel modelleme yaklaşımı ile temel düzeyde ön bilgisi olan iki matematik öğretmeni seçilmiştir. Matematiksel modelleme ile ilgili temel düzeyde teorik bir bilgiye sahip olan katılımcı öğretmenlerin, modelleme problemlerini gerçek sınıf ortamında uygulamaya yönelik hiçbir deneyimleri bulunmamaktadır. Öğretmenler ve öğrencileri çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır ve uygulamanın gerçekleşmesi için çalışmanın gerçekleştirildiği ilin Milli Eğitim Müdürlüğünden gerekli izinler alınmıştır.

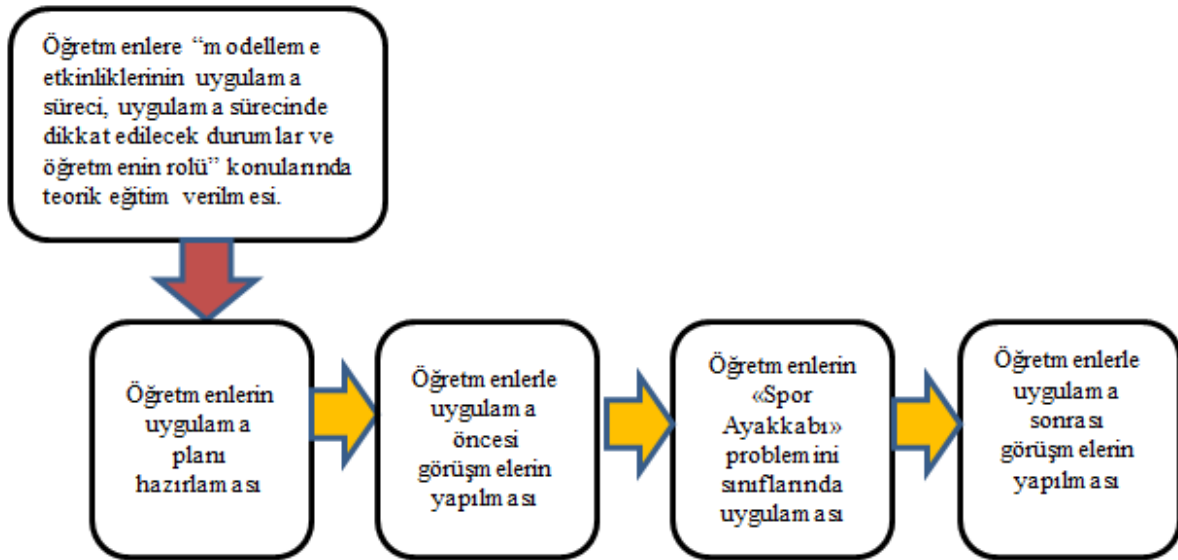
### 2.2. Veri Toplama Süreci ve Veri Toplama Araçları

Çalışmanın amacı kapsamında, Doerr ve English’in (2006) çalışmasında yer alan ve bu çalışmanın araştırmacıları tarafından Türkçe’ye çevrilen ve adapte edilen “Spor Ayakkabı” adlı modelleme problemi (bkz. Ek), matematik öğretmenleri tarafından sınıflarında uygulanmıştır. Spor Ayakkabı Problemi, spor ayakkabısı alırken öğrencilerin birden fazla kriterle karşılaştıkları bir durumda, bir sıralama (derecelendirme) sistemi geliştirmelerini gerektiren problemdir. Bu problem, kapsamlı bir çalışmanın bir parçası olarak sınıf içinde uygulanan ilk modelleme problemidir. Uygulanacak olan problemler, hem 5. sınıf hem de 7. sınıf öğrencilerinin seviyesine uygun olacak şekilde iki öğretmenin de görüşleri alınarak araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Belirlenen modelleme problemlerinin uygulama sırası ise bu çalışmaya katılan öğretmenler tarafından belirlenmiştir. Bu sebeple iki öğretmenin de ortak olarak belirlediği Spor Ayakkabı adlı problem ilk problem olarak uygulanmıştır. Problemin odaklandığı temel matematiksel kavramlar, sıralama, sıralanmış nicelikleri bir araya toplama, seçme ve sıralamaları ağırlıklandırmadır (Doerr ve English, 2006, s.11).

Tuğba öğretmen modelleme probleminin uygulamasını, okul derslerinin hemen bitiminde takip eden matematik kurs saatlerinde derse katılan 23, 5. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirmiştir. Meral öğretmen ise



matematik uygulamaları dersinde 20, 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirmiştir. Çalışmanın veri toplama süreci Şekil 1’de sunulduğu gibi gerçekleşmiştir. Öğretmenler problemin sınıf içi uygulamalarını gerçekleştirmeden bir hafta önce, öğretmenlere kendi okullarında, araştırmacılar tarafından “modelleme etkinliklerinin uygulama süreci, modelleme etkinliklerinin uygulama sürecinde dikkat edilecek durumlar, modelleme etkinliklerinin uygulama sürecinde öğretmenin rolü” konularını içeren bir buçuk saatlik teorik eğitim verilmiştir. Bu eğitimde öğretmenlere modelleme uygulamalarının planlama, uygulama ve değerlendirme (Bukova-Güzel, Tekin-Dede, Hıdıroğlu, Kula-Ünver ve Özaltun-Çelik, 2016) aşamaları hakkında bilgi verilmiştir. Modelleme etkinliklerinin tek başına bir problem çözme etkinliği olarak ele alınabileceği gibi, öncesinde ısındırma etkinliklerinin sunulabileceğinden bahsedilmiştir. Modelleme uygulamalarının planlama aşaması için, matematiksel modelleme üzerine tasarlanmış bir öğretmen eğitimi projesi kapsamında geliştirilen bir uygulama planı örneği üzerinde (Erbaş, Çetinkaya ve Çakıroğlu, 2013), uygulama süreci öğretmenlere tanıtılmıştır. Aynı zamanda, modelleme etkinliklerinin sınıf içinde kullanımında, yani uygulamanın başlangıcında, uygulama sürecinde ve uygulamanın sonunda öğretmen rolleri (Erbaş ve ark, 2016) açıklanmıştır. Diğer taraftan, uygulama esnasında öğrencilerin çalışmalarına rehberlik ederken öğretmen müdahalelerin öneminden bahsedilmiş ve birkaç farklı durum üzerinden öğretmenlerin ne tür müdahalelerinin bulunabileceği örnek olarak sunulmuştur.



Şekil 1. Öğretmenlerin uygulama süreci

Teorik eğitimi tamamladıktan sonra, öğretmenlerden eğitim kapsamında sunulan uygulama planından yararlanarak Spor Ayakkabı Problemi'nin uygulaması için bir uygulama planı hazırlamaları da istenmiştir.

Bu çalışmanın verileri, öğretmenlerin uygulama planı, uygulama planına bağlı olarak gerçekleştirilen uygulama öncesi yarı yapılandırılmış birebir görüşmeler, uygulama sürecinin ses ve video kayıtları ve uygulama sonrası yarı yapılandırılmış birebir görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Modelleme probleminin sınıf içi uygulamasını gerçekleştirmeden bir gün önce, hazırladıkları uygulama planına dayalı olarak öğretmenlerle uygulama öncesi birebir görüşmeler yapılmıştır. Uygulama öncesi görüşmelerde, öğretmenlere uygulama için ne kadar süre belirledikleri, bu süreyi uygulama sürecine nasıl dağıttıkları, öğrencilerin olası çözüm yaklaşımları, çözümlerinde karşılaştıkları olası zorlukları ve hataları ile ilgili beklentileri, grup çözümlerini nasıl sundurmayı planladıkları, uygulama sürecinde karşılaştıkları zorluklar için planladıkları önlemler sorulmuştur.

Spor Ayakkabı probleminin sınıf içi uygulama süreci, iki öğretmenin de planlaması doğrultusunda iki ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin sınıf içi uygulamaları video kaydı altına

alınmıştır. Aynı zamanda öğretmenlerin öğrencileri ile tüm diyaloglarını takip edebilmek için öğretmenlerde yaka mikrofonlu ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin grup çalışma süreçleri de ses kaydı altına alınmıştır.

Sınıf içi uygulamalarından sonra, öğretmenlerin uygulama süreçlerini değerlendirmeleri için öğretmenlerle uygulama sonrası görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrası görüşmelerde öğretmenlere, uygulama süreçlerini nasıl değerlendirdikleri, uygulamalarını başarılı bulup bulmadıkları, planladıkları süreyi nasıl kullandıkları, belirledikleri grup sayısı ve yapısının uygulama sürecindeki olumlu ve olumsuz yönleri, öğrencilerin çözüm yaklaşımları, hataları ve zorluklarına yönelik anlamaları ve tespitleri, öğrencilere ne tür sorular sordukları ve grup çözümlerini nasıl sundurdukları sorulmuştur.

### 2.3. Verilerin Analizi

Çalışmanın verileri çalışmanın amacı ve araştırma soruları kapsamında, öğretmenlerin uygulamayı planlama şekli, uygulama sürecindeki müdahaleleri ve uygulama sonrası değerlendirmeleri şeklinde üç aşama altında analiz edilmiştir. İlk aşamada, öğretmenler tarafından hazırlanan uygulama planı ve uygulama planına dayalı olarak yapılan birebir görüşmeler analiz edilmiştir. İkinci aşamada öğretmenlerin modelleme problemini sınıf içi uygulamaları, öğrencilerin modelleme problemi üzerinde çalışma süreci başlangıcından sunumlarını yapmaya başladıkları süreye kadar öğretmen müdahaleleri açısından analiz edilmiştir. Çalışmanın birinci ve ikinci aşamasının analizinde kuramsal çerçeveye bağlı içerik analizi kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek 2006, s.232). Verilerin analizinden önce ilk iki aşaması için bir kavramsal yapı oluşturulmuştur. Öğretmenlerin uygulama planları ve uygulama planına bağlı görüşmelerin analizinde, Borromeo-Ferri'nin (2018) çalışmasında yer alan "zaman, aşama, etkinlik ve kullanılan materyaller" kodlarından yararlanılmıştır. Öğretmenlerin uygulama sürecindeki müdahalelerinin analizi için alan yazındaki ilgili çalışmalardan (Leiß ve Wiegand, 2005; Leiss, 2007'den akt., Borromeo-Ferri, 2018; Tropper, 2015) elde edilen kategoriler ve kodlar kullanılarak, Tablo 2'de sunulan kodlama şeması hazırlanmıştır.

Üçüncü aşamada ise öğretmenlerin uygulama sonrası görüşmeleri betimsel olarak analiz edilmiştir. Bu doğrultuda, görüşme sorularında yer alan boyutlardan yola çıkarak veri analizi için bir çerçeve oluşturulmuştur. Bu çerçeveye göre veriler "öğretmenin uygulamayı planlama ve yürütme açısından değerlendirmesi, uygulama süresi açısından değerlendirmesi, oluşturduğu grup yapısı açısından değerlendirmesi ve uygulama sürecinde öğrencilerin yaşadığı zorluklar ve öğrenci çözüm yaklaşımları açısından değerlendirmesi" kategorileri altında incelenmiş ve düzenlenmiştir.

Araştırmanın inandırıcılığı (iç geçerliliği) derin odaklı veri toplama ve uzun süreli etkileşim ile sağlanmıştır. Araştırmanın verileri, uygulama öncesi ve sonrası görüşmeler, öğretmenlerin uygulama planları, uygulama sürecinin görüntü ve ses kayıtları aracılığı ile toplanarak hem çeşitli yollardan elde edilmiş hem de derin odaklı veriler toplanmıştır. Aynı zamanda, bu çalışmanın araştırmacılarından biri öğretmenlerin uygulama süreçlerinde sınıf ortamında bulunmuş, öğrenciler ve öğretmenler açısından uygulama ortamında gözlem yaparak uzun süreli etkileşim sağlamıştır. Araştırmanın aktarılabilişliğini (dış geçerliliği) sağlamak için verilerin elde edildiği ortama yönelik ayrıntılı betimleme yapılmıştır. Araştırmanın tutarlılığı (güvenilirlik) için ise hem veri toplama araçlarının oluşturulmasında hem de veri analizi sürecinde tutarlık incelemesi yapılmıştır.

Veriler bu araştırmanın iki araştırmacısı tarafından da her bir araştırma sorusu için oluşturulan kodlama listeleri kullanılarak ayrı ayrı kodlanmış ve araştırmacıların kod uyumu Miles ve Huberman'ın (1994) uyum yüzdesi formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Araştırmacıların kodlamaları arasında %85 uyum elde edilmiştir. Araştırmacılar aralarında var olan uyumsuzluklar üzerinde tartışılıp ortak kararlar alınarak giderilmiştir.

**Tablo 2.** Öğretmen müdahalelerine yönelik kategoriler, kodlar ve kodların açıklamaları\*

Kategoriler	Kodlar	Açıklamaları
Müdahale (Alan) Seviyesi	İçerikle İlgili	Modelleme süreci ve ilgili matematikle ilgili öğretmenin müdahalesi
	Stratejik	Modellemenin ve problem çözmenin genel yönleri ile ilgili öğretmenin müdahalesi. Örneğin, öğretmenin “Durumu basitleştirin; durumu gözünüzde canlandırın; bunu formüle aktarmaya çalışın; metni tekrar okuyun; bir çizim yapın; hala neler eksik? Bu sonuçlar gerçek yaşam durumunda anlamlı mı? şeklindeki müdahaleleri.
	Duyuşsal	Öğrencilerin zihinsel durumunu duyuşsal olarak etkilemeye çalışan müdahaleler
	Organizasyonla İlgili	Öğrenci çalışmalarının temel koşulları, grup etkileşimi ve sunumlarla ilgili müdahaleler
Müdahale Amacı	Tanı Koyma	Öğretmenin öğrencilerin çözüm süreçlerinin mevcut durumunu öğrenmesi ile ilgili müdahaleleri
	Değerlendirme/Geri Dönüt	Öğretmenin öğrencilere çözüm süreçleri ile ilgili, ileri düzeyde bilgilendirme ve düzeltme olmaksızın, geri dönüt vermesi (örneğin, evet, doğru yoldasınız)
	Dolaylı İpucu/fikir	Öğretmenin görüşüne göre öğrencilerin en iyi çözüm yolunu bulmalarına yardımcı olmak için öğretmenin ince ipuçları vermesi
	İpucu/Fikir	Öğretmenin öğrencilere gerekli açıklamaları ve bilgileri vermesi
Müdahalenin Başlatıcısı	Doğrudan İpucu/fikir	Öğrencilerin problemleri olmasına rağmen, öğretmenin müdahale etmemesi
	Bilinçli Müdahale Etmeme	Öğrencilerin çözüm süreçlerine müdahale etmek için öğretmenin kendi girişimi
	Öğretmenin Kendi Girişimi	Öğretmene açıkça fikrini sormak için öğrencinin kendi girişimi
	Karşılık Veren (Öğrencinin girişimi)	

\*Leiß ve Wiegand (2005), Leiss (2007) akt., Borromeo-Ferri (2018) ve Tropper ve ark.’nın (2015) çalışmalarından elde edilen kategoriler ve kodlar kullanılarak hazırlanmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Öğretmenlerin Uygulamayı Planlama ve Uygulama Süreci

Öğretmenlerin uygulama planlarının ve uygulama öncesi görüşmelerinin analizi iki öğretmenin de modelleme probleminin uygulaması için planlama, uygulama ve sunum olacak şekilde üç aşamalı, 80 dakikalık bir uygulama planı hazırlamış olduklarını göstermiştir. İki öğretmenin uygulama sürecini nasıl yöneteceklerine dair planlarının benzer olduğu görülürken, uygulama planlarının aşamalarına ayırdıkları zamanlarda ve uygulama süreçlerinde bazı farklılıklar olduğu görülmüştür. 5. sınıf öğrencileri ile uygulamayı yürüten Tuğba öğretmenin uygulama planı ve uygulama süreci Tablo 3’te sunulduğu gibi olmuştur.

Tablo 3’te sunulduğu gibi Tuğba öğretmen uygulama planında 80 dakika olarak belirlediği uygulamasını, uygulama öncesi için 10 dakika, uygulama süreci için 40 dakika ve uygulama sonrası sunumlar ve dersi toplamak için 30 dakika olacak şekilde planlamıştır. Uygulamasını ise planladığı bu sürelerle neredeyse tam olarak uygun şekilde gerçekleştirmiştir.

**Tablo 3.** Tuğba öğretmenin uygulamayı planlama ve uygulama süreci

Aşama	Zaman	Etkinlik	Kullanılan Materyaller
	Planlanan	Uygulanan	
Uygulama Öncesi	Derste yapılacakların açıklanması için planlanan süre 10dk	Uygulama düzeninin oluşturulması 5 dk	Öğretmenin uygulama ortamını düzenlemesi ve grupları oluşturması Isındırma etkinliğini yapması Derste yapılacakları açıklaması Modelleme etkinlik kâğıtlarını öğrencilere dağıtması
		Isındırma etkinliğinin uygulanması 3dk	
		Uygulama sürecinde yapılacakların açıklanması 2dk	
Uygulama Süreci	Problemin çözülmesi için planlanan süre 40dk	Problemin çözülmesi için ayrılan süre 40dk	Öğrencilerin bireysel ve grup olarak problem üzerinde çalışması ve posterlerini oluşturması
Sunum /Geri Dönüt	Sunumlar için planlanan süre 18 dk Dersi toparlamak için planlanan süre 12 dk	Grupların sunumları için ayrılan süre 20dk	Tüm grupların sunumlarını yapması Çözüm yolları üzerinde tartışma, geri bildirim verme ve dersi toparlamak için ayrılan süre
		Öğretmen rehberliğin de ortak yöntem belirleme 10dk Toparlama-kapanış 1dk	

Modelleme problemini 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştiren Meral öğretmenin ise uygulamayı planlama ve uygulamayı yürütme süreci Tablo 4'te sunulduğu gibi olmuştur.

**Tablo 4.** Meral öğretmenin uygulamayı planlama ve uygulama süreci

Aşama	Zaman	Etkinlik	Kullanılan Materyaller
	Planlanan	Uygulanan	
Uygulama Öncesi	Derste yapılacakların açıklanması için planlanan süre 10dk	Uygulama sürecinde yapılacakların açıklanması için ayrılan süre 6dk	Öğretmenin modelleme etkinlik kâğıtlarını öğrencilere dağıtması ve derste yapılacakları açıklaması
Uygulama Süreci	Problemin çözülmesi için planlanan süre 35dk	Problemin çözülmesi için ayrılan süre 43dk	Öğrencilerin bireysel ve grup olarak problem üzerinde çalışması ve posterlerini oluşturması
Sunum /Geri Dönüt	Sunumlar için planlanan süre 25dk Dersi toparlamak için planlanan süre 10dk	Grupların sunumu için ayrılan süre 32dk	Tüm grupların sunum yapması Çözüm yolları üzerinde tartışma, geri bildirim verme ve dersi toparlama
		Toparlama- kapanış için ayrılan süre 2dk	

Tablo 4'te sunulduğu gibi Meral öğretmen de uygulama planında 80 dakika olarak belirlediği uygulamasını, uygulama öncesi için 10 dakika, uygulama süreci için 35 dakika ve uygulama sonrası sunumlar ve dersi toparlamak için 35 dakika olacak şekilde planlamıştır. Uygulamasını ise planladığı bu sürelerle yakın bir şekilde gerçekleştirmiştir. Meral öğretmenin uygulama öncesi yapılacaklar için

planladığından daha az bir süre kullandığı görülürken, uygulama süreci için ise planladığından biraz daha fazla zaman kullandığı görülmüştür.

Tuğba öğretmen, Meral öğretmenden farklı olarak uygulama öncesinde öğrencileri hem alışık olmadıkları türde olan modelleme problemine hem de problemde geçen “kriter” kelimesine ısındırmak için, bir ısındırma etkinliği planlamış ve uygulamaya başlamadan önce bu etkinliği gerçekleştirmiştir.

Özet olarak, iki öğretmen de uygulamalarını hazırladıkları uygulama planı ile uyumlu olarak gerçekleştirmeye çalışmışlardır. İki öğretmenin uygulama süreci arasında farklılıklar olsa da, ikisi de uygulama ortamını hazırlama, öğrencilerin çalışma şeklini planlama, öğrenci çözümlerinin sunuş şeklini planlama ve sunumların tartışılması şeklinde modelleme uygulamalarında öğretmenlerin dikkate alması gereken görevleri yerine getirmişlerdir.

### 3.2. Matematiksel Modelleme Problemini Uygulama Sürecinde Öğretmenlerin Müdahaleleri

Öğretmenlerin modelleme problemini uygulama sürecinin analizi, öğretmenlerin Tablo 5’te sunulan müdahalelerde bulduklarını göstermiştir.

**Tablo 5.** Öğretmenlerin uygulama sürecindeki müdahale amacı, müdahale alanı ve müdahaleyi başlatma şekilleri

Öğretmen Müdahaleleri		Tuğba Öğretmen	Meral Öğretmen
Müdahale Amacı	Tanı Koyma	√	√
	Değerlendirme/Geri Dönüt	-	-
	Dolaylı İpucu/Fikir	√	-
	Doğrudan İpucu/Fikir	√	√
	Bilinçli Müdahale Etmeme	√	√
Müdahale Alanı	İçerikle İlgili	-	-
	Stratejik	√	-
	Duyuşsal	√	√
	Organizasyonla İlgili	√	√
Müdahalenin Başlatıcısı	Öğretmenin Kendi Girişimi	√	√
	Karşılık Veren (Öğrencinin Girişimi)	√	√

#### 3.2.1. Müdahale amacı

Tuğba öğretmenin modelleme problemini uygulama sürecinin analizi, öğretmenin müdahale amacının genellikle tanı koymaya yönelik olduğunu ortaya koymuştur (bkz. Tablo 5). Tuğba öğretmen, öğrencilerin çözüm sürecinin mevcut durumunu öğrenmek için öğrencilere hem bireysel fikirlerinin hem de grup fikirlerinin ne olduğuna yönelik sorular sormuştur. Tuğba öğretmenin tanı koymaya yönelik müdahalesine örnek olarak, öğrenci gruplarından bir tanesi ile yaptığı diyalog aşağıda sunulmuştur.

*Tuğba Öğretmen (TÖ): Ne yaptınız anlatın bakalım? Neymiş kararınız anlatın bakalım? [Öğretmen grup fikrini soruyor]*

*Öğrenci: Ayakkabı rengi, numarası, modeli, kalitesi, fiyatı.*

*Öğrenci: İlk önce renklerine.*

*TÖ: Peki bunlar arasında hangisi senin için daha önemli? [Öğretmen erkek öğrencinin bireysel fikrini soruyor]*

*Öğrenci: Hocam bence ayakkabı numarası.*

*TÖ: Peki grup olarak hangisi daha önemli? [Öğretmen öğrencilerin grup fikrini soruyor]*

*Öğrenci: Hocam bence ayakkabı kalitesi veya kalitesiz olması.*

Yukarıda sunulan alıntıda da görüldüğü gibi Tuğba öğretmen, “Ne yaptınız anlatın bakalım?”, “Peki bunlar arasında hangisi senin için daha önemli?”, “Peki grup olarak hangisi daha önemli?”, “Hepiniz mi aynı şekilde yazdınız?” şeklinde sorular sorarak öğrencilerin hem bireysel hem de grup olarak nasıl düşündüklerine yönelik tanı koymaya çalışmıştır. Tuğba öğretmen tanı koyma dışında, dolaylı fikir (ipucu) verme amaçlı yaptığı müdahalelere de yer vermiştir. Tuğba öğretmen, öğrencilerin daha iyi bir fikir üretmeleri ve çözüm yolunu bulmalarına yardımcı olmak için doğrudan öğrencilerin düşünme süreçleri ile ilgili bilgi vermeden, öğrencilerin fikirleri üzerinde düşünmelerine yardımcı olacak ipuçları vermeye çalışmıştır. Tuğba öğretmen, öğrenciler fikirlerini söyledikçe öğrencilerin fikirlerine “evet, hayır, doğru” gibi ifadeler kullanmadan ve onların fikirlerini etkilemeden, öğrencilerin fikirlerini iyileştirmesine yönelik sorular yönlendirerek dolaylı yoldan fikirler vermeye çalışmıştır. Aşağıda sunulan alıntıda görüldüğü gibi, Tuğba öğretmen, öğrenciler “Bot da giyebilir. Kişinin kararlarına göre. Spor ayakkabı giyebilir bazen” şeklinde düşüncelerini söylediğinde, “Kışın spor ayakkabı giymesi için nasıl olması gerekir, spor ayakkabının özelliklerinin?”, “Tüylü olursa yazın giyebilir mi?” ve “Peki herkes topuklu ayakkabı giyebilir mi?” şeklinde öğrencilere dolaylı sorular yönelterek öğrencilerin daha ileri düzeyde genellenebilir fikirleri olması için düşünmelerine yardımcı olmaya çalışmıştır.

Öğrenci: Hocam karar verdik.

Öğrenci: Hocam kışın mesela babet de giyer insanlar.

Öğrenci: Hocam şöyle herkes kışın bot giymek zorunda değil illa.

TÖ: Kışın? Arkadaşlar kışın ne giyecek, kışın bot giymezse ne giyecek diyor mesela?

Öğrenci: Bot da giyebilir. Kişinin kararlarına göre. Spor ayakkabı giyebilir bazen.

TÖ: Kışın spor ayakkabı giymesi için nasıl olması gerekir, spor ayakkabının özelliklerinin?

Öğrenci: Su geçirmemesi lazım.

Öğrenci: Tüylü olması lazım.

TÖ: Tüylü olursa yazın giyebilir mi?

Öğrenci: Hayır.

TÖ: O zaman?

Öğrenci: Ayakkabı numarasına bakarız ve de...

Öğrenci: Hocam, hem su geçirmemesi lazım hem topuğunun biraz uzun olması lazım.

TÖ: Peki herkes topuklu ayakkabı giyebilir mi?

Öğrenci: Hayır.

TÖ: Biraz daha topuklu olması rahat mı insanlar için?

Öğrenci: Topuğunun şu kadar filan olması.

Diğer taraftan ise Tuğba öğretmenin, bir tanesi öğrencilerin grup kararlarını belirlemelerine yönelik olmak üzere iki kez öğrencilerin yöntemlerini (sıralamalarını) açıklamalarına yönelik doğrudan fikir verdiği görülmüştür. Aşağıdaki alıntı da sunulduğu gibi, öğrencilerin ortak bir grup kararı alamadıklarını gözlemleyen Tuğba öğretmen öğrencilere bir yöntem kullanmaları gerektiğini açıklayarak, öğrencilerin grup kararları ile ilgili nasıl bir yol izlemeleri gerektiğine yönelik doğrudan bir fikir vermiştir.

TÖ: Hepiniz için aynı mı? Yani bedenine uygun olunca alır mısın?

Öğrenci: Imm...Beğenmemiz.

TÖ: Bakın şimdi gene karar değişti.

Öğrenci: Hocam Esen bir beğeniyor, bir beğenmiyor, ne yapalım.

*TÖ: Bakın şimdi buralara yazdınız ya. Bir yerlerde bir yanlış oluyor demek ki. Mesela Esen bazen evet bazen hayır diyor, tam bir karar verememiş. Nasıl karar verdirmesini sağlıyorsunuz? Siz ikna edersiniz mesela. Nasıl bir yöntem kullanırsın diyor. O yöntemin nasıl olduğunu anlatın bana bir bakalım. Bunları sıralarken nasıl bir yöntem kullanırsınız?*

Bazı durumlarda ise Tuğba öğretmenin bilinçli olarak öğrencilerin soruları karşısında hiç müdahale etmediği görülmüştür. Tuğba öğretmen “öğrencilerin düşüncelerine müdahale etmeme; öğrencilerin raporlarını nasıl yazacaklarına müdahale etmeme ve öğrencilerin grup kararlarına müdahale etmeme” şeklinde üç farklı durumda bilinçli müdahale etmeme davranışı sergilemiştir. Tuğba öğretmen aşağıdaki alıntıda sunulduğu gibi öğrencilerin fikirlerini doğrulamak amacıyla sorduğu soruda, bu sorunun tek bir doğru cevabı olmadığını ve öğrencilerin kendi düşüncelerinin önemli olduğunu belirterek, öğrencilerin sorusu karşısında bilinçli olarak müdahalede bulunmamıştır.

*Öğrenciler: 2019 da yeni moda bir ayakkabı olarak yazdık da olur mu hocam?*

*TÖ: Siz nasıl istiyorsanız olur. Sizin istemeniz önemli. Üretici sizsiniz. Olur mu olmaz mı diye bir şey yok. Bu sorunun tek bir cevabı yok. Doğru cevabı diye bir şey de yok.*

Tuğba öğretmenin müdahale amacına benzer olarak Meral öğretmenin de en çok tanı koyma amaçlı müdahalelerde bulunduğu görülmüştür. Meral öğretmenin, değerlendirme/geri dönüt ve dolaylı yoldan fikir verme şeklinde müdahalelerde bulunmadığı ancak, birkaç kez doğrudan ipucu/fikir verme şeklinde müdahalelerde bulunduğu gözlenmiştir. Meral öğretmenin gruptan iki tanesi ile tanı koyma amaçlı gerçekleştirdiği diyalog aşağıdaki alıntılarda örnek olarak sunulmuştur.

*Meral Öğretmen (MÖ): Evet gençler. Hangi gruptayım ben. Prooflar grubundayım. Evet, şu anda hangi aşamadasınız ne yapıyorsunuz?*

*Öğrenci: Tartışıyoruz şu anda.*

*MÖ: Grup tartışmasına geçtiniz. Herkes bireysel olarak kaçır tane belirledi.*

*Öğrenci: 6,8,9*

*MÖ: 6,8,9. Güzel herkes yeterli sayıda belirlemiş. Peki, şimdi ne yapmayı planlıyorsunuz?*

*Öğrenci: Hocam şimdi biz herkesin yazdığını yazıyoruz buraya, ondan sonra tartışacağız?*

*Öğrenci: En çok düşünülen herkesin yazdığı kriterlere daha da önem vereceğiz*

*MÖ: Peki mantıksal çerçevenizi belirlediniz mi? Mantığınız ne? Dayanağınız ne? Nereden çıktınız da bu kriterleri belirlediniz?*

Yukarıda sunulan alıntıda da görüldüğü gibi Meral öğretmen gruplara “Şu an hangi aşamadasınız? Peki şimdi ne yapmayı planlıyorsunuz? Nasıl karar verdiniz? Mantığınız ne?” şeklinde sorular yönelterek öğrencilerin o anki düşünme süreçleri, nasıl fikirler geliştirdikleri ve nasıl ortak karar aldıkları ile ilgili tanı koymaya çalışmıştır. Aynı zamanda, Meral öğretmenin öğrencilere birkaç kez fikirlerini nasıl birleştirecekleri konusunda (oylama yapma-çoğunluğun dediğini alma) doğrudan fikir/ipucu verme müdahalesinde bulunduğu da görülmüştür. Diğer taraftan, Meral öğretmen de Tuğba öğretmen gibi genel olarak öğrencilerin düşünceleri ve raporlarını nasıl yazacakları konusunda öğrencilerden gelen sorulara bilinçli olarak müdahale etmemiş, kararı öğrencilere bırakmıştır.

### 3.2.2. Müdahale alanı

Tuğba öğretmenin müdahale alanı (seviyesi) en çok organizasyonla ilgili olmuşken, içerik ile ilgili herhangi bir müdahalede bulunmadığı görülmüştür. Aşağıdaki alıntıda da sunulduğu gibi, Tuğba öğretmenin organizasyonla ilgili müdahaleleri birçok kez öğrencilerin “kendi aralarında fikir birliğine varmaları”, “grup kararı vermeleri”, “bireysel fikirlerin yerine grup fikrinin önemli olduğuna” yönelik olmuştur.

Öğrenci: Hocam söylemiyorlar ki hiç fikirlerini.

TÖ: O zaman grup olarak nasıl olacak o iş? Siz grup musunuz şu an? Grup olanlar nasıl davranır?

Öğrenci: Hep bir arada.

Öğrenci: Hocam ben yazamıyorum.

TÖ: Yazmana gerek yok, fikirlerini söylemen gerekiyor hep bir arada, evet tartışıyorsunuz hadi bakalım.

Tuğba öğretmenin uygulama sürecinde birkaç kez de stratejik müdahalede bulunduğu görülmüştür. Öğretmenin stratejik olarak yaptığı müdahale, aşağıdaki alıntıda sunulduğu gibi ya “problem durumundan ne anladıklarına yönelik” ya da “öğrencilerin durumu gözünde canlandırmalarına yönelik” olmuştur.

TÖ: Siz içiniz ne anladınız problemde? Problem ne istiyor sizden? Amacımız ne problemde?

Öğrenci: Amacımız kriterleri belirlemek.

TÖ: Problemi okuduğunda ne anladın Sema?

Öğrenci: (Sema okuyor) Spor ayakkabı şirketi.

TÖ: Senin anladığını soruyorum?

Öğrenci: (Sema) Spor ayakkabılar konusunda bizden fikir almak istiyor.

Tuğba öğretmenin iki farklı yerde ise duyuşsal müdahalesi gözlemlenmiştir. Örneğin, gruplardan biri “Hocam bizim 12 tane oldu. Çok iyi kelimeler bulduk” şeklinde öğretmenlerine söylediklerinde, Tuğba öğretmen “güzel yaratıcı olmak” şeklindeki ifadesi ile öğrencilerini duyuşsal olarak desteklemiştir.

Meral öğretmenin de Tuğba öğretmen gibi, müdahale alanı en çok organizasyonla ilgili olmuştur. Meral öğretmenin içerikle ilgili ve stratejik müdahalelere yer vermediği görülmüştür. Meral öğretmen uygulama boyunca öğrencilere grup etkileşimleri, çözümlerini raporlamaları ve çözümlerinin sunumları ile ilgili müdahalelerde bulunmuştur. Öğrencilerden gelen sorular üzerine, Meral öğretmen öğrencilere sık sık herkesin “aktif olarak grup çalışmasına katılması gerektiği, çözümlerini raporlarken çözümlerinin dayandığı mantıksal çerçevelerini belirtmeleri gerektiği ve sunumlarını nasıl yapmaları gerektiği” konularında müdahalelerde bulunmuştur. Örneğin aşağıdaki alıntıda, öğrenciden sunum süreçleri ile ilgili gelen soru karşısında Meral öğretmenin müdahalesi sunulmaktadır.

Öğrenci: Hocam beraber mi sunum yapacak? Yoksa sadece sözcü mü sunum yapacak

MÖ: Sözcü sunum yapacak ama beraber çalışacaksınız o aşamaya kadar. En son sadece sözcü sunum yapacak.

Öğrenci: Hocam ben anlamadım. Raporu buraya nasıl yazacağız?

MÖ: Oraya değil, grup raporunuz ortak olacak ama en son yazacaksınız Muhammet.

Benzer şekilde başka bir gruptan Meral öğretmene rapor yazımını nasıl yapacakları ile ilgili gelen soru üzerine Meral öğretmenin müdahalesi aşağıdaki alıntıda sunulduğu gibi olmuştur.

Öğrenci: Hocam bir bakar mısınız? Hocam biz raporu hazırlarken nasıl yapacağız? Sıralayacak mıyız? Raporu kafamıza göre mi?

MÖ: Onu grubunuzla karar vermeni istiyorum işte. Bu kriterleri belirlerken ne düşündünüz? Dayanak noktanız neydi? Bunu yazmanızı istiyorum.

Öğrenci: Biz ayakkabıları alırken neye göre yazdığımızı...

Organizasyonla ilgili müdahalelerinin yanı sıra Meral öğretmenin duyuşsal müdahalelerde de bulunduğu görülmüştür. Meral öğretmen zaman zaman “İyi gidiyor mu, her şey yolunda mı, heyecan



yapılacak bir durum yok" şeklinde ifadeler kullanarak öğrencileri hem zihinsel hem de duyuşsal olarak uygulama sürecine motive etmeye çalışmıştır.

### 3.2.3. Müdahalenin başlatıcısı

Uygulama süreci boyunca, müdahalenin başlatıcısı olarak Tuğba öğretmenin kendi girişiminin, öğrencilerin müdahalenin başlatıcısı olmasına göre nispeten daha ağırlıklı olduğu gözlenmiştir. Tuğba öğretmen uygulama süreci boyunca, her grubu düzenli olarak gözlemlemiş ve gruplarla iletişim içinde olmuştur. Tuğba öğretmenin tanı koyma amaçlı yaptığı müdahalelerinde genelde müdahalenin başlatıcısı olduğu görülmüştür. Bazı durumlarda ise öğrenciler, öğretmen hiçbir soru sormadan direkt olarak kendi düşüncelerini paylaşarak veya öğretmenlerine sorular sorarak müdahalenin başlatıcısı olmuşlardır. Aşağıdaki alıntıda Tuğba öğretmenin gruplardan bir tanesinin yanına geldiğinde, öğrencinin girişimi ile Tuğba öğretmenin müdahalesine yönelik durum sunulmuştur.

*Öğrenci: Hangi mevsimse ona göre bir ayakkabı alırsız hocam?*

*TÖ: Siz içinüz ne anladınız problemde? Problem ne istiyor sizden? Amacımız ne problemde?*

*Öğrenci: Amacımız kriterleri belirlemek.*

*TÖ: Problemi okuduğunda ne anladın Selin?*

Meral öğretmen de Tuğba öğretmen gibi, uygulama sürecinde grupları dolaşarak grupların çalışma sürecini gözlemlemiş ve gruplarla iletişim içinde olmuştur. Ancak Meral öğretmenin, Tuğba öğretmene göre gruplarla iletişim sürecinin nispeten daha az olduğu gözlemlenmiştir. Meral öğretmenin uygulama sürecinde, Tuğba öğretmeninkinden farklı olarak müdahalenin başlatıcısı çoğunlukla öğrenciler olmuştur. Öğrenciler Meral öğretmene sık sık rapor yazma ve sunum yapma konuları ile ilgili sorular yönelmiş, Meral öğretmen de öğrencilerin bu soruları karşısında organizasyonla ilgili müdahalelerde bulunmuştur. Diğer taraftan ise, aşağıdaki diyalogda görüldüğü gibi, Meral öğretmenin tanı koyma amaçlı yaptığı müdahalelerinde müdahalenin başlatıcısı genellikle kendisi olmuştur.

*MÖ: Neler yaptınız? Peki, herkes bireysel olarak kaç tane çözüm önerisi getirdi?*

*Öğrenciler: Ben altı, ben beş, ben sekiz, altı.*

*Öğrenci: İlk başta ben şıklığına ve ayak numarasına bakarım.*

*MÖ: Peki ne yapmayı planlıyorsunuz şimdi?*

*Öğrenci: Hocam ben şimdi...*

*Öğrenci: Hepsini bir kâğıda yazıp...*

İki öğretmenin de uygulama sürecinde gruplarla olan iletişimi ve eğilim gösterdikleri müdahale yöntemleri, müdahalenin başlatıcısının öğretmenin girişimi mi yoksa öğrencilerin girişimi mi olduğu durumuna yön vermiştir.

### 3.3. Öğretmenlerin Uygulama Süreçlerini Değerlendirmeleri

#### 3.3.1. Planlama ve yürütme açısından değerlendirmeleri

Uygulama sonrası yapılan görüşmelerde, Tuğba öğretmen uygulama sürecinde bir takım olumsuz durumlar olsa da genel olarak uygulama sürecini başarılı bir şekilde yürütebildiği şeklinde bir değerlendirmede bulunmuştur. Tuğba öğretmen planladığı süreyi verimli kullanabilmesi açısından kendi uygulama sürecini olumlu olarak değerlendirmiştir. Tuğba öğretmen özellikle uygulamasının başlangıç kısmından öğrencilerin sunumlarını bitirdiği sürece kadar uygulama sürecinin kendisi açısından güzel geçtiğini düşünmektedir. Diğer taraftan ise, öğretmenin görevi olan öğrencilerle uygun bir yöntem belirleyip yeni bir liste hazırlamasının gerektiği uygulamanın son aşamasında, öğrencilerden yöntem geliştirmeye yönelik fikir gelmediği için öğrencileri çok doğru yönlendirememesini ve zamanı verimli kullanamamasını uygulama sürecinin olumsuz bir yanı olarak değerlendirmiştir. Öğrencilerin ilk defa bu tarz bir problemle karşılaştıkları ve rapor yazmanın ne

demek olduğunu anlamadıkları için çok soru sorduklarını uygulama sürecindeki diğer bir olumsuz durum olarak dile getirmiştir. Diğer taraftan uygulama sürecinin başka olumsuz bir yanı olarak da bir gruptaki öğrencilerin grup içi iletişimde problem yaşadığını ve başarısı düşük olan öğrencilerin grup çalışmasına katılmadığını dile getirmiştir. Aşağıdaki alıntıda Tuğba öğretmenin uygulamasına yönelik genel değerlendirmesi yer almaktadır.

*TÖ: Süre konusunda yeterli olduk belli başlı kriterler varsa eğer kendimize koyduğumuz. Öğrencilerin grup içerisinde iletişimini bir nebze olsun sağladık. Hepsinde başarılı olamasak da bu yüzde 50'nin üzerindediydi. Sadece yöntem kısmında bazı şeyleri 5. sınıf oldukları için algılayamamaları sıkıntı yarattı. En azından yöntem nedir? Matematiksel bir yöntem kullan dediğinde ne yapabileceklerini daha önceden bu tarz bir çalışmalar yapmış olsaydık ya da aşına olsalardı belki daha iyi cevaplar verebilirlerdi. Sonuç olarak yine de en sonunda o süre içerisinde kendilerine uygun bir şeyler çıkarttılar. Çok mükemmel olmasa da her grubun verecek bir cevabı vardı. Kendine göre bir mantığı vardı yani. O yüzden başarılı olduğumuzu düşünüyorum açıkçası.*

Meral öğretmen ise uygulamasını hem kendi yürüttüğü süreç açısından hem de öğrencilerin grup çalışma süreçleri ve süreyi verimli kullanmaları açısından olumlu olarak değerlendirmiştir. Meral öğretmenin değerlendirmesine göre kendisi uygulamayı planladığı gibi yönetebilmiş, öğrencileri de grup içinde iyi iletişim kurarak grup çalışmasını verimli bir şekilde sürdürmüş ve ortak ürünleri olan sunum posterlerini güzel bir şekilde hazırlamışlardır. Meral öğretmenin uygulama sürecine yönelik değerlendirilmesi aşağıdaki alıntıda örnek olarak sunulmaktadır.

*MÖ: Grup çalışmaları çok güzel geçti bence öğrencilerin. Hem sınıf huzurunu bozmayacak şekildeydi çalışmaları hem de gerçekten beraber çok iyi çalıştı tüm gruplarım. Hepsinin sunumları da hazırladıkları kriterler de gayet yerinde ve kendi gruplarına göre kendi kriterlerine göre haklıydı. Bu noktada beğendim öğrencilerimin çözümlerini. Kendilerini ifade etmelerini de çok beğendim. Burada tek dezavantajlı olabilecek durumumuz neydi? Sistemi belirlemede zorlandılar. Belli bir sistem kullandılar ama bu sistemi açıklamakta zorlandılar.*

Yukarıdaki alıntıda sunulduğu gibi Meral öğretmen, uygulamanın öğrenciler açısından olumsuz bir yanı olarak öğrencilerin problemin çözümünde bir sistem belirlemede zorlandıklarını, bir sistem kullansalar bile bunu açıklayamadıklarını ifade etmiştir. Öğretmen öğrencilerin yaşadıkları bu durumu ise öğrencilerinin yaptıkları uygulamaya yönelik bir farkındalıkları olmadığı ve kendilerini ifade edecek bir ön bilgi, ön hazırlık süreçlerinin olmadığı, bu sebeple de nasıl dile getireceklerini bilmedikleri ile ilişkilendirmiştir. Meral öğretmen uygulama sürecinin kendisi açısından olumsuz yönü olarak sadece bir gruba planladığından daha fazla yönlendirme yaptığını belirtmiştir. Meral öğretmen uygulama sürecinde kendisi açısından olumsuz olarak yaptığı değerlendirmeyi aşağıdaki alıntıda sunulduğu gibi ifade etmiştir.

*MÖ: Sadece bir gruba umduğumdan daha fazla yönlendirme yaptığım konusunda şüpheye düştüm. Bu grup sağ arka köşedeki grubumuz. Onların ismini hemen hatırlamaya çalışıyorum. Evet. "Süper zekâlar" grubu neyde zorlandılar? Şunda zorlandılar. Bizim söylediğimizden hep farklı bir kriteri öneriyor bir arkadaşımız gibi bir zorluk yaşadılar ve "sistem belirlemek nedir, sistemimiz neydi bizim, grupça ortak karar almamızı sağlayan ana unsurumuz neydi?" bunu belirlemede ve daha doğrusu anlamakta da zorlandılar. O gruba "bir tık fazla ipucu vermiş olabilir miyim?" diye düşündüm. Yani dedim ki bu seçeneği neye göre yaptınız, kriterlerinizi nasıl belirlediniz, bunu belirlerken kullandığınız süzgeciniz neydi? Hani öğrenciler sık sık bunu çözenizi istiyor, bunu amaçlıyor bu soru. Belki bir tık fazla açıklama yapmış olabilirim. Biraz daha geri durmam gerekiyordu.*

Diğer taraftan ise, Meral öğretmen uygulamaya başlamadan önce öğrencilerin süreyi yetiştirme konusunda sıkıntı yaşayacaklarını düşünmüş o yüzden de uygulama sürecinde sık sık öğrencilere zamanı hatırlattığını dile getirmiştir.

### 3.3.2. Planlanan süre (zaman yönetimi) ve grup yapısı açısından değerlendirmeleri

Tuğba öğretmen, uygulama öncesi süre kullanımına yönelik yaptığı planlamaya göre uygulama sürecini yönettiğini ve her bir aşama için ayırdığı zamanın bu problemin uygulama süreci için uygun olduğunu dile getirmiştir. Sadece bir sonraki uygulamada eğer problemin içinde öğretmenle öğrencilerin bir arada bir sistem üreteceği bir durum söz konusu olursa o kısma ait süreyi biraz daha uzun tutması gerektiğini düşündüğünü ifade etmiştir. Tuğba öğretmen uygulama için bir grup üç kişilik, diğer gruplar dört kişilik olacak şekilde, üçerli ve dörderli olarak öğrenci grupları oluşturmuştur. Bu grupları ise iki iyi, bir orta, bir düşük akademik başarı düzeyine sahip öğrencileri bir araya getirerek oluşturduğunu belirtmiştir. Oluşturduğu bu grup yapısının ise sadece bir grup için çok problem yarattığını dile getirmiştir. Fakat bazı gruplarda ise tam olarak olumsuz bir durum yaratmasa da rapor hazırlama ve yazma kısmında öğrencilerin grubun başarılı öğrencilerine görev verdiklerini, pasif öğrencilerin ise öne çıkamadığını dile getirmiştir. Tuğba öğretmenin grup yapısının olumsuz bir yanına yönelik açıklaması aşağıdaki alıntıda sunulduğu gibi olmuştur.

*TÖ: Şöyle bir olumsuz yönü vardı. Ama tam da olumsuzluk mudur acaba? Mesela daha önceden de konuşmuşuk aslında bunu, rapor yazım kısmında kimin yazacağına karar verme konusunda bazı gruplar bunu bana sordu. Kim yazsın ya da hangimiz yazalım falan diye. Ben "kendi adınıza karar vereceksiniz, siz bir grupsunuz" dedim. Bazıları gruptakiler de direkt beni seçtiler. Çünkü ben iyiyim, ben daha güzel yazıyorum. Yazdığım için benim". Yani zaten o çocuk her defasında normalde grubun içerisinde başarılı bir öğrenciydi. Yine aynı şekilde liderliğini devam ettirdi aslında. Ben diğerlerinin de mesela en azından pasif olan öğrencinin yazım aşamasında öne çıkmasını beklerdim. O şekilde olmadı. Yani lider olan ya da başarılı olan zaten hep bir şekilde biraz önde oluyor. O gibi sıkıntı olmuş olabilir diye düşünüyorum açıkçası.*

Meral öğretmen ise bu uygulama için planladığı süreyi uygulama sürecinde yaşadığı deneyime göre bir sonraki uygulamada biraz daha değiştirebileceğini ifade etmiştir. Uygulama sonunda, uygulamanın giriş kısmı olan öğrencilere uygulama sürecinde yapılacakların açıklanması için ayırdığı 10 dakikalık sürenin uzun olduğunu dolayısıyla 5 dakikanın öğrenciler için yeterli bir süre olduğunu aşağıdaki alıntıda ifade etmiştir.

*MÖ: Süre kullanımı giriş açıklaması için 10 dakika değil, 5 dakika yetmiş. Ben, kendi planımda 10 dakika diye açıklamalar için süre belirtmiştim. Ama 5 dakika da yeterli bir süre olacaktır diye düşünüyorum. Çünkü öğrenciler bir an önce soruyu okuyup başlama ihtiyacı duyuyorlar. Soruyu anlama, merakları da biraz baskın geldiği için giriş kısmını biraz daha kısaltırım diye düşünüyorum. Bir 5 dakika, yarı yarıya kısaltırım.*

Planlanan sürenin yanı sıra, Meral öğretmen de tüm gruplarını dörder kişilik heterojen gruplar olarak oluşturduğunu, yani sayısal becerileri iyi olan öğrencilerle sözel becerileri iyi olan öğrencileri bir araya getirerek grupları oluşturduğunu dile getirmiştir. Oluşturduğu bu grup yapısının ise sadece bir grup dışında diğer gruplarda olumlu olarak işlediğini dile getirmiştir. Meral öğretmenin belirlediği grup yapısı ve öğrencilerin çalışma süreçleri ile ilgili değerlendirmesi aşağıdaki alıntıda sunulduğu gibi olmuştur.

*MÖ: Sadece gruplardan bir tanesinde, grubumuzun içerisindeki kız öğrencilerimizden birisi grubundaki üç kişiden çok daha farklı fikirlere sahipti. Normalde kendi karakter yapısı da öyleydi o öğrencimizin. Biraz farklı aykırı fikirler çıkıyor ondan. Bu da grupta karar alma sürecini biraz zorlaştırdı, işleri uzadı yani. Onun dışında diğer gruplarımızın çalışmalarından memnun kaldım. Kişi sayılarının ben ideal olduğunu düşünüyorum. Beş kişi olsaydı grubun ortak bir karar alması, süreçlerini yönetmeleri daha uzun sürecekti. Çünkü yaş grupları itibarıyla ne kadar çok öğrenci olursa o kadar çok fikir, haliyle de o kadar çok karmaşa çıkıyor grubun içerisinde. O yüzden kişi sayısı, dört kişi yeterli. İdeal olduğunu düşünüyorum. Kız-erkek dengesini de mümkün olduğunca kurmaya çalıştım gruplarda. Çünkü erkekler çok olduğunda bazen biz senin lafını dinlemiyoruz diyebiliyorlar kız öğrencilere. Ya da tam tersi kızlar erkeklere üstün gelmeye çalışabiliyorlar. Hani bunu da en aza indirmeye gayret ettim. Mesela sözel yeteneği, sözel becerisi ya da*

*çizim yeteneği yüksek olan öğrencilerin de poster hazırlarken özellikle dizayn aşamasında grubuna oldukça yardımcı olduğunun da farkına vardım. O da beni sevindiren başka bir unsur oldu.*

3.3.3. Öğrencilerin yaşadıkları zorluklar ve çözümleri/çözüm yaklaşımları açısından değerlendirmeleri Tuğba öğretmen uygulama sürecinde öğrencilerin yaşadığı zorluk olarak “öğrencilerin grup içi iletişimi iyi kuramadıkları için problemin çözümünde bir yöntem geliştirmedikleri” durumunu dile getirmiştir.

*TÖ: Sıralamada bir önem derecesi yoktu, yani yöntem belirleme yoktu. Bunu belirlerken de kendi aralarında grup içi bir iletişim kurmadılar. Herkes kendinin ilk başta acaba şurası yanlış mıydı diye düşünüyorum şimdi de. Sürecin başlama kısmında ben beş dakika boyunca kendiniz okuyup ilk önce kendi cevaplarınızı oluşturun, demiştim. Acaba en başında hiç onu söylememem mi gerekiyordu? Çünkü kendiniz oluşturun dediğimde herkes kendi fikrini oluşturdu. Bu benim fikrim, dedi. Ben bunu sıraladım, o da onu sıraladı, dedi. Sonra kendileri bir araya gelip grup içerisinde bir yöntem, bir sıralama, yeni bir şey oluşturmazlar.*

Yukarıdaki alıntıda da yer verildiği gibi, Tuğba öğretmen öğrencilerin grup fikirlerini oluştururken, gruptaki herkesin kendi dediğini uygulamak istediğini bu sebeple de grup içerisinde bir yöntem, bir sıralama geliştiremediklerini ifade etmiştir. Bu durumun sebebini ise öğrencilerin daha öncesinde bir grubun birinci olduğu yarışma tarzında grup çalışmalarına alışık oldukları, bu tarz bir uygulamaya alışık olmadıkları ve problemde matematik yaptıklarını fark edememiş oldukları ile ilişkilendirmiştir. Diğer taraftan öğrencilerin çözümleri ile ilgili olarak, Tuğba öğretmen uygulama öncesinde öğrencilerin en azından puan vererek bir yöntem geliştireceklerini düşünmesine rağmen uygulama sürecinde hiç beklediği gibi olmadığını dile getirmiştir.

Meral öğretmen ise öğrencilerin problemin çözümünde dikkatini çeken bir zorluk veya hata ile karşılaşmadığını ancak öğrencilerin en çok “sistemden” ne kastedildiğini anlamadıklarını ve buna yönelik “Hocam bu olmuş mu sizce?”, Biz böyle yazıyoruz, ben böyle düşündüm.” şeklinde sorular sorduklarını dile getirmiştir. Aynı zamanda aşağıdaki alıntıda sunulduğu gibi uygulama öncesi öğrencilerin çözüm yaklaşımına yönelik beklentilerinin uygulama sürecinde ortaya çıkan çözümlerle genel olarak uyumlu olduğunu belirtmiştir.

*MÖ: Tahminen öğrencilerin uygulamadan önce de belli başlı belirlediğim kriterler hakkındaki fikirlerim tuttu. Sadece bir tek söylemediğim konfor konusu benim hiç aklıma gelmedi. Mesela ayakkabı numarasını da söylediler. Uygun ayakkabı numarasını bulamama şeklinde, bu aklıma gelmemiştii benim kendi yine çözümlerimi oluştururken uygulamadan önce. Onun dışında çoğu sürecimiz ortak gitti. Evet, öğrenciler hep günlük yaşam deneyimlerine bağlı kalarak karar vermeye çalıştıklarını, karar verirken kriterlerinin bu olduğunu, karar verme mekanizmalarının bu olduğunu belirttiler. Aşağı yukarı bu uygulamada tahminlerime yakın sonuçlar elde ettim yine.*

Diğer taraftan Meral öğretmen öğrencilerin çözümlerinde kendisini çok şaşırtan yaratıcı fikirler olmadığını, öğrencilerin çözümleri için belirlediği kriterlerin de aşağı yukarı birbirine yakın olduğunu dile getirmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada iki ortaokul matematik öğretmenin bir matematiksel modelleme problemini kendi öğrencileri ile uygulama süreci, uygulamayı planlama, uygulama sürecinde öğretmen müdahaleleri ve öğretmenlerin sınıf içi ilk uygulama süreçlerine yönelik kendi değerlendirmeleri açısından incelenmiştir.

Çalışmanın bulguları ilk olarak uygulamayı planlama açısından iki öğretmenin de benzer olarak 80 dakikalık bir süre kapsamında uygulamalarını planlayarak planlı bir şekilde uygulamayı yürüttüklerini ortaya koymuştur. Öğretmenlerin planlı bir şekilde uygulamayı yürütmelerinin temel sebeplerinden biri, uygulama öncesinde verilen teorik eğitim kapsamında modelleme etkinliklerinin uygulamasında uygulama planının yapılmasının öneminden bahsedilmesi ve örnek bir uygulama planının tanıtılması olarak gösterilebilir. İki öğretmen de modelleme problemini sınıflarında uygulamadan önce uygulama (ders) planı hazırlayarak, uygulama öncesi ön hazırlık, uygulama ve uygulamanın değerlendirme

süreci olacak şekilde üç aşama için de ayıracakları zamanları belirlemiş ve bu süreci nasıl yürüteceklerine dair planlama yapmışlardır. Uygulama sürecinde iki öğretmen de uygulama öncesinde planladıkları gibi 80 dakikalık çalışma süreçlerini nasıl yürütecekleri konusunda öğrencilerini bilgilendirmiş, öğrencilerin önce bireysel olarak çalışarak fikir üretmelerini, sonra grup çalışmasına geçmelerini belirtmiş ve çözümlerini bitirdiklerinde öğrencilere çözümlerini sundurmuşlardır. Bu bulgu Sağıroğlu ve Karataş'ın (2018) çalışmasına katılan ve hazırlıksız olarak modelleme problemini derslerinde uygulayan öğretmenlerin uygulama sürecinde birçok aksaklıkla karşılaşması bulgusundan farklılık göstermektedir. Bu çalışmaya katılan öğretmenlerin kısmi düzeyde teorik ön bilgilerinin olması ve uygulama planı hazırlayarak uygulamaya yönelik ön hazırlık yapmaları onların süreçte yaşayabilecekleri birçok aksaklığın önüne geçmesine yardımcı olmuştur. Aydoğan-Yenmez, Erbaş, Çakıroğlu, Alacacı ve Çetinkaya (2017) çalışmasında, öğretmenlerin modelleme etkinlikleri için uygulama planı yapma ve geliştirmelerinin, onlar için derslerini yansıtıcı şekilde planlayabilmelerini, öğrencilerini gözlemleyebilmelerini ve düşünme biçimlerine dikkat edebilmelerini sağlayan model ortaya çıkarıcı aktiviteler olarak hizmet edebileceğini vurgulamıştır. Aynı zamanda Borromeo-Ferri (2018) özellikle modelleme problemlerini derslerinde yeni uygulayan acemi öğretmenler için uygulama (ders) planının yararına dikkat çekmiştir. Diğer taraftan, uygulama (ders) planlarının farklı yaş gruplarına göre farklı bölümlerle yapılandırılabileceğinden fakat önemli olanın planların iyi bir modelleme dersinin kriterlerini içermesi gerektiğinden bahsetmiştir. Borromeo-Ferri (2018) ayrıca öğrencilerin tartışması ve sonuçlarını yazabilmeleri için öğretmenin yeterli zamanı planlamasının önemine dikkat çekmiştir. Bu çalışmada da ortaya çıktığı gibi, modelleme problemlerinin uygulanmasında uygulama planının hazırlanmasının öğretmenlerin uygulama sürecini daha kontrollü bir şekilde yürütebilmesine yardımcı olduğunun önemli olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, bulgular öğretmenlerin uygulama süreçlerinde bazı farklılıklar olduğunu da göstermiştir. Tuğba öğretmen, Meral öğretmenden farklı olarak öğrenciler modelleme problemini çözmeden önce kendi hazırladığı ısındırma etkinliğine yer vermiştir. Modelleme etkinlikleri tek başına bir problem çözme etkinliği olarak ele alınabileceği gibi, öncesinde ısındırma etkinliklerinin yer alması model geliştirme sürecinin bir aşaması olarak önerilmektedir (Lesh, Cramer, Doerr, Post ve Zawojewski, 2003). Isındırma etkinlikleri öğrencilerin problemleri matematiksel bir gözle okumalarına ve modelleme etkinliklerinin bağlamına ısındırmalarına yardımcı olmayı amaçlarken, öğrencilerin çözümlerinin de gerçek hayattaki bilgi ve deneyimlerine dayanmasını sağlar (Lesh ve ark., 2003, s. 45-46). Tuğba öğretmenin uygulama öncesi görüşmelerde ısındırma etkinliğini hem öğrencilerin ilgisini çekerek alışık olmadıkları problem durumuna ısındırmak hem de 5. sınıf öğrencilerinin yaşları ve anlama seviyelerini düşünerek onların problem durumunda geçen bir şeyi seçme düşüncesine hazırlamak için kullandığını belirtmiştir.

İkinci olarak, çalışmanın bulguları uygulama sürecinde sergiledikleri öğretmen müdahalelerinden müdahale amacı olarak iki öğretmenin de benzer şekilde en çok tanı koyma amaçlı müdahalelerde bulunduğunu göstermiştir. Fakat Tuğba öğretmenin, Meral öğretmenden farklı olarak çoğu kez öğrencilerin fikirlerini iyileştirmeleri için dolaylı fikir/ipucu vermeye yönelik müdahalelerde bulunduğu da gözlemlenmiştir. Diğer taraftan iki öğretmenin de müdahale alanı en çok organizasyonla ilgili olmuştur. İki öğretmenin de en çok organizasyonla ilgili müdahalelerde bulunmasının sebebi, iki farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin grup çalışması gerektiren bu tarz açık uçlu bir problem ile ilk deneyimi olması, grup çalışma sürecine, çözümlerini raporlama ve sunma sürecine alışık olmamaları olmuştur. Öğrenciler uygulama sürecinde öğretmenlerine en çok çözümlerini nasıl raporlayarak poster hazırlamaları ile çözümlerini nasıl sunmaları gerektiği konularında sorular sormuş ve bu sebeple öğretmenleri de öğrencilerin bu zorluklarına yönelik sık sık müdahale etme gereksinimi duymuşlardır. Öğretmenlerin uygulama sonrası yaptıkları değerlendirmelerde uygulama sürecinin kendileri için olumsuz yanı olarak belirttikleri bazı grupların grup içi iletişim problemi yaşamaları veya sorunun istediği sistem/yöntem geliştirmenin ne demek olduğunu anlamamalarına yönelik açıklamaları da öğretmenlerin neden en çok organizasyonla ilgili müdahalede bulduklarını destekler nitelikte olmuştur. Aynı zamanda iki öğretmenin de içerikle ilgili herhangi bir müdahalede bulunmadığı görülmüştür. Bu çalışmaya katılan öğretmenlerin içerikle ilgili müdahalelerinin hiç olmaması yönündeki bu bulgu, Tropper ve arkadaşlarının (2015) çalışmasına katılan öğretmenlerin içeriğe ilişkin

desteklerinin en baskın destek olduğu bulgusu ile farklılık göstermektedir. Bu çalışmaya katılan iki öğretmenin de içerikle ilgili müdahalede bulunmamasının temel sebeplerinden biri kullanılan problemin doğası ile ilgili olabilir. Bu çalışmada kullanılan problemin üst düzey matematiksel ve işlemsel bilgi gerektirmemesi ve öğrencilerin problemin çözümünde matematiksel bir zorlanma veya tıkanıklık yaşamaması sebebiyle, öğretmenler içerikle ilişkili olarak bir müdahale de bulunmaya ihtiyaç hissetmemiş olabilir. Farklı bir modelleme probleminin kullanılmasında, problemin doğasına göre, öğretmenlerin müdahale biçimleri farklılıklar gösterebilir. Bu durumun diğer bir sebebi ise öğretmenlerin ve öğrencilerin ilk uygulama deneyimleri olması nedeniyle öğretmenlerin uygulama sürecini yönetebilmek için organizasyonla ilgili durumlara odaklanmaları ile açıklanabilir. Bu sebeple gelecek çalışmalarda, öğretmenlerin farklı içeriklerde ve zorluk seviyesinde modelleme problemlerini sınıf ortamında uygulamaları ile öğretmenlerin uygulama süreçlerinin gelişiminin incelendiği uzun süreli araştırmalar yapılması önerilmektedir. Aynı zamanda, gelecek çalışmalarda, öğretmenlerin uyguladıkları veya uygulamadıkları müdahale biçimlerinin sebepleri kendi değerlendirmeleri açısından uygulama sonrası görüşmelerde detaylı olarak incelenebilir.

Diğer taraftan bulgular, bu çalışmaya katılan iki öğretmenin de müdahale alanı açısından stratejik müdahalelerdeki yetersizliklerini ortaya koymuştur. Tropper ve arkadaşlarının (2015) çalışmasında olduğu gibi, bu çalışmadaki uygulamalarda da stratejik müdahaleler çok nadir kullanılmıştır. Tuğba öğretmenin çok sınırlı düzeyde stratejik müdahalelerde bulunduğu gözlenirken, Meral öğretmenin herhangi bir stratejik müdahalesi gözlenmemiştir. Modelleme sürecinde öğrencilerin bağımsız çalışması esas olmasına rağmen öğretmenin öğrencileri tamamen rehbersiz bırakması söz konusu değildir ve öğretmenler öğrencilerin bağımsızlığını destekleyecek uygun müdahalelerde bulunmalıdır. Leiß (2005), modelleme etkinliklerinin çözüm sürecinde öğrencilerin bağımsız çalışarak başarılı olabilmeleri için öğretmenin öğrencilerinin zihinsel olarak durumun içine kendilerini koymalarını sağlamasına yönelik müdahalelerde bulunması gerektiğini dile getirmiştir. Stratejik müdahaleler, öğretmenin öğrencilerin modelleme süreçlerinde bağımsızlıklarını koruyarak kendi başlarına çözmeleri için önemli müdahalelerdir (Stender ve Kaiser, 2015; Tropper ve ark., 2015). Bu çalışmaya katılan öğretmenler matematiksel modellemede öğretmen bilgisi ve müdahaleleri ile ilgili bu çalışma kapsamında edindikleri çok sınırlı düzeyde bir bilgiye sahiptirler. Aynı zamanda ilk uygulamaları olması nedeniyle hem öğretmenler hem de öğrenciler için yabancı bir süreçtir. Bu sebeplerle öğretmenlerin stratejik müdahalelerle ilgili yetersizlikleri sürpriz bir sonuç değildir. Stender ve Kaiser (2015) çalışmalarında yer alan öğretmen adaylarının müdahalelerinin büyük çoğunluğunun stratejik müdahalelerde bulunduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılar bunun sebebini öğretmen adaylarının çalışma öncesinde aldığı eğitimin müdahale süreçlerindeki tercihlerine yansımaları ile ilişkilendirmişlerdir. Bu sebeple, öğretmenlerin uygulama sürecini verimli bir şekilde yürütebilmeleri ve uygun müdahalelerde bulunabilmeleri için matematiksel modelleme, modellemenin sınıf içi uygulamaları ve modelleme uygulamalarında öğretmen müdahaleleri ile ilgili kapsamlı bir teorik bilgiye sahip olması hem de sahip olduğu bilgiyi uygulaması önemlidir.

Üçüncü olarak, çalışmanın bulguları iki öğretmenin de uygulama sürecinde bazı olumsuz durumlarla karşılaşmış olsalar da ilk deneyimlerine göre uygulama süreçlerini hem kendileri hem de öğrencileri açısından başarılı olarak değerlendirdiklerini göstermiştir. Tuğba öğretmen planladığı uygulama süresini ve oluşturduğu grup yapısını uygulamasının olumlu yönleri olarak değerlendirirken, bir öğrenci grubunun grup içi iletişim problemi yaşamasını ise uygulamasının olumsuz yönü olarak değerlendirmiştir. Meral öğretmen de tüm grupların grup içinde iyi iletişim kurarak grup çalışmasını verimli bir şekilde sürdürmüş olmalarını ve ortak ürünleri olan sunum posterleri hazırlayarak sunabilmelerini uygulamasının olumlu yanı olarak değerlendirmiştir. Fakat öğrencilerin bir sistem geliştirmekte zorlanmasını uygulamasının öğrenciler açısından olumsuz bir yanı olarak değerlendirmiştir. Bu bulgular iki öğretmenin de öğrencilerin uyum içinde çalışarak çözüm üretmeye çalışmasını ve grup raporlarını içeren posterleri hazırlayabilmeleri ile sunum yapabilmelerini, uygulama sürecinin başarılı bir şekilde geçirildiğini hissetmek için kriterleri olduğunu göstermektedir. Bu çalışmaya katılan öğretmenlerin de değerlendirdiği gibi, iki farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin ilk defa modelleme problemleri üzerinde çalışıyor olmasına rağmen neredeyse hepsinin uygulama

sürecinde aktif rol almaya çalışması ve iyi bir grup içi iletişim kurarak bir ürün ortaya koyması açısından başarılı uygulamalar olduğu söylenebilir. Blum'un (2015, s. 83-85) ifade ettiği gibi, etkili ve öğrenci merkezli sınıf yönetimi ile öğrenenin bilişsel olarak etkinleştirilmesi, iyi bir matematiksel modelleme dersi için bazı temel kriterlerdir. Diğer taraftan ise Blum ve Borromeo-Ferri (2009) ve Borromeo-Ferri'nin (2018) vurguladığı gibi matematiksel modellemenin kullanıldığı bir matematik öğretimi anlayışında öğrencilerin modelleme süreçlerini destekleyebilmek için öğretmen ne tür bir müdahalede bulunması gerektiğine iyi karar vermelidir. Bu sebeple öğretmenlerin, uygulama süreçlerini kendi yaptıkları müdahaleler açısından da değerlendirebilmeleri ve eksikliklerini fark edebilmeleri önemlidir. Bu çalışmada ortaya koyulduğu gibi öğretmenlerin modelleme problemini sınıf ortamında uygulama sürecine yönelik hem pratiğe hem de desteğe ihtiyaçları vardır. Hizmet içi eğitimlerle teorik bilgilerin verilmesine ek olarak, öğretmenin duruma uygun müdahale biçimlerini geliştirebilmesi için de sınıf içi uygulama sürecinde öğretmenlerin uygulama süreçleri gözlenmeli ve öğretmenlere özellikle duruma uygun müdahale şekilleri hakkında dönütler sağlanmalıdır. Bu eğitimler Aydoğan-Yenmez, Erbaş, Çakiroğlu, Alacacı ve Çetinkaya'nın (2017) çalışmasında olduğu gibi, ders imcesi mesleki gelişim programlarında modelleme alanında uzman araştırmacılarla öğretmenlerin iş birliği sağlanarak yapılabilir. Aydoğan-Yenmez ve arkadaşları (2017) ders imcesi mesleki gelişim programını kullanarak öğretmenlerle araştırmacı iş birliği aracılığıyla modelleme perspektifini kullanarak modelleme ile öğretim yaparken öğretmenlerin pedagojik bilgilerinin gelişimini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda ise bu mesleki gelişim programının öğretmenlerin modelleme alanındaki pedagojik bilgilerine pozitif katkılarının olduğu ortaya koyulmuştur. Diğer taraftan, Borromeo-Ferri'nin (2018) önerdiği gibi, teorik bilginin yanında mesleki gelişim programları kapsamında öğretmenlere modelleme derslerinden alınan kısa video-klipler veya derslerin yazılı dökümleri kullanılarak eğitim verilebilir. Video-klipler ve yazılı dökümler üzerinde çalışarak öğretmenler müdahale biçimlerini sınıflandırabilirler ve verilen durumlarda hangi müdahale şekillerinin en uygun olduğuna karar vermeyi öğrenebilirler.

Bir modelleme problemi uygulaması kapsamında öğretmenlerin uygulama sürecinin incelenmiş olması ve kullanılan modelleme probleminin doğası bu çalışmanın sınırlılığıdır. Gelecek çalışmalarda, öğretmenlerin uygulama süreçlerinde modelleme uygulamalarına yönelik öğretmen bilgisi ve müdahaleleri ile ilgili gelişim süreci araştırılabilir.

### **Kaynakça**

- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z. ve Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(12), 1-34.
- Aydoğan-Yenmez, A., Erbaş, A. K., Alacacı, C., Çakiroğlu, E., & Çetinkaya, B. (2017). Evolution of mathematics teachers' pedagogical knowledge when they are teaching through modeling. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 5(4), 317-332.
- Aydoğan-Yenmez, A., Erbaş, A. K., Çakiroğlu, E., Alacacı, C., & Çetinkaya, B. (2017). Developing teachers' models for assessing students' competence in mathematical modelling through lesson study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(6), 895-912.
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? In S. J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th international congress on mathematical education* (pp. 73–96). New York, NY: Springer.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45–58.
- Borromeo-Ferri, R. (2014). Mathematical modeling—The teachers' responsibility. In B. Dickman, & A. Sanfratello (Eds.), *Proceedings of conference on mathematical modeling* (pp. 26–31). New York, NY: Teachers College, Columbia University.

- Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. New York: Springer.
- Borromeo-Ferri, R., & Blum, W. (2013). Barriers and motivations of primary teachers implementing modelling in mathematical lessons. In B. Ubuz, Ç. Haser, & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1000–1010). Ankara: Middle East Technical University.
- Bukova-Güzel, E. (Ed.). (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Burkhardt, H. (2006). Modelling in mathematics classrooms: Reflections on past developments and the future. *ZDM*, 38(2), 178-195.
- Burkhardt, H., Fraser, R., Coupland, J., Phillips, R., Pimm, D., & Ridgway, J. (1988). Learning activities & classroom roles with and without the microcomputer. *Journal of Mathematical Behavior*, 6, 305–338.
- Chan, E. C. M. (2008). Using model-eliciting activities for primary mathematics classrooms. *The Mathematics Educator*, 11(1), 47-66.
- Deniz, D. ve Akgün, L. (2017). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin tasarladıkları model oluşturma etkinliklerinin sınıflarda uygulanabilme süreçlerinin incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 166-183.
- Didiş-Kabar, M. G. (2017). Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ve modelleme etkinliklerinin matematik derslerinde kullanılması hakkındaki görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 118-128.
- Doerr, H. M. (2007). What knowledge do teachers need for teaching mathematics through applications and modeling? In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 69–78). New York, NY: Springer.
- Doerr, H. M., & English, L. D. (2006). Middle grade teachers' learning through students' engagement with modeling tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(1), 5-32.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Aydoğan-Yenmez, A., Şen-Zeytun, A., Korkmaz, H., Kertil, M., Didiş, M. G., Baş, S. ve Şahin, Z. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları*. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B. ve Çakıroğlu, E. (2013). *Ortaöğretim matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Hizmetiçi ve hizmetöncesi öğretmen eğitimi* (TÜBİTAK Proje No: 110K250). Yayınlanmamış rapor, TÜBİTAK.
- Leiß, D. (2005). Teacher intervention versus self-regulated learning?. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 24(2-3), 75-89.
- Leiss, D. (2007). *"Hilf mir es selbst zu tun": Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren*. Hildesheim: Franzbecker.
- Leiß, D., & Wiegand, B. (2005). A classification of teacher interventions in mathematics teaching. *ZDM*, 37(3), 240-245.
- Lesh, R., Cramer, K. A., Doerr, H., Post, T., & Zawojewski, J. (2003). Model development sequences. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 35–58). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics 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. 3–33). Mahwah: Lawrence Erlbaum.



- Lingefj rd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM, 38(2)*, 96–112.
- Lingefj rd, T., & Meier, S. (2010). Teachers as managers of the modelling process. *Mathematics Education Research Journal, 22(2)*, 92–107.
- Maa , K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM, 38(2)*, 113–142.
- Merriam, S. B. (2002). Introduction to qualitative research. In S. B. Merriam and Associates (Eds). *Qualitative research in practice: examples for discussion and analysis* (pp. 1-17). San Francisco, CA: Josey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (second edition). London: SAGE.
- Sa ıro lu, D. ve Karata ,  . (2018). Matematik  ğretmenlerinin matematiksel modelleme y ntemine yönelik etkinlik olu turma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi. *Necatibey E itim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik E itimi Dergisi, 12(2)*, 102-135.
- Schmidt, B. (2011). Modelling in the classroom: Obstacles from the teacher’s perspective. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 641–651). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Stender, P., & Kaiser, G. (2015). Scaffolding in complex modelling situations. *ZDM, 47(7)*, 1255-1267.
-  ahin, N. ve Eraslan, A. (2018).  lkokulda model olu turma etkinlikleri nasıl uygulanmalı?. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi, 4(1)*, 99-117.
- Tropper, N., Leiss, D., & H nze, M. (2015). Teachers’ temporary support and worked-out examples as elements of scaffolding in mathematical modeling. *ZDM, 47(7)*, 1225-1240.
- Urhan, S. ve Dost,  . (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: Öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 15(59)*, 1279-1295.
- Yıldırım, A. ve  im ek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel ara tırma y ntemleri* (6. Baskı). Ankara: Se kin Yayıncılık.
- Yin, R. (2003). *Case study research, design and methods* (Third Edition). Londra: Sage Publications.
- Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2011). What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modelling teaching? In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 147–156). New York, NY: Springer.
- Zawojewski, J., Lesh, R., & English, L. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: a models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337–357). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

## Ek: Matematiksel Modelleme Problemi

### SPOR AYAKKABI PROBLEMİ

Bir spor ayakkabı şirketi 2019 yılında farklı çalışmalara imza atmak amacıyla 9-14 yaş grubundaki gençlere özel bir kreasyon tasarlayarak üretmek istiyor. Tasarım sürecinde olan şirket, başarılı sonuçlar elde etmek amacıyla ortaokul öğrencileri olarak şirketin hedef kitlesi konumunda olduğunuz için sizden fikir almak istiyor. Bu doğrultuda şirket, bir çift spor ayakkabı alırken karar vermenizde etkili olan kriterlerin (faktörler) neler olduğunu öğrenerek elde ettikleri verileri tasarımlarında kullanmayı hedefliyor. Bu sebeple spor ayakkabı şirketi size bazı sorular soruyor.

Sizin göreviniz grup arkadaşlarınızla, spor ayakkabı şirketine yardımcı olmak için size sorduğu soruları cevaplayarak cevaplarınızı ayrıntılı bir şekilde soruların altına açıklamanızdır.

- 1) Bir çift spor ayakkabı alırken hangi kriterler (faktörler) sizin için önemlidir? (6-8 kriter üretilmelidir.)
- 2) Alacağınız ayakkabıya karar vermenizde etkili olan kriterleri (faktörleri) nasıl sıralarsınız? Sıralamanız ne olur? Sıralamanızı nasıl belirlediğinizi yani kullandığınız yöntem ve tekniğinizi detaylı olarak açıklayan bir rapor hazırlayın.

**\*\*Öğretmenin Görevi:**

Grup çalışmasının tamamlanmasından sonra, her bir grubun hazırladığı kriter listelerini birleştirerek tüm sınıfın görüşünü ortaya koyan tek bir liste oluşturulmalıdır. Öğretmenin görevi, öğrencilerin tüm bu kriterleri birleştirerek bütün sınıfın görüşünü temsil eden, tek bir kriter listesinin nasıl oluşturulacağını sormak? Diğer bir ifadeyle, grupların hazırladığı listeleri birleştirerek tek bir liste oluşturmak.