



In-class and Out-of-class Application of the Bisim Mathematical Modeling Activity

Ali Özgün Özer¹ , Esra Bukova Güzel²

¹Dokuz Eylül University, Institute of Educational Sciences, Mathematics Education, Turkey.

²Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Department of Mathematics Education, Turkey.

ABSTRACT

The purpose of this study is to explain the in-class and out-of-class application process of a modeling activity and to reveal the similarities, differences and limitations between these applications. In the qualitative multi-case study, two different situations, namely in-class and out-of-class application of modeling activity, were discussed. The data of the study were obtained from the solution papers of the students in the in-class activity application, the reflective diaries written after the activity application, the solution papers of the students participating in the out-of-class activity, the voice recordings during the solution process and the post-application interview. The field notes were kept in both applications by the researcher. The solution papers were analyzed in the context of the modeling process. While the reflective diaries of the students were coded with content analysis, the interview conducted in the out-of-class application was analyzed with the descriptive analysis. The in-class application, the students tended to solve the problem without creating a model and could not fully verify. In the out-of-class application, the students made more realistic assumptions and established more complex models. It is recommended to integrate the in-class and out-of-class applications of modeling activities.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:07.12.2020

Received in revised form:16.12.2020

Accepted:17.12.2020

Available online:23.12.2020

Article Type: Standard paper

Keywords: modelling activity, modelling process, in and out-of-class application.

© 2020 IJESIM. All rights reserved

1. Introduction

Integrating modeling into mathematics education and curricula has been and continues to be a worldwide trend (Blum, 1993). Similarly in our country, the number of studies on modeling is increasing rapidly. Topics such as in-class applications of modeling activities, modeling process, modeling competencies, and technology integration have been the focus of research. Modeling activities are complex activities that are related to daily life, are open-ended, have multiple solutions and solution approaches, contain variables, and require eliciting a model using these variables, solving the model, interpreting this solution, and checking the accuracy of the whole process (Özer and Bukova Güzel, 2016). This complex structure of the activities puts students in some difficult situations. Difficulties are listed in the studies (Lingefjard, 2002; Peter Koop, 2004; Blum & Borromeo Ferri, 2009; Blum, 2011; Tekin Dede, 2016; Elçi, 2020) such as not being able to understand problem, not determining the necessary variables, trying to solve the problem without creating models, not interpreting and verifying the solution.

¹ Corresponding author's address: Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Department of Mathematics Education, Buca, İzmir, Turkey.
e-mail: esra.bukova@deu.edu.tr

DOI:

*This study is based on Ali Özgün Özer' thesis entitled "An application design based on mathematical modelling for high school student and interventions shaping up the design process". The dissertation was directed by Professor Esra BUKOVA GÜZEL at the Institute of Educational Sciences at Dokuz Eylül University

The interaction between the real-life and mathematics, which should be due to the nature of mathematical modeling, can be limited in classroom applications. In-class applications are mostly carried out by students bringing their previous experiences to the classroom works. However, out-of-classroom practices may affect students' attitude towards reality based on their experiences. Therefore, its positive or negative effects on the progress in the modeling process should be examined. In this study, it was decided to implement modeling activity named 'Bisim' (about renting a bicycle and paying by elapsed time) both inside and outside the classroom. Thus, it will be possible to examine the similarities, differences and limitations between these two applications. In this direction, the aim of the study is to examine students' solutions regarding the in-class and out-of-class applications of Bisim in terms of modeling process and to reveal the similarities, differences and limitations between these applications. For this purpose, two research questions were determined and the answers were sought for these questions.

- 1) What are the similar and different aspects that emerge in the examination of students' solutions that occur in the in-class and out-of-class applications of a modeling activity in terms of the steps of the modeling process?
- 2) What are the similarities, differences and limitations of in-class and out-of-class modeling practices for researchers and students?

2. Method

In the study, one of the qualitative research methods, the multi-case study design was adopted. In the study, "in-class modeling implementation" and "out-of-classroom modeling implementation" are considered as two separate cases. Study was conducted with 9th graders. While the in-class implementation was carried out with 30 ninth graders, the out-of-class implementation was carried out with 3 ninth graders. The data of the study consists of the solution reports of the students regarding the in-class and out-of-class implementations of the Bisim Activity created by the researchers, the video recordings and audio recordings taken during the solution process, the researcher observation notes, the reflective diaries written by the students after the in-class application, and the interviews with the students participating in the out-of-class application. From the data of the study, in and out-of-class solution reports were analyzed according to the mathematical modeling process created by Blum and Leiss (2005), which composes of 6 steps which are understanding, simplifying, mathematising, working with mathematically, interpreting and validating.

3. Findings

Students' solutions in in-class and out-of-class implementations were compared according to the steps of the modeling process. In both cases, the students were able to understand the problem. In the simplifying step, it is thought that more realistic assumptions are made for out-of-class implementation and these realistic assumptions trigger solution strategies.

The models created in implementations were similar in terms of variables. The first model created in the out-of-class implementation includes the model created in the in-class implementation. For mathematising step, it is seen that the models in the out-of-class application have a more complex structure. This complexity has arisen due to students' more comprehensive and realistic assumptions. In the in-class implementation, the students made different calculations because it was not possible to calculate exactly how fast to go on a bicycle and the number of people was not clear. Although this situation increases the variety of results, it has been an indication that mathematical modeling problems do not have a single and definite result. In the out-of-class implementation, students found clearer mathematical results that reveal their own situation, as they actualized the situation spoken in the classroom. In the in-class implementation, although the students did not consider the breaks in the previous steps, they included this situation in the interpretation step and stated that the results could be higher due to the breaks. In out-of-class implementation, since breaks were considered in the previous steps, they made suggestions for eating and drinking situations at the interpretation step. In

both applications, the students showed correct approaches in interpreting their solutions. For the validating step, a result was accepted by discussing which of the 12 mathematical results obtained in in-class implementation is more accurate. Some students suggested that 5 people ride at an average speed of 10 km/h, depending on the last consensus. They stated that they can make validation by comparing the fee they will pay to the system and their consensus. Since this suggestion of the students could not be implemented in the classroom practice, no validation could be made. It can be said that this limitation of in-class implementation hinders validation. The result obtained in out-of-class practice indicated the total fee spent on the trip. Therefore, students have verified at every step of the modeling process. In the out-of-class implementation, the validation was done continuously while progressing step by step. Thus, it caused the students to constantly demonstrate the verification approach of experiencing the situation in the real environment without realizing it.

4. Discussion, Conclusion and Suggestions

It was observed that students could produce solutions to problems in both application processes, but some differences emerged in the solution process. At first, the absence of any time limitation in out-of-class practice made students feel more comfortable and adapt themselves to more activities. The lack of time constraints positively affected the students. Although difficulties such as the inability to determine the variables required for the solution of the problem and not being able to interpret on these variables (Graham & Thomas, 2000; Hıdıroğlu, Tekin Dede, Kula, & Bukova Güzel, 2014) were observed in in-class practice, students did not experience such difficulties in out-of-class practice. And it is seen that some of the students tend to reach the solution by performing operations with the numbers given in the context instead of creating models (Blum & Borromeo Ferri, 2009; Blum, 2011; Elçi, 2020; Tekin Dede, 2017) in class solutions. After class discussion, they grasped the importance of eliciting a model and they could create a model in line with their assumptions. According to results, this study revealed that the out-of-class implementation was more was more efficient in terms of modeling process. Educators who want to use modeling activities in their lessons are recommended to conduct out-of-class practices as well as in-class implementations.

Bisim Matematiksel Modelleme Etkinliğinin Sınıf İçi ve Sınıf Dışı Uygulaması

Ali Özgün Özer¹, Esra Bukova Güzel²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Doktora Programı Öğrencisi, Turkey.

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Turkey.

ÖZ	MAKALE BİLGİ
<p>Bu çalışmanın amacı, bir modelleme etkinliğinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulama sürecini açıklamak ve bu uygulamalar arasındaki benzerlikleri, farkları ve sınırlılıkları ortaya koymaktır. Nitel çoklu durum çalışmasında modelleme etkinliğinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulaması olmak üzere iki farklı durum ele alınmıştır. Çalışmanın verileri sınıf içi etkinlik uygulamasında öğrencilerin çözüm kâğıtları ve etkinlik uygulaması sonrasında yazdıkları yansıtıcı günlükler ile sınıf dışı etkinliğe katılan öğrencilerin çözüm kâğıtları, çözüm sürecindeki ses kayıtları ve uygulama sonrası yapılan görüşmede elde edilmiştir. Araştırmacı tarafından her iki uygulamada da alan notları tutulmuştur. Çözüm kâğıtları sınıf içi ve sınıf dışı ayrı ayrı olmak üzere modelleme süreci bağlamında analiz edilmiştir. Öğrencilerin yansıtıcı günlükleri içerik analizi ile kodlanırken sınıf dışı uygulamada gerçekleştirilen görüşme betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Sınıf içi uygulamada öğrenciler model oluşturmadan problemi çözme eğiliminde olmuşlar, doğrulamayı tam anlamıyla gerçekleştirememişlerdir. Sınıf dışı uygulamada öğrenciler daha gerçekçi varsayımlarda bulunmuşlar ve daha kompleks modeller kurmuşlardır. Modelleme etkinliklerinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalarının bütünleştirilmesi önerilmektedir.</p>	<p>Makale Tarihiçesi: Alındı:07.12.2020 Düzeltilmiş hali alındı:16.12.2020 Kabul edildi:17.12.2020 Çevrimiçi yayımlandı:23.12.2020 Makale Türü: Standart Makale Anahtar Kelimeler: modelleme etkinliği, modelleme süreci, sınıf içi ve sınıf dışı uygulama.</p>

© 2020 IJESIM. Tüm hakları saklıdır

1. Giriş

Matematik eğitime ve öğretim programlarına modellemenin entegre edilmesi dünya çapında bir eğilim olmuştur (Blum, 1993) ve olmaya devam etmektedir. Öğrencilerin dünyayı daha iyi algılamalarına yardımcı olan, matematiksel öğrenmeyi destekleyen, çeşitli matematiksel yeterliklerin ve tutumların gelişmesine katkıda bulunan ve matematiği öğrenciler için daha anlamlı hale getiren bir yapısının olması nedeniyle matematiksel modelleme pek çok ülkede öğretim programlarında kendisine yer bulmuştur (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Ulusal ve uluslararası alan yazın incelendiğinde farklı sınıf düzeylerinde sınıf içi modelleme uygulamalarına ilişkin çok sayıda araştırma dikkat çekmektedir (Örn. Blum ve Niss, 1991; Deniz ve Akgün, 2014; Kaiser ve Maaß, 2007, Lesh ve Lehrer 2003; English ve Watters, 2004; Maaß, 2007; Olkun, Şahin, Akkurt, Dikkartın ve Gülbağcı, 2009; Özaltun, Hıdıroğlu, Kula ve Güzel, 2013). Söz konusu çalışmalarda modelleme etkinliklerinin uygulanması ile öğrencilerin modelleme sürecindeki yaklaşımları, modelleme yeterlikleri ve düşünme yolları incelenmiştir. Matematiksel modelleme çalışmaları ülkemizde de artan bir hızla devam etmektedir. Bazı araştırmacılar (Örn. Tekin Dede ve Yılmaz, 2013; 2014; Aydın Güç ve Baki, 2016; Tekin Dede 2017) öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek için farklı sınıf düzeylerinde modelleme etkinliklerini kullanmakta; bazı araştırmacılar (Örn. Muşlu ve Çiltaş, 2016; Zihar ve Çiltaş, 2018; Özaltun Çelik ve Bukova Güzel, 2018; 2019) matematiksel kavramların öğrenilmesi sürecinde modelleme etkinliklerine yer vermektedirler. Bazı araştırmacılar ise (Örn. Hıdıroğlu, Tekin Dede, Kula ve Bukova Güzel, 2014; Hıdıroğlu, Özaltun Çelik, Kula Ünver ve Bukova Güzel, 2018) öğrencilerin çözümlerini modelleme süreci çerçevesinde incelemişlerdir. Modelleme etkinliklerinin çözümünde teknolojiye faydalanma (Örn. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2014:2015:2016; Aydoğan Yenmez, 2017; Saka ve Çelik, 2018) ise bir diğer çalışma alanı olmuştur. Özer ve Bukova Güzel (2016) matematik öğretmen adaylarının, öğretmenlerin ve lise öğrencilerinin gözünden modelleme etkinliklerinin yapısını inceledikleri çalışmada, tüm katılımcıların modelleme etkinliklerini; günlük hayat ile ilişkili, açık uçlu, çoklu çözümü ve çözüm yaklaşımı olan, değişkenler içeren ve bu değişkenleri kullanarak model kurmayı, kurulan modelin çözümünü yapmayı, bu çözümü yorumlamayı aynı zamanda tüm sürecin

doğruluğunu kontrol etmeyi gerektiren kompleks etkinlikler olarak gördüklerini ortaya koymuşlardır. Modelleme etkinliklerinin bu kompleks yapısı göz önüne alındığında öğrencilerin bu etkinlikler üzerinde çalışırken farklı aşamalarda güçlükler yaşamaları oldukça muhtemeldir. Modelleme etkinlikleri ile daha önce karşılaşmamış, aşinalığı olmayan öğrenciler problemi anlamada güçlükler yaşayabilmektedirler (Lingefjard, 2002; Blum, 2011). Öğrencilerin problemde yer alan gerçek yaşam bağlamını göz ardı etmeleri ve sadece problemde yer alan sayılarla bildikleri işlemleri yapma eğiliminde oldukları, dolayısıyla model oluşturmadan çözüme ulaşma eğilimleri olduğu da görülmüştür (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Elçi, 2020). Model oluştururken ise öğrencilerin değişkenleri doğru bir şekilde belirleyememeleri (Graham ve Thomas, 2000) de öğrenciler için bir başka güçlük olmuştur. Çözüme ulaşan öğrencilerin çözümlerini yorumlayamamaları ve doğruluklarını kontrol edememeleri pek çok çalışmada ortaya çıkan bir güçlük (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Peter Koop, 2004; Tekin Dede, 2016) olmuştur.

Modelleme etkinliklerinin sınıf içi uygulamalar boyunca açıklandığı çalışmaların yanı sıra sınıf dışı uygulama alternatifleri de matematiksel modellemenin doğasına uygun olarak ortaya çıkabilmektedir. Buna rağmen alan yazında sınıf dışı modelleme uygulamalarına değinen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Karşıyaka Vapur İskelesi isimli bir modelleme etkinliğinin sınıf dışı uygulamasını ele alan Karluk ve Bukova Güzel (2014) modelleme etkinliği öncesi öğrencilere bir takım görevler vermişlerdir. Karşıyaka Vapur İskelesi ile ilgili araştırma yapma, ilgililerle görüşme yapma, gözlemleme ve sefer sayısı, vapur tarifesi ve vapur yolcu kapasitesi gibi verilere ulaşma aşamasında sınıf dışı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bir haftalık süreci kapsayan bu araştırmalarda öğrenciler gruplar halinde çalışmışlar ve gerekli ön hazırlıkları tamamlamışlardır. Ardından toplanan veriler sınıf içerisinde gruplarca değerlendirilerek modelleme etkinliğinin çözüm süreci tamamlanmıştır. Çalışmanın sınıf dışı uygulamaları içeren aşamalarının olmasına rağmen modelleme etkinliğini tartışma ve çözüme ulaşma aşamaları sınıf içinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin sınıf dışı görevleri gerçekleştirmelerinin modelleme etkinliği çözüm sürecini olumlu etkilediğini ortaya çıkarmış ancak öğrencilerin modelleme yeterlikleri süreç açısından ayrıntılı incelenmemiştir. Sınıf dışı modelleme uygulamalarının modelleme sürecini nasıl etkilediğini belirlemek için sınıf dışı modelleme uygulamalarının artırılması ve öğrencilerin modelleme süreci boyunca eylemlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi alan yazına katkı sağlayacaktır. Bu çalışma matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulama sürecinin benzerlik ve farklılıklarını daha ayrıntılı olarak inceleme motivasyonundan ortaya çıkmıştır.

Bilindiği gibi öğrenme ortamları artık sınıf içi ile sınırlı olmaktan çıkarılmış ve sınıf dışı öğrenme ortamlarına yönelimler ortaya çıkmıştır. Sınıf dışı öğrenme ortamları yaygın ve informal öğrenmeye yönelik eğitim alanları olarak nitelendirilebilir. Eshanch (2007) yaygın öğrenmeyi eğitim alanlarının dışında müzeler, bilim merkezleri ve planetaryum gibi ortamlarda planlı uygulanabilir bir şekilde tanımlarken, informal öğrenmeyi ev, okul (ders dışı serbest zamanlarda) ve park gibi ortamlarda plansız olarak kendiliğinden ortaya çıkan öğrenme olarak tanımlamaktadır. İster planlı, ister plansız olsun sınıf dışı ortamlarda gerçekleştirilen uygulamalarda amaç, öğrencinin dış çevre ile olan bağlantısını güçlendirmek ve öğrencilerin derslerine (matematik, fen bilimleri vb.) yönelik olumlu tutum ve davranışlar sergilemelerini ve bu sayede akademik başarılarını arttırmalarını sağlamaktır. Sınıf dışı eğitim müzeler, gezi, bilimsel kamplar, hayvanat bahçesi, botanik bahçesi vb. alanlarda yürütülebilecek etkinlikler, sergiler gibi mekanlara yönelik uygulamaları kapsayabilir. Saraç (2017) sınıf dışı öğrenme ortamlarına yönelik ulusal alandaki çalışmaları incelemiş ve bu çalışmaların disiplin alanları incelendiğinde çoğunlukla fen bilimleri alanında olduğunu belirtmiştir. Matematik özelinde sınıf dışı eğitime yönelik çalışmaların sayısı da oldukça sınırlıdır. Bu çalışmaların birinde Sözer (2013) sınıf dışı öğrenme ortamı olarak bilimsel kampları ele almış ve liselere yönelik bir matematik kampının katılan öğrenciler üzerinde bilişsel, duyuşsal ve sosyal kazanımlarının olduğunu ve ayrıca öğrencilerin doğa ve çevre bilinci kazandıklarını belirtmiştir. Bir başka çalışmada Ürey, Çepni, Köğçe ve Yıldız (2013) bir okul bahçesi programını tanıtmışlar ve bu programın 5. sınıf matematik dersi öğretim programında yer alan şema, tablo ve grafik oluşturma ve grafiklerin yorumlanmasına yönelik kazanımlar üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Ürey vd. çalışmalarında sınıf dışı uygulamaların

öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı farkları oluşturduğunu, öğrencilerin ilgisini çektiğini, eğlendiklerini ve kaygı düzeylerinin azalmasında olumlu etkiler yaptığını belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada Yıldız ve Göl (2014) müzelerin birer öğrenme alanı olarak görülmesi gerektiğini ve öğrenmeyi artırdığı için matematik derslerinde kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Müzelerin öğrenme ortamı olarak ele alındığı bir diğer çalışmada Bahadır ve Hırdıç (2018) ortaokul öğrencilerinin bir matematik müzesinde yürütülen etkinlikler hakkındaki görüşlerini incelemişlerdir. Çalışmalarında müze deneyimi ile öğrencilerin matematiğin gerçek yaşam ve diğer disiplinlerle olan bağlantısını daha iyi anlayabildiklerini ifade etmişlerdir. Kurtuluş (2015) sınıf dışı öğrenme etkinliği olarak pi günü için hazırlanan bir yarışmaya ilişkin öğretmen ve öğrencilerin görüşlerini incelemiştir. Sınıf dışı uygulanan etkinliğin hem öğrenciler hem de öğretmen açısından yararlı olduğu ve etkinliğin öğrencilerin ilgisini çektiği görülmüştür. Çağlar, Ünal, Çalışkan, Gürel ve Durmaz (2018) ise sınıf dışı eğitimin ortaokul öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarına etkisini incelemek için biri deney diğeri kontrol grubu olarak iki okul belirlemişlerdir. Deney grubundaki okulda koridorlara matematiksel çizimler yapmışlar, duvarlara posterler asmışlar ve matematiksel oyunların oynanabileceği bir alan hazırlamışlardır. Çalışmanın sonucunda sınıf dışı eğitimin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Görüldüğü gibi matematik derslerine yönelik sınıf dışı etkinliklerin planlandığı çalışmalar az sayıda olup bu çalışmalarda öğrencilerin ilgi, motivasyon ve tutumlarını olumlu etkilemek ve eğlenceli olmak ön plana çıkarılmaktadır. Oysa eğlence faktörünün öğrencileri öğrenme amaçlarından uzaklaştırması ve öğretimsel faktörlerin geri planda kalması sınıf dışı uygulamada yaşanabilecek olumsuzluk olarak ele alınmaktadır (Rennie ve McClafferty, 1996; Eshach, 2007). Bu nedenle sınıf dışı uygulamalar için net eğitim amaçları belirlenmeli ve bir plan dahilinde gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır (Yıldız ve Göl, 2014).

Sınıf dışı etkinliklerin matematik dersleri açısından ele alındığı çalışmalarda sınıf dışı öğrenme ortamları olarak müze, okul koridorları ve bahçesi, kamp gibi ortamlar belirlenmiş ve bu öğrenme ortamlarının olumlu etkisinden bahsedilmiştir. Ancak sınıf dışı öğrenme ortamları sadece müze, okul koridorları ve bahçesi ve kamp ile sınırlı düşünülmemelidir. Okulun yanındaki bir park, okul kantini, okul otoparkı, vapur iskeleleri ve dinlenme alanları gibi kısaca öğrenmeye katkı sağlayacak ve öğrencilere yaşantı sağlayabilecek farklı ortamlar da sınıf dışı öğrenme ortamları olarak kurgulanabilir. Burada önemli olan sınıf dışı etkinliklerin yapılacak çalışmaya ve kazanımlara hizmet edecek, öğrencilerin deneyim kazanmalarını sağlayacak ve deneyimleri yoluyla akıl yürütmelerini destekleyecek şekilde düzenlenmesi gerektiğidir. Bu nedenle, öğrencilerin gerçek yaşam ile ilgili problemleri çözerken sürekli matematik-yaşam etkileşimini gerçekleştirdiği modelleme sürecinin sınıf dışı ortamlarda nasıl şekillendiği incelenmelidir. Sınıf dışı ortamlar, öğrencilerin varsayımlarını ve doğrulamayı yaparak yaşayarak deneyimlemeleri nedeniyle öğrencilerin modelleme sürecindeki ilerleyişlerini destekleyecektir. Özellikle modelleme sürecinde öğrencilerin yorumlama ve doğrulama aşamalarında yaşadıkları sıkıntıların sınıf dışı uygulamalarda da geçerli olup olmadığı araştırılmalıdır. Matematiksel modellemenin doğası gereği olması gereken gerçek yaşam - matematik etkileşimi sınıf içi uygulamalarda sınırlandırılabilir. Sınıf içi uygulamalar öğrencilerin çoğu zaman önceki deneyimlerini sınıfa taşıması yoluyla gerçekleştirilmektedir. Oysa sınıf dışı uygulamalar öğrencilerin yaşadıklarına dayalı olarak gerçeğe bakışlarını etkileyebilecektir. Bu nedenle modelleme sürecindeki ilerleyişe olumlu/olumsuz etkileri incelenmelidir. Bu çalışmada Bisim modelleme etkinliğinin hem sınıf içi hem sınıf dışı uygulamasının gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Böylece modelleme etkinliklerinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulanması yoluyla bu iki uygulama arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları incelemek mümkün olacak ve iki uygulamada ortaya çıkabilecek sınırlılıklar da incelenebilecektir. Bu yönüyle çalışma alan yazındaki önemli bir boşluğu ortadan kaldırmaktadır. Matematiksel modelleme araştırmalarında sınıf içi modelleme uygulamaları yaygın olarak kullanılmasına rağmen sınıf dışı uygulamalar ile ilgili çalışmalar yapılmamaktadır. Böylece sınıf dışı modelleme uygulamalarının gerçekleştirilmesi ve sistematik olarak gözlemlenmesi ile alan yazındaki boşluk doldurulmakta aynı zamanda çalışma ile modellemeye aşına olmayan öğrencilerin sınıf içi ve sınıf dışı olmak üzere modellemeyi iki farklı yolla deneyimlemeleri sağlanmaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, Bisim etkinliğinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulamasına ilişkin öğrenci çözümlerini

modelleme süreci açısından ayrıntılı olarak incelemek ve bu uygulamalar arasındaki benzerlik, farklılık ve sınırlılıkları ortaya koymaktır.

Bu amaçla çalışmada iki araştırma sorusu belirlenmiş ve bu sorulara yanıt aranmaya çalışılmıştır.

1) Bir modelleme etkinliğinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalarında ortaya çıkan öğrenci çözümlerinin modelleme sürecinin basamakları açısından incelenmesinde ortaya çıkan benzer ve farklı yönler nelerdir?

2) Araştırmacı ve öğrenciler açısından sınıf içi ve sınıf dışı modelleme uygulamalarının benzerlikleri, farklılıkları ve sınırlılıkları nelerdir?

2. Yöntem

Çalışma kapsamında sınıf içi ve sınıf dışı modelleme uygulamaları gerçek ortamlarında ayrıntılı bir şekilde incelemek istendiği için nitel araştırma yöntemlerinden çoklu durum çalışması deseni benimsenmiştir. Çalışmada “sınıf içi modelleme uygulaması” ve “sınıf dışı modelleme uygulaması” iki ayrı durum olarak ele alınmıştır.

2.1. Katılımcılar

Çalışmanın katılımcıları bir Sosyal Bilimler Lisesinin 9. sınıfında öğrenim gören öğrencilerdir. Sınıf içi uygulamada bir sınıfta öğrenim gören otuz öğrenci çalışmaya dahil olmuştur. Sınıf içi uygulama için yedi çalışma grubu oluşturulmuş bu gruplardan bir tanesi ile de sınıf dışı uygulama gerçekleştirilmiştir. Böylece sınıf dışı modelleme uygulaması üç öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Sınıf dışı uygulamaya katılan öğrenciler gönüllü olarak çalışmaya katılmış ve velilerinden gerekli izinler alınmıştır. Uygulamalar esnasında araştırmacılardan biri öğretmen rolünde çalışmayı yürütmüştür. Sınıf matematik öğretmeni çalışmaya katılmamıştır. Öğrenciler bu etkinliğe katılmadan önce modelleme kavramına alışmaları ve bu tarz etkinliklere yönelik deneyim kazanmaları için modelleme kavramı tanıtılmış ve modelleme etkinliklerine geçiş için iki ısındırma etkinliği uygulanmış ardından alan yazından bir modelleme etkinliği (Saman Balyası, Borromeo-Ferri, 2007) uygulanmıştır. Sınıf dışı uygulama Sercan, Semih ve Burak kod adlı üç erkek öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bulgular sunulurken sınıf içi uygulama ile ilgili öğrenci görüşleri Ö1, Ö2, ..., Ö30 kodlamalarıyla verilmiştir.

2.2. İşlem Basamakları

Çalışmada Bisim Etkinliği ele alınmış olup bu etkinlik hem sınıf içi hem sınıf dışı ortamda uygulanmıştır. Sınıf içi uygulama iki ders saati içinde gerçekleştirilmiştir. İlk derste öğrenciler 3-5 kişilik gruplar halinde etkinlik üzerinde çalışmışlar; ikinci derste sınıf tartışması gerçekleştirilerek öğrenciler sınıfta ortak bir çözüm elde etmişlerdir. Sınıf içi uygulama video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Öğrencilerin grup çalışma kağıtları toplanmış ve sınıfta yapılan ortak çözüm raporlanmıştır. Öğrenciler Bisim Etkinliği uygulamasından sonra bireysel olarak yansıtıcı günlük yazmışlardır. Sınıfta oluşturulan öğrenci gruplarından birindeki üç istekli öğrenci ile sınıf dışı uygulama planlanmıştır. Sınıf dışı uygulama öncesinde yukarıda bahsedilen olumsuzluklar dikkate alınmış ve bu hususta öğrencilerin gözlem yapacakları, bisiklet binecekleri ve etkinlik üzerinde çalışacakları aşamalar belirlenmiş ve uygulanmıştır. Ayrıca öğrenci velilerinden gerekli izinler alınmıştır. Uygulama esnasında gerekli maddi destek araştırmacılar tarafından karşılanmıştır.

Sınıf dışı uygulamada, üç öğrenci ile Bisim (bisiklet kiralama sistemi) kullanılarak bisiklet kiralanmış ve öğrenciler ile birlikte araştırmacılardan biri belirli bir mesafe bisiklet sürmüştür. Bisiklet sürme sürecinde verilen molalarda öğrenciler notlar almışlar ve bisikletleri bıraktıktan sonra tekrar etkinlik üzerinde çalışmışlardır. Sınıf dışı uygulamada grubun bisiklet sürerken gerçekleştirdikleri konuşmalar ses kaydı alınarak kaydedilmiştir. Ayrıca öğrenciler akıllı telefonlarına indirdikleri bir adımsayar uygulaması ile gittikleri yolu, ortalama hızlarını, ne kadar sürede yolu aldıklarını kaydetmişler ve telefonlarından ekran alıntısı almışlardır. Bisiklet sürme eylemi bittikten sonra grup, topladıkları verileri bir araya getirerek etkinliği revize etmiş ve bu hali için çözmüşlerdir. Aradan yaklaşık bir ay geçtikten sonra her iki uygulamaya da katılan üç öğrenci ile sınıf içi ve sınıf dışı etkinlik çözümleri

paylaşmıştır. Öğrenciler çözümlerini onayladıktan sonra sınıf içi ve sınıf dışı uygulamayı değerlendirmeleri ve görüşlerini paylaşmaları için öğrenciler ile görüşme yapılmıştır.

Araştırmacılarından biri sınıf içi uygulamada tartışma ortamı oluşturan ve tartışmayı yürüten bir rol oynamıştır. Öğrenciler uygulamanın ilk saatinde kendi gruplarıyla etkinlik üzerinde çalışmışlar ve grupça çözüm üretmişlerdir. İkinci derste modelleme etkinliği sınıfta tartışılmıştır. Her grup modelleme sürecine uygun olarak çözümlerini açıklamıştır. Grupların çözümlerinde farklı düşünceler ve varsayımlar ortaya çıkmıştır. Örneğin kişi sayısını ele alırken 30 kişinin bisiklet kiralayabileceği fikri ortaya atıldıktan sonra bisim sistemi ile daha önceden bisiklet kiralayan birkaç öğrenci bir istasyonda 30 bisiklet olmadığını dolayısıyla kişi sayısının fazla olması durumunda bisiklet sıkıntısı yaşanabileceğini belirtmiştir. Öğrenciler bisiklet sürerken hangi hızlarda gidilebileceği konusunda emin olamadıkları için farklı hızları ele alarak çözümler üretmişlerdir. Sınıf içi uygulama bittikten sonra üç öğrenci ile sınıf dışı uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sınıf dışı uygulama için bisim sisteminin kullanıldığı bir gezi planlanmıştır. 40 km yol çok uzun olduğundan ve başlangıç konumu uzak olduğundan öğrenciler ile daha merkezi bir konumda buluşulup 10 kmlik bir mesafe belirlenmiştir. Buluşma noktasına gelindiğinde öğrenciler ücretlendirme sisteminin değiştiğini fark etmişler ve bu durumu not almışlardır. Öğrenciler bisiklet sürmeye başlamadan önce adımsayar uygulamasını çalıştırmış molalarda ise uygulamayı durdurmuşlardır. Böylece gidilen mesafenin mola verilmeden gidilebilirse 1 saat içinde bitebileceğini belirtmişlerdir ancak öğrenciler mola verdikleri için yaklaşık bir buçuk saatte yolu bitirebilmişlerdir. Hedefe ulaşıldığında yemek molası verip başlangıç noktasına dönen öğrenciler, dönüş yaklaşık bir buçuk saat sürdüğü için sisteme dörder saatlik ücret ödemişlerdir. Gezi tamamlandıktan sonra grup tekrar etkinlik üzerinde çalışmaya başlamış ve problem durumunu revize etmişlerdir. Öğrenciler problemi ilk ücretlendirme ve mevcut ücretlendirme olacak şekilde 2 alt probleme ayırmışlardır. Bu esnada öğrenci çözümlerine hiç müdahalede bulunulmamıştır. Öğrenciler matematiksel modelleme sürecine uygun olarak çözüm yapmışlar ve buldukları sonuç o gün gezi için harcadıkları para ile aynı miktar çıkmıştır. Dolayısıyla çözümlerini doğrulamış oldular.

2.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmanın verilerini araştırmacılar tarafından oluşturulan Bisim Etkinliğinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulamasına ilişkin öğrencilerin çözüm raporlarından, çözüm sürecinde alınan video kaydı ile ses kayıtlarından, araştırmacı gözlem notlarından, sınıf içi uygulama sonrası öğrencilerin yazdıkları yansıtıcı günlüklerden ve sınıf dışı uygulamaya katılan öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeden oluşmaktadır. Sınıf içi uygulamada kullanılan Bisim Etkinliği Şekil 1’de verilmiştir. Sınıf dışı uygulamada öğrencilerin revize ettikleri Bisim Etkinliği ise Şekil 2’de verilmiştir.

“İzmir Büyükşehir Belediyesi kuruluşu İZULAŞ A.Ş. tarafından işletilen bisiklet kiralama sistemine kısaca BİSİM adı verilmektedir. “Yollar artık BİSİM” sloganıyla hizmet verilecek sistem kapsamında 311 bisiklet, 29 bisiklet kiralama istasyonu ve 439 özel kilitli park yeri ile hizmet verilecektir. Bisikletseverler 40 kilometrelik sahil şeridi boyunca bisiklet sürebileceklerdir. Bisiklet kiralama ücreti ilk 1 saat için 2 TL olarak belirlenmiştir. Sonraki her saat için ise 1 TL ödenecektir. Kiralanan bisikletler herhangi bir kiralama istasyonunda bırakılabilecektir.”



Yukarıdaki gazete yazısında BİSİM sistemi tanıtılmıştır. Bu yazıyı okuyan bir grup öğrenci İnciraltı – Kuş Cenneti arası (40km) bu sistemi kullanarak bisiklet sürmek istemişlerdir. Yolculukları boyunca BİSİM sistemine ne kadar ücret öderler?

Şekil 1. Sınıf İçi Uygulamada Kullanılan Bisim Etkinliği

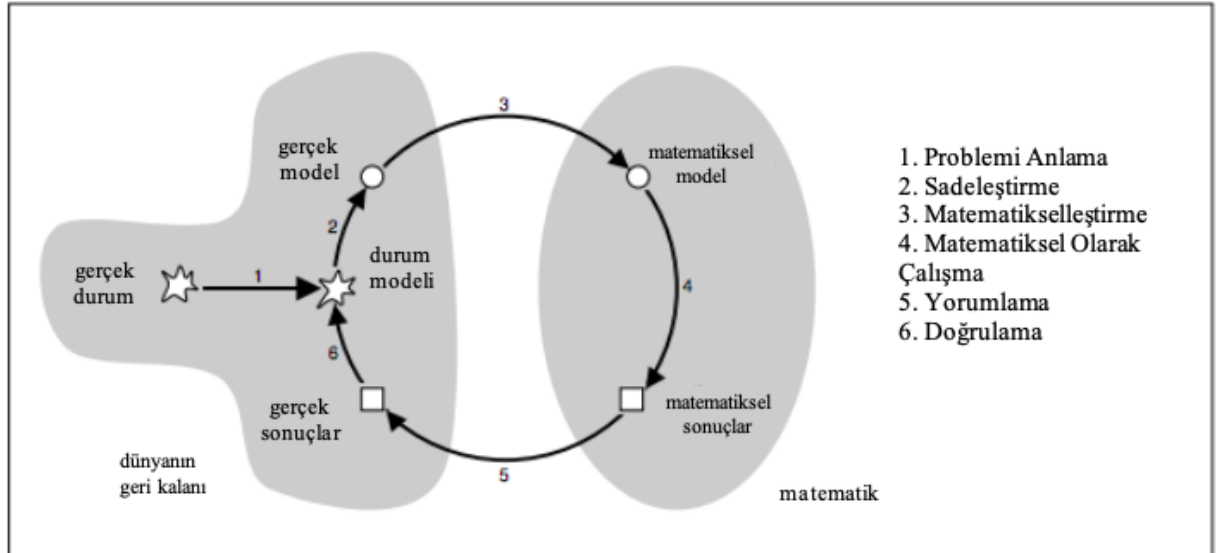
İzmir’de yaşayan bir grup arkadaş Konak – İnciraltı arası BİSİM sistemi aracılığıyla gezmek istiyorlar. Bisiklet kiralama istasyonuna vardıklarında ücretlendirmenin değiştiğini fark ediyorlar. İlk ücretlendirme ‘Bisiklet kiralama ücreti ilk 1 saat için 2 TL, sonraki her saat için ise 1 TL ödenecek’ şeklindeyken mevcut ücretlendirme ‘Bisiklet kiralama ücreti her saat için 2 TL ödenecek’ şeklindedir.

- Bu grup ilk ücretlendirme ile Bisim sistemine para öderse gezinin toplam maliyeti kaç TL olur?
- Bu grup mevcut ücretlendirme ile Bisim sistemine para öderse gezinin toplam maliyeti kaç TL olur?

Şekil 2. Sınıf Dışı Uygulamada Revize Edilen Bisim Etkinliği

2.4. Verilerin Analizi

Çalışmanın verilerinden sınıf içi ve sınıf dışı çözüm raporları Blum ve Leiss (2005) tarafından oluşturulan matematiksel modelleme sürecine (bkz. Şekil 3) göre analiz edilmiştir. Modelleme döngüsü bir gerçek yaşam problem durumu ile başlar. İlk olarak problem durumu problem çözücü tarafından anlaşılmalıdır, yani durumun zihinsel bir modeli inşa edilmelidir. Sonrasında durum basitleştirilmeli, yapılandırılmalı ve daha hassas hale getirilerek problemi çözmek için yapılması gerekenler belirlenmelidir. Bu aşamada değişkenler belirlenmeli ve açıklanmalıdır. Matematikselleştirme aşamasında değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenmeli ve tanımlanmalıdır. Matematikselleştirme işlemi sonucunda ortaya matematiksel model veya modeller oluşturulmalıdır. Bu modeller üzerinde matematiksel olarak çalışarak (sayısal işlemlerle çözmeye, grafikleri yorumlama vb.) matematiksel sonuçlar elde edilir. Elde edilen matematiksel sonuçlar yorumlanarak gerçek yaşamdaki karşılıkları açıklanmaya çalışılır. Son olarak da gerçek yaşam deneyimlerinden yararlanarak gerçek sonuçlar ile zihinsel gösterimler arasındaki uyum kontrol edilip doğrulama yapılır. Doğrulama, yapılan işlemlerinin kontrolünü de içerir. Benzer durumlardaki problem çözümleri veya bağlama ilişkin ek araştırmalar sonucu elde edilen verilerle karşılaştırmalar yaparak da doğrulama yapılabilir. Eğer elde edilen sonuç gerçek yaşam problem durumu içerisinde doğrulanmıyorsa döngü tekrar başlatılır.



Şekil 3. Matematiksel Modelleme Süreci (Blum ve Leiss, 2005)

Sürecin her bir basamağında öğrencilerin sınıf içi ve sınıf dışı çözümleri karşılaştırılarak verilmiştir. Öğrencilerin etkinlik boyunca eylemleri ve çözümleri Blum ve Leiss’in (2005) matematiksel modelleme süreci aşamalarına göre ele alınmıştır. Araştırmacı gözlem notları modelleme sürecinin ayrıntılandırılması için kullanılmıştır. Ek olarak çözüm sürecinde alınan video ve ses kayıtları uygulamadan sonra dinlenerek modelleme sürecindeki öğrenci eylemlerinin açıklaması için

kullanılmıştır. Sınıf içi uygulamada öğrencilerin yazdıkları yansıtıcı günlükler ve sınıf dışı uygulamaya katılan öğrencilerle gerçekleştirilen görüşme tematik kodlama yapılarak analiz edilmiştir.

3. Bulgular

Bulgular çalışmada ele alınan iki araştırma sorusuna yanıt verecek şekilde sunulmuştur. İlk olarak sınıf içi ve sınıf dışı modelleme uygulamalarının modelleme süreci açısından incelenmesiyle birinci araştırma sorusuna yönelik bulgular verilmiştir. Sonrasında öğrencilerin sınıf içi uygulamadaki yansıtıcı günlüklerinden ve sınıf dışı uygulamada yapılan görüşmeden elde edilen bulgulara yer verilerek ikinci araştırma sorusuna yanıt verilmiştir.

3.1. Sınıf İçi ve Sınıf Dışı Modelleme Uygulamalarının Modelleme Süreci Açısından İncelenmesi

Bu bölümde sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalardaki öğrenci çözümleri modelleme sürecinin her bir basamağı açısından karşılaştırılmıştır. Bu iki uygulamadaki öğrenci çözümlerinin benzer ve farklı yönleri ve varsa sınırlılıkları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Modelleme sürecinin ilk basamağı olan problemi anlama basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı oluşturulan çözüm yaklaşımları Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo 1. Problemi anlama basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalardaki çözüm yaklaşımları

Problemi Anlama	
Sınıf İçi	Belirli bir mesafede bisiklet sürülmesi durumunda bisiklet kiralama sistemine ne kadar ödeme yapılacağıının bulunması
Sınıf Dışı	Uygun gün ve merkezi bir konumda bir araya gelerek gidilebilecek mesafeye karar verme
	Bisim ücret tarifesindeki değişikliğin probleme nasıl yansıtacağını düşünme
	Problem ifadesini bisiklet gezisi ile geçirilecek gün boyunca harcanacak toplam tutarı belirleme olarak revize etme

Sınıf içi çözümde öğrenciler problemde belirli bir mesafe için bisiklet kiralandığında ödenmesi gereken ücretin ne olacağını belirlemeleri gerektiğini ifade etmişlerdir. Sınıf dışı uygulamada ise öğrenciler problem durumunun revize edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler, modelleme etkinliğinde ifade edilen 40 km yolda bisiklet sürmenin sıkıntı yaratabileceği düşüncesiyle daha kısa bir mesafeyi seçmeye karar vermişlerdir. Merkezi bir konumda buluşan öğrencilerin bu seçimlerinde aynı mesafeyi hem gidiş hem dönüşte alacak olmaları etkili olmuştur. Böylece öğrenciler daha kısa bir mesafede bisiklet sürecek şekilde bisiklet turunu organize etmişlerdir. Buluşma yerine otobüsleri kullanarak gelen öğrenciler bisiklet gezilerinin uzun süreceğini ve yemek molası verebileceklerini ifade ederek problemin ifadesini yapılacak gezi için ne kadar ücret ödeyecekleri şeklinde değiştirmişlerdir (bkz. Şekil 2). Bu düzenlemede öğrencilerin deneyimlerini probleme yansıtılmalarının ve daha gerçekçi düşünmeye yönelmelerinin etkisi olmuştur. Hem sınıf içi hem sınıf dışı uygulamalarda öğrencilerin problemi anlamlandırabildikleri belirlenmiştir ancak sınıf dışı uygulamada öğrencilerin canlı bir şekilde durumu yaşamaları problemi daha iyi içselleştirmelerini sağlamıştır. Sınıf içi uygulamada öğrencilere verilen problem durumu yeterli olmuş iken sınıf dışı uygulamada öğrenciler yaşadıkları deneyimleri doğrultusunda problem durumunu genişletme ihtiyacı hissetmişlerdir. Bu bağlamda düşünüldüğünde sınıf içi uygulamanın daha sınırlı kaldığı, sınıf dışı uygulamanın ise sınırları aştığı düşünülmektedir.

Modelleme sürecinin ikinci basamağı olan sadeleştirme basamağında probleme yönelik değişkenlerin belirlenmesi, bu değişkenlerin varsa sınırlılıklarının belirlenmesi, varsayımların oluşturulması ve çözüm için stratejilerin belirlenmesi gerekmektedir. Sadeleştirme basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalardaki çözüm yaklaşımları Tablo 2 'de verilmiştir.

Tablo 2. Sadeleştirme basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalardaki çözüm yaklaşımları

Sadeleştirme	
Sınıf İçi	Kişi sayısı 'x' olsun.
	5km/sa, 10km/sa, 15km/sa veya 20km/sa hızlarla bisiklet sürülebilir.
	Bisikletin kiralandığı andan bırakıldığı ana kadar geçen süre 't' olsun.
	Sisteme ödenecek toplam ücret 'y' olsun.
Sınıf Dışı	Kişi sayısı 'x' olsun.
	x kişi otobüs kullanarak Konak'a gitsin. (1 kişi için otobüs ücreti 1,25 TL)
	40 km lik mesafe yerine 10 km lik bir mesafede (Konak – İnciraltı) bisiklet sürülsün.
	Bisim sisteminden bisiklet kiralayıp y saat bisiklet gezisi yapılsın.
	İnciraltı'na gelindiğinde yemek yenilsin. (10 TL ye balık ekmek + içecek menüsünü alabilirler)
	Adımsayar uygulaması açılarak hız, yol ve zaman değişkenleri belirlensin.
Toplam ücretler T ₁ ve T ₂ olsun.	

Sınıf içi uygulamada sadeleştirme basamağında, öğrenciler çözüm için gerekli olabilecek durumları tartışmışlardır. Öğrenciler bisiklet sürmek ve sistemden bisiklet kiralamak için kişi sayısı, hava durumu, hız, süre, ödenecek para, istasyon sayısı, bisiklet sayısı, güzergah ve açlık durumu gibi değişkenlerin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bunlar arasından *kişi sayısı, hız, süre ve ödenecek para* değişkenlerinin problemi çözmek için gerekli olduğunu belirtmişler ve hız dışındaki her bir değişkene harf atamaları yapmışlardır. Hız için herhangi bir atama yapmamışlar, bunun yerine bisiklet sürme hızlarının 5km/sa, 10km/sa, 15km/sa veya 20km/sa olabileceği yönünde varsayımda bulunmuşlardır. Sınıf dışı uygulamada ise öğrenciler bisiklet sürecekleri yolu kısıtlayarak 40 km yerine 10 km uzunluğundaki Konak – İnciraltı rotasını kullanmaya karar vermişlerdir. Öğrenciler bisiklet sürerken mobil uygulama kullanarak ne kadar sürede, ortalama ne kadar hızla yol aldıklarını belirlemek istemişlerdir. Sadeleştirme basamağı bağlamında iki çözüm incelendiğinde benzer olarak öğrencilerin aynı değişkenler üzerinde durduğu görülmüştür. Sınıf dışı uygulamada farklı olarak problem bağlamının genişletilmesi sebebiyle ulaşım ve yemek ücreti gibi ek değişkenlerin dahil edildiği görülmüştür. Ayrıca sınıf içi etkinlikte yer alan 40 km bisiklet sürme eylemi öğrenciler için anlamlı gelmesine rağmen sınıf dışı uygulamada öğrenciler için bu eylem anlamlı gelmemiştir. Sınıf dışı uygulamada ortaya çıkan gidilecek mesafenin çok uzun olması ve çok zaman almasının yanı sıra dönüş yolunun da hesaba katılması gerekliliği gibi gerçek yaşama dair durumlar, sınıf içi uygulamanın gerçekçilik anlamında değerlendirilmesinin daha sınırlı olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla sınıf dışı uygulamanın sadeleştirme basamağı için daha gerçekçi varsayımlarda bulunduğu ve bunların da çözüm stratejilerini tetiklediği düşünülmektedir.

Modelleme sürecinin üçüncü basamağı olan matematikselleştirme basamağında öğrenciler daha önce belirledikleri değişkenleri ve varsayımlarını kullanarak matematiksel modeller oluşturmuşlardır. Matematikselleştirme basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı oluşturulan çözüm yaklaşımları Tablo 3 'de verilmiştir.

Sınıf içi uygulamada öğrenciler değişkenler arasındaki ilişkileri incelemişler ve orantıyı kullanarak bir matematiksel model oluşturmuşlardır. Sınıf dışı uygulamada öğrenciler ulaşım ücreti, yiyecek/içecek ücreti ve bisim sistemine ödenecek ücreti dikkate alarak ilk ve mevcut ücretlendirme olacak şekilde iki adet model oluşturmuşlardır. Sınıf içi uygulamada oluşturulan model ile sınıf dışı uygulamada oluşturulan modeller değişkenler açısından benzerlik göstermiştir. Sınıf dışı uygulamada ilk ücretlendirmeye yönelik oluşturulan model sınıf içi uygulamada oluşturulan modeli kapsamaktadır. Bu basamak için sınıf dışı uygulamadaki modellerin daha karmaşık bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Bu karmaşıklık öğrencilerin daha kapsamlı ve gerçekçi varsayımlarından dolayı ortaya çıkmıştır.

Tablo 3. Matematikselleştirme basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı çözüm yaklaşımları

Matematikselleştirme	
Sınıf İçi	<p>Bir kişinin ödeyeceği ücret $2+(t-1).1= t+1$ TL'dir. 1 kişi $t+1$ TL öder ise x kişi;</p> <p>1 kişi $t+1$ TL x kişi y TL</p> <p>Olduğundan ödenecek toplam para $y = x.(t+1)$ TL dir.</p>
Sınıf Dışı	<p>1 kişi için otobüs ücreti 1,25 TL dir. x kişi otobüs ile Konak'a gitsin. Bu durumda gidiş dönüş ulaşım ücreti toplam $2,5.x$ TL olur. Yiyecek & içecek menüsü 10 TL dir x kişi bu menüden aldığında $10x$ TL öder.</p> <p>Bisim sisteminden bisikletleri kiralayıp y saat bisiklet gezisi yapılınsın.</p> <p>a) İlk ücretlendirmeye göre; İlk saat 2 TL sonraki her saat 1 TL ise y saat için $y+1$ TL ödenir. 1 kişi $y+1$ TL ise x kişi için $x.(y+1)$ TL ödenir. Toplam maliyet : $T_1 = 2,5x + 10x + x.(y+1) = 13,5x + xy$</p> <p>b) Mevcut ücretlendirmeye göre; Her saat için 2 TL ise y saat için $2y$ TL ödenir. 1 kişi $2y$ TL ise x kişi için $x.2y = 2xy$ TL ödenir. Toplam maliyet : $T_2 = 2,5x + 10x + 2xy = 12,5x + 2xy$</p>

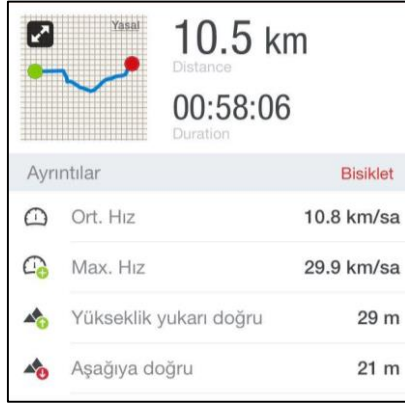
Modelleme sürecinin dördüncü basamağı olan matematiksel olarak çalışma basamağında oluşturmuş oldukları modelleri kullanarak çözüm elde etmişlerdir. Matematiksel olarak çalışma basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı oluşturulan çözüm yaklaşımları Tablo 4 'de verilmiştir.

Tablo 4. Matematiksel olarak çalışma basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı çözüm yaklaşımları

Matematiksel Olarak Çalışma																																							
Sınıf İçi	<p>Bisiklet kullanıcıları 40 km yolu farklı hız değerleriyle farklı saatlerde alacaklardır. Hız değerlerine göre süreleri aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.</p> <p>Hıza bağlı olarak değişen zaman</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Hız (km/sa)</th> <th>5</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>Süre (sa)</th> <td>8</td> <td>4</td> <td>3*</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Gerçekte 2,67 saat geçmektedir fakat sistemde 3 saat geçmiş gibi görünecektir.</p> <p>Hız, süre, kişi sayısı değişkenlerinden yola çıkarak sisteme ödenecek toplam para da değişecektir. Her bir durum için ödenmesi gereken miktar ile ilgili incelemeler aşağıdaki gibidir.</p> <p>Hıza, süreye ve kişi sayısına bağlı olarak değişen ödeme miktarı</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Hız</th> <th rowspan="2">Süre</th> <th colspan="3">Ödenecek Toplam Para: $y = x.(t + 1)$</th> </tr> <tr> <th>1 kişi</th> <th>5 kişi</th> <th>10 kişi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>45</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>25</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>20</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>15</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Hız (km/sa)	5	10	15	20	Süre (sa)	8	4	3*	2	Hız	Süre	Ödenecek Toplam Para: $y = x.(t + 1)$			1 kişi	5 kişi	10 kişi	5	8	9	45	90	10	4	5	25	50	15	3	4	20	40	20	2	3	15	30
Hız (km/sa)	5	10	15	20																																			
Süre (sa)	8	4	3*	2																																			
Hız	Süre	Ödenecek Toplam Para: $y = x.(t + 1)$																																					
		1 kişi	5 kişi	10 kişi																																			
5	8	9	45	90																																			
10	4	5	25	50																																			
15	3	4	20	40																																			
20	2	3	15	30																																			
Sınıf Dışı	<p>3 arkadaş böyle bir gezi yapacaklardır. Konak – İnciraltı arası yaklaşık 10 km olduğuna göre bisiklet ile bu mesafeyi 2 saatte gidebilirler. 2 saatte de dönebilirler. Dolayısıyla $x = 3$ ve $y = 4$ olur.</p> <p>Toplam maliyet (T) :</p> <p>a) $T_1 = 13,5x + xy = 52,5$ TL b) $T_2 = 12,5x + 2xy = 61,5$ TL</p>																																						

Öğrenciler matematiksel olarak çalışma basamağında değişkenleri tekrar gözden geçirmişler ve onlara değer atamaya başlamışlardır. Sınıf içi uygulamada öğrenciler bisiklet sürme hızını 5km/sa, 10km/sa, 15km/sa ve 20km/sa olarak ele almışlardır. Yol=hız x zaman formülünü kullanarak 40 km lik yolu farklı

hız değerleri için kaç saatte alacaklarını tablo haline getirmişlerdir. Hıza bağlı oluşturdukları zaman değerlerini kişi sayısının değişmesi durumunu da göz önüne alarak ödeme miktarının neler olabileceğini belirlemişlerdir. Sınıf dışı uygulamada ise o anda üç arkadaş bisiklet sürdükleri için öğrenciler üç kişilik ücreti belirlemişlerdir. Öğrenciler bir mobil uygulama kullanarak hızlarını ölçmüşler ve ortalama hızı 10,8 km/sa olarak belirlemişlerdir (bkz. Şekil 4).



Şekil 4. Mobil uygulamadan ekran alıntısı

Öğrenciler Şekil 4’de kesiti verilen mobil uygulamasını molalar esnasında çalıştırmamışlardır. Yaklaşık bir saat (58 dk) boyunca bisiklet sürmüşler ve molalar ile birlikte yaklaşık iki saat boyunca bisikletleri kiralamışlardır. Bisim sistemine de iki saatlik ücret ödedikleri için süreyi iki saat gidiş iki saat dönüş olmak üzere toplam dört saat olarak belirlemişlerdir. Kişi sayısını ve süreyi belirledikten sonra problemi hem ilk ücretlendirme hem de mevcut ücretlendirme için çözüm yaparak iki farklı sonuç elde etmişlerdir. Hem sınıf içi hem de sınıf dışı uygulamada ortak olarak yer alan kişi sayısı ve bisiklet kiralama süreleri için öğrenciler sayısal değerler vererek çözümler üretmişlerdir. Bisiklet sürme esnasında mola verme durumu sınıf içi uygulamada dikkate alınmazken, verilen molalar sınıf dışı uygulamada dikkate alınmıştır. Sınıf içi uygulamada bisiklet ile ne kadar hızlı gidileceğinin tam olarak hesaplanamaması ve kişi sayısının net olmamasından dolayı öğrenciler farklı hesaplamalar yapmışlardır. Bu durum sonuçlarının çeşitliliğini artırmakla birlikte matematiksel modelleme problemlerinin tek ve kesin bir sonucunun olmamasının bir göstergesi olmuştur. Sınıf dışı uygulamada ise öğrenciler sınıf içerisinde konuşulan durumu hayata geçirdikleri için daha net ve kendi durumlarını ortaya koyan matematiksel sonuçlar bulmuşlardır.

Modelleme sürecinin beşinci basamağı olan yorumlama basamağında öğrenciler elde ettikleri çözümleri yorumlamışlardır. Yorumlama basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı oluşturulan çözümler yaklaşimleri Tablo 5 ‘de verilmiştir.

Tablo 5. Yorumlama basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı çözüm yaklaşımları

Yorumlama	
Sınıf İçi	5 km/sa koşar adım yürüme hızı olarak nitelendirilebilir yani bisikletle daha hızlı gidilebilir. 20 km/sa veya 15 km/sa hızla bisiklet sürmek sporcular için gerçek olabilir. Biz 10 km/sa hızla bisiklet sürüleceğini düşünelim. Kişi sayısı fazla olursa istasyonlarda yeterli sayıda bisiklet bulamayabiliriz. Bu yüzden beş kişi bisiklet sürsün. Bisiklet sürme sürekli olmayacaktır. Aralarda dinlenme, yemek yeme gibi molalar olacaktır. Bütün molaların toplam bir saat sürdüğünü düşünürsek kişi başı birer TL daha ekleyebiliriz.
Sınıf Dışı	Sonuçlar incelendiğinde toplam arasında $T_1 < T_2$ ilişkisi vardır. Buradan Bisim sistemindeki mevcut ücretlendirmenin ilkinde oranla daha pahalı olduğu görülmüş olur. Mola sayısını artırarak ve hızı düşürerek iki saat boyunca bisiklet sürmenin tadı çıkartılabilir. Ya da mola vermeden hızlı sürülerek de bir saat içinde Konak – İnciraltı mesafesi gidilebilir. Bir saat içinde varılırsa ve bisikletleri bırakıp yemek yedikten sonra tekrar kiralansa bir kişi Bisim sistemini iki saat kullanmış olur. Böylece daha az ücret ödenir. Ayrıca yemek için balık ekmek + içecek yerine gevrek + ayran yenilirse veya evden hazırlıklı gelinirse gezi maliyeti düşebilir.

Modelleme sürecinin yorumlama basamağında sınıf içi uygulamada öğrenciler elde ettikleri on iki adet matematiksel sonucu yorumlarken sınıf dışı uygulamada öğrenciler elde ettikleri iki adet sonucu yorumlamışlardır. Sınıf içi uygulamada hız değişkenine farklı sayısal değerler atayan öğrenciler daha sonra 5km/sa hızın çok yavaş olduğu 20 km/sa ve 15 km/sa hızların da fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu doğrultuda bisiklet sürme hızının 10 km/sa olabileceğine karar vermişlerdir. Ek olarak çok sayıda kişinin aynı anda bisiklet bulamayabilecekleri düşüncesi ile kişi sayısını beş kişi olarak belirlemişlerdir. Dolayısıyla elde edilen on iki adet sonuçtan *'beş kişinin bisiklet kiralaması ve ortalama 10 km/sa hızla bisiklet sürmesi yani sisteme toplamda 25 TL ödemesi'* sonucunu en uygun sonuç olarak kabul etmişlerdir. Ayrıca bisiklet sürerken molaların hesaba katılmasıyla sisteme ödenecek ücretin artabileceği yönünde yorumlarda bulunmuşlardır. Sınıf dışı uygulamada ise öğrenciler gidilen mesafenin molalarla birlikte yaklaşık 1 saat 20 dk sürdüğünü ve eğer mola vermezlerse veya molaları azaltarak daha hızlı kullanabilirlerse bir saat içerisinde bisikletleri teslim edebileceklerini dolayısıyla daha az ücret ödeyeceklerini belirtmişlerdir. Gezi için evden yeme – içme konusunda hazırlıklı gelmesinin gezi masrafını azaltacağını belirtmişlerdir. Ayrıca mevcut ücretlendirme sisteminin kullanıcılar için ilk ücretlendirmeye oranla daha pahalı olduğunu da vurgulamışlardır. Sınıf içi uygulamada öğrenciler çok sayıda sonuç elde etmelerine rağmen doğru yorumlamalar yaparak sekiz saat bisiklet sürmek veya sürekli olarak 20 km/sa hızda bisiklet sürmek gibi gerçekçi olmayan koşulları eleyebilmişlerdir. Buna karşılık olarak sınıf dışı uygulamada elde edilen sonuçlar zaten gerçeği yansıttığı için öğrenciler herhangi bir eleme işlemi yapmamışlardır. Sınıf içi uygulamada öğrenciler önceki basamaklarda molaları dikkate almamış olmalarına rağmen yorumlama basamağında bu duruma yer vermişler ve sonuçların (ödenecek ücretin) verilen molalar sebebiyle daha fazla olabileceğini belirtmişlerdir. Sınıf dışı uygulamada ise molalar önceki basamaklarda dikkate alındığı için yorumlama basamağında yeme içme durumlarına yönelik öneriler sunmuşlardır. Her iki uygulamada da öğrenciler çözümlerini yorumlamada doğru yaklaşımlar sergilemişlerdir.

Modelleme sürecinin son basamağı olan doğrulama basamağında elde edilen sonuçların ve yapılan işlemlerin doğruluğu tartışılmaktadır. Doğrulama basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı oluşturulan çözüm yaklaşımları Tablo 6 'da verilmiştir.

Tablo 6. Doğrulama basamağı açısından sınıf içi ve sınıf dışı çözüm yaklaşımları

Doğrulama	
Sınıf İçi	Tam olarak doğrulama yapabilmek için 5 kişinin ortalama 10 km/sa hızla bisiklet sürmesi gerekmektedir.
Sınıf Dışı	3 arkadaş Bisim sistemini kullanarak mevcut tarife ile Konak – İnciraltı arası gezi yapmıştır. Ulaşım ve yemek ücretleri aynen çözümdeki gibidir. Bisiklet ile Konak – İnciraltı arası molalarla birlikte yaklaşık 1 saat 20 dakika sürmekte olup sisteme 2 saatlik ücret ödenmiştir. Bu gezide mevcut ücretlendirme ile bisiklet kiralanmış ve toplamda 61,5 TL harcanmıştır. Bu sonuç bulunan çözümlerden T ₂ ye eşittir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde en zorlandıkları basamak doğrulama basamağı olmuştur. Sınıf içi uygulamada elde edilen 12 adet matematiksel sonuçtan hangisinin daha doğru olduğu tartışılarak bir sonuç kabul edilmiştir. Bazı öğrenciler, en son alınan ortak karara bağlı olarak 5 kişinin ortalama 10km/sa hızla bisiklet sürmesini önermişlerdir. Bu durumu gerçek hayata taşıdıktan sonra sisteme ödeyecekleri ücret ile ortak kararlarını karşılaştırarak doğrulama yapabileceklerini ifade etmişlerdir. Sınıf içi uygulamada öğrencilerin bu önerisi hayata geçirilemeyeceğinden ötürü doğrulama yapılamamıştır. Sınıf içi uygulamadaki bu sınırlılığın doğrulama yapılmasına engel olduğu söylenebilir. Sınıf dışı uygulamada öğrenciler sistemi kullandıkları için elde edilen sonuç gezide harcanan toplam ücreti belirtmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin modelleme sürecinin her basamağında doğrulama yapmışlardır. Sınıf dışı uygulamada doğrulama basamak basamak ilerlerken sürekli bir şekilde yapılmıştır. Böylece öğrencilerin gerçek ortamda durumu yaşamalarının doğrulama yaklaşımlarını farkına varmadan sürekli sergilemelerine neden olmuştur.

3.2. Sınıf İçi Ve Sınıf Dışı Modelleme Uygulamalarının Öğrenciler Açısından İncelenmesi

Sınıf içi uygulama sonrası öğrencilerin yazdıkları yansıtıcı günlükler modelleme problemine yönelik görüşler, modelleme sürecine yönelik görüşler ve yaşanan güçlükler olmak üzere üç kategori altında analiz edilmiştir. Bu kategorilere ilişkin öğrenci görüşleri Tablo 7 ile gösterilmiştir.

Tablo 7. Sınıf İçi Uygulamaya Yönelik Öğrenci Görüşleri

Kategoriler	Kodlar	f (n=30)
Modelleme Problemine Yönelik Görüşler	İlgi çekici/Zevkli	13
	İlgi çekici değil/Sıkıcı	10
	Zor	5
Modelleme Sürecine Yönelik Görüşler	Basit	2
	Sadeleştirme	24
	Matematikselleştirme	21
	Matematiksel Olarak Çalışma	9
	Modelleme uygulamalarına alışamama	9
Yaşanan Güçlükler	Model oluşturma	7
	Varsayımda bulunma	5
	Doğrulama	3
	Tek bir doğru yanıt olmaması	1
	Güçlük yok	5

İlk kategoride öğrencilerin yanıtları modelleme problemi özelinde değerlendirilmiştir. Bu kategori altında öğrenciler modelleme problemini ‘ilgi çekici/zevкли’, ‘ilgi çekici değil /sıkıcı’, ‘zor’ veya ‘basit’ şeklinde değerlendirmişlerdir. Öğrencilerin modelleme sürecine yönelik görüşleri sorulduğunda öğrenciler çoğunlukla varsayım oluştururken hangi unsurlara dikkat ettiklerini, nasıl model oluşturduklarını veya model oluşturmadan çözüm yaptıklarını, yaptıkları işlemler doğrultusunda çok sayıda sonuç bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu ifadeler modelleme sürecinin ‘sadeleştirme’, ‘matematikselleştirme’ ve ‘matematiksel olarak çalışma’ aşamalarına karşılık gelmektedir. Etkinlik süresince yaşadıkları güçlükler sorulduğunda ise öğrencilerin çeşitli güçlükler ile karşılaştıkları gözlemlenmiş ve kodlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin bu soruya güçlük yok şeklindeki ifadeleri de bu kategori altında değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin modelleme problemine ilişkin farklı görüşleri olduğu görülmüştür. Problem durumu için öğrenciler çoğunlukla ilgi çekici ve zevкли şeklinde ifadeler kullansalar da problem durumunun ilgi çekici olmadığına ve zorluğuna değinen öğrenciler de olmuştur. Öğrencilerin modelleme problemini nasıl gördüklerine ilişkin görüşleri aşağıdaki gibidir.

‘Problem dikkatimi çekti. Çünkü bisiklet sürmeyi severim.’ (Ö-1)

‘İlgi çekici değildi. Çünkü günlük yaşamda birçok kişi için bu durum merak konusu bile değildir.’ (Ö-23)

‘Problemi görünce zor olduğunu düşündüm fakat çözdükçe daha kolay oldu.’ (Ö-30)

Bisiklet sürme pek çok öğrencinin sevdiği bir eylem olduğu için bisiklet ile ilgili bir bağlam verilmesi öğrencilerin ilgisini çekmiştir. Buna karşılık bisiklet sürmeyi sevmeyen öğrenciler için de bu bağlam ilgi çekiciliğini kaybetmiştir. Öğrenciler modelleme etkinliklerine alışkın olmadıkları için önyargılı olmuştur ve problemi daha çözmeye çalışmadan çok zor şeklinde nitelendirme eğilimine gitmişlerdir. Problemi çözmeye başladıktan sonra öğrenciler problemin başta düşündükleri kadar zor olmadığını görmüşlerdir.

Modelleme süreci bağlamında sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarına ilişkin öğrenci ifadelerinin olduğu görülmüştür.

‘Varsayımda bulunurken ne kadar sürede gidebileceklerine, kaç kez mola vereceklerine ve yolun uzunluğuna dikkat ettik.’ (Ö-11)

‘Varsayımda bulunurken gerçek hayatta olabilirlik oranına yani gerçekçiliğine dikkat ettik.’ (Ö-21)

'Cevabı model oluşturmadan bulmuştuk. Sınıf tartışmasından sonra model oluşturmamız gerektiğini hatırladık.' (Ö-2)

'Kişi sayısını her değiştirdiğimizde farklı sonuç bulduk. Böylece benzer bir gezi yaparsak kişi sayısına göre ne kadar ücret ödeyeceğimizi bilebiliriz.' (Ö-7)

'İnternette bisiklet hızı ile yaptığım araştırmalara dikkat ettim. Ayrıca insanların yorulma gibi özelliklerine de dikkat ettim.' (Ö-17)

'Hava durumuna, bir istasyondaki bisiklet sayısına, yolun durumuna ve kişi sayısına dikkat ederek model oluşturduk' (Ö-22)

Öğrenciler sadeleştirme basamağında varsayımlarının gerçekçi olmalarına dikkat etmişlerdir. Problem bağlamına özgü ne kadar süre geçeceği, ne kadar mola verileceği, bisiklet sayısı, kişi sayısı gibi değişkenleri incelemişler ve bu değişkenler hakkında yorumlar yapmışlardır. Matematikselleştirme basamağında model oluşturma durumlarına yönelik görüşlerini belirtmişlerdir. Bazı öğrenciler model oluşturabilmişken bazı öğrenciler model oluşturmadan problemi çözme eğiliminde olmuşlardır. Matematiksel olarak çalışma basamağında ise sonuçların çeşitliliğini belirtmişlerdir. Atadıkları değişkenlere (örneğin kişi sayısı) göre çok sayıda sonuçlar elde ettiklerini ifade etmişlerdir.

Uygulama esnasında öğrenciler farklı güçlükler yaşamışlardır. Öğrencilerin bu problem için en büyük güçlükleri model oluşturmak olmuştur. Güçlük yaşayan öğrencilerin aksine herhangi bir güçlük yaşamadan çözüm yapan öğrenciler de bulunmaktadır. Öğrencilerin yaşadıkları güçlükleri gösteren kesitler aşağıdaki gibidir.

'Değişken sayısı çoktu. Onları belirlemek, azaltmak zorladı.' (Ö-26)

'Model oluşturmadan problemi çözmüştük. Grup içinde tartışırken de direkt olarak sayılar ile işlem yapmıştık. Model oluşturmak zor gelmişti.' (Ö-4)

'Çok fazla sonuç çıktı. Hangisinin daha doğru olduğuna karar vermek zor oldu.' (Ö-28)

'Problemi çok beğendik ve zorluk yaşamadan çözüm yaptık. Eğlenceli bir problemdi' (Ö-9)

Öğrencilerin problem durumunda dikkate almaları gereken pek çok unsur olması nedeniyle birçok değişken belirlenmesinin gerektiği ve bu nedenle de bu değişkenler arasından hangilerinin model oluştururken dikkate alınacağını belirlemede güçlükler yaşadıkları görülmüştür. Öğrenciler matematik derslerinde alışkın oldukları gibi modelleme etkinliğinde de sayılar vererek işlemler yapma eğiliminde olmuşlardır. Model oluşturma öğrenciler için yeni karşılaştıkları bir kavram olduğu için model oluşturmak zor gelmiş ve model oluşturmadan problemi çözmeye çalışmışlardır. Derslerinde alışık oldukları bir diğer durum ise problemlerin tek bir cevabının olmasıdır. Modelleme etkinliğinde birden fazla sonuç olması öğrencilere güçlük yaratmış ve bu sonuçlardan hangisinin daha doğru olacağını kestirmede zorluklar yaşamışlardır. Problemi çözerken güçlük yaşayan öğrencilerin yanı sıra hiç güçlük yaşamayan, bu etkinlik üzerinde çalışmaktan zevk alan öğrenci görüşleri de olmuştur.

Sınıf dışı modelleme uygulaması sonrasında öğrencilerle gerçekleştirilen grup görüşmesinde Bisim Etkinliği'ne ilişkin ilk gözlemleri sorulmuştur. Bu soruya yönelik öğrenci görüşleri aşağıdaki gibidir.

Araştırmacı: Sınıf içinde ve sınıf dışında olmak üzere iki durumda Bisim Etkinliği üzerine çalıştınız. Bu iki durum arasında konuşacağınız biraz. İlk olarak size Bisim Etkinliği ile ilk karşılaştığımızda neler hissettiğinizi sormak istiyorum. Neler hatırlıyorsunuz?

Sercan: Çok sıkıcı olur demiştim.

Burak: Bisiklet ile matematiğin nasıl ilişkili olabilir diye düşünmüştüm. Tam bağdaştıramadım.

Semih: Karışık bir problem gibi gelmişti bana.

Öğrenciler etkinliği karmaşık, sıkıcı ve matematikle alakasız olarak nitelendirmişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin etkinliğe yönelik başlangıçta olumsuz duygular besledikleri söylenebilir. Sınıf içi

uygulamaya başlamadan önce olumsuz duygulara sahip öğrencilerin problemi çözdükten ve sınıfta tartıştıktan sonra görüşlerinin nasıl değiştiği sorulmuştur.

Araştırmacı: Problemi ilk gördüğünüzde olumsuz bir yaklaşımınız vardı. Sınıf içi uygulamadan sonra görüşleriniz nasıl değişti?

Burak: Bisiklet ile matematik arasında bir bağlantı bulamamıştık başta ama aslında her şey matematiğe uyarlanabilir yani.

Sercan: Matematik daha elverişli hale geldi sanki.

Semih: Normal matematik dersinde yaptıklarımızdan farklı geldi daha ilgi çekici oldu.

Bisim etkinliği ile ilk kez karşılaştıklarında olumsuz bir yaklaşım sergileyen öğrencilerin sınıf içi uygulamadan sonra etkinliğe karşı bu yaklaşımlarının değiştiği görülmüştür. Öğrenciler, Bisim etkinliği gibi modelleme etkinliklerinin matematik derslerinde gördükleri problemlerden daha farklı ve daha ilgi çekici bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca matematiği sadece bir ders olarak görmekten ziyade matematiğin gerçek hayatın pek çok yerinde olabileceğine (örneğin bisiklet sürerken matematiği kullanma) yönelik görüşleri olmuştur.

Öğrencilere sınıf dışı uygulama kapsamındaki gezide nelere dikkat ettikleri ve neler gözlemledikleri sorulmuş ve araştırmacı ile aralarında aşağıdaki diyalog geçmiştir.

Araştırmacı: O gün gezide nelerle karşılaştınız? Nelere dikkat ettiniz?

Sercan: Fiyatı değişmişti. Merkezi bir yerde buluşup daha kısa bir mesafe bisiklet sürmüştük. Bisikletleri bıraktıktan sonra hem şimdiki hem de eski sisteme göre hesaplamıştık.

Burak: Bisiklet kiralama istasyonunda bisiklet sayısı azdı. Biz kiralayabilmiştik ama ilerleyen saatlerde çoğu durakta fazla bisiklet kalmamıştı.

Semih: Yol durumuna da dikkat etmiştik. Hangi güzergahtan gideceğiz? Yollar düzgün mü? Yolu uzatacak mıyız? Gibi sorularımız oldu ama birkaç yer dışında hep bisiklet yolunu kullandık.

Sınıf dışı uygulama için merkezi bir Bisim İstasyonunda buluşan öğrencilerin ilk olarak dikkatlerini çeken şey ücretlendirme sisteminin değişmesi olmuştur. Öğrencilerin buldukları konum 40 kilometrelik rotanın ortalarında olduğu için öğrenciler tüm rotayı tamamlamak yerine daha kısa bir parçasını tamamlamayı planlamışlardır. İstasyondaki bisiklet sayısının çok fazla olmadığını ve gezi esnasında gördükleri diğer istasyonlarda bisiklet sayısının az olması da öğrencilerin dikkatini çekmiştir. Bu durum çözüm esnasında kişi sayısının belirlenmesi esnasında önemli bir veri olmuştur.

Öğrencilerden sınıf dışı uygulamadan elde ettikleri çözümü sınıf içi uygulamadaki çözüm ile karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin bu karşılaştırmaya yönelik görüşleri aşağıdaki diyalogda verilmiştir.

Araştırmacı: Sınıf içi ve sınıf dışı olmak üzere aynı problem ama iki farklı uygulama var önünüzde. Bu ikisini karşılaştırabilir misiniz?

Burak: Sınıf dışında daha çok matematikselleştirilip daha kesin hale getirilmiş.

Semih: Sınıf içinde çok fazla varsayım vardı, çok fazla seçenek vardı. Kişi sayısı, bisiklet sayısı, hava durumu gibi değişkenler belirsizdi. Ama sınıf dışında zaten 3 kişi gitmiştik, yeteri kadar bisiklet vardı, havanın da uygun olduğu bir zamanda gitmiştik. Bu yüzden bu değişkenler üzerine çok fazla düşünmedik.

Sercan: Evet. Sınıf içi daha genel olmuş ama sınıf dışında birçok değişken daha net. Yeme içme ve ulaşım ücretlerini de dahil etmiştik sınıf dışında ama bunu sınıf içinde düşünmemiştik.

Burak: Sınıf içinde 40 km yolu düşünürken sınıf dışında o kadar bisiklet süremeyeceğimizi düşündük. Sonuçta o yolu geri gelmesi de var.

Sercan: Sınıf dışında değişiklik yapmıştık bunları yapmadan önce bisiklet kiralayıp sürdüğümüz için deneyimledik. 2 saat sonra yorulduk ve acıktık mesela. Bunun üzerine yemek yedik bir yerde ve bu ücreti de gezinin toplam ücretine dahil ettik.

Semih: Evet değişkenleri kendimiz gördük. Sınıfta muhabbetini ediyorduk ama sınıf dışında yaşadık.

Burak: Sınıf dışı uygulama daha gerçekçi oldu bence.

Semih, Sercan: Aynen katılıyorum.

Öğrenciler sınıf içi uygulamada çözüm yaparken çok sayıda değişkeni göz önüne almışlardır. Sonrasında bu değişkenlerin problem için gerekli olup olmadığına karar vermişlerdir. Sınıf dışı uygulamada ise öğrenciler sınıfta düşündükleri bazı değişkenlerin daha net olduğunu ve sınıfta düşünülmemeyecek başka değişkenlerin (yeme içme ve ulaşım ücretleri gibi) de olabileceğini belirtmişlerdir. Değişkenleri belirleme açısından incelendiğinde öğrencilerin sınıf dışı uygulamada daha doğru ve daha gerçekçi yaklaşımlar sergilemişlerdir. Öğrenciler sınıf içi uygulamada daha genel sonuçlar bulduklarını ve sınıf dışı uygulamada ise birçok durumun daha net olduğunu belirtmişlerdir. Sınıf dışı uygulamada, sınıf içi uygulamada akla gelemeyecek durumların ortaya çıktığı görülmüştür. Öğrencilerin problem durumunu deneyimlemeleri varsayımlardan hareket etmek yerine gerçek verilerle çözüm yapmalarını tetiklemiştir. Öğrenciler bu iki çözümü karşılaştırdıklarında modelleme sürecinin her basamağı açısından sınıf dışı uygulamanın daha gerçekçi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada bir matematiksel modelleme etkinliği hem sınıf içinde hem sınıf dışında uygulanmış ve bu iki uygulamanın benzer ve farklı yanları ile sınırlılıkları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sınıf dışı uygulamada herhangi bir süre kısıtlaması olmayışı öğrencilerin daha rahat hissetmelerine ve kendilerini daha çok etkinliğe adapte etmelerine sebep olmuştur. Süre sıkıntısının olmayışı öğrencileri duyuşsal olarak olumlu yönde etkilemiştir.

Her iki uygulama sürecinde de öğrencilerin problemlere çözüm üretebildikleri ancak çözüm sürecinde bazı farklılıkların ortaya çıktığı görülmüştür. Sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalara bilişsel açıdan bakıldığında; öğrencilerin sınıf içerisinde düşünemedikleri veya hayal edemedikleri durumları ve değişkenleri sınıf dışında düşünebilmeleri ve sınıf içinde belirsiz olan bazı koşulların sınıf dışı uygulamada daha net oluşu sınıf dışı uygulamanın modelleme sürecinin basamakları açısından daha verimli geçtiğini ortaya çıkarmıştır. Modelleme sürecinin sadeleştirme basamağında öğrencilerin problemin çözümü için gerekli olan değişkenleri belirleyememeleri ve bu değişkenlere yönelik yorum yapamamaları gibi güçlükler (Graham ve Thomas, 2000; Hıdıroğlu, Tekin Dede, Kula ve Bukova Güzel, 2014) sınıf içi uygulamada görülmüş olmasına rağmen sınıf dışı uygulamada öğrenciler bu tür bir sıkıntı yaşamamışlardır. Modelleme çalışmalarında görülen genel bir eğilim olan model oluşturmadan problemi çözme eğilimi bu çalışmada da ortaya çıkmıştır. Öğrencilerden bazılarının sınıf içi çözümlerde model oluşturmak yerine bağlamda verilen sayılarla dört işlem yaparak çözüme ulaşma eğiliminde (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Blum, 2011; Elçi, 2020; Tekin Dede, 2017) oldukları görülse de sınıf tartışmasında model oluşturmanın önemini kavramışlar ve varsayımlarına uygun olarak model oluşturmaya başlamışlardır. Sınıf tartışmasının yanı sıra araştırmacının öğrencileri sürekli olarak model oluşturmaya teşvik etmesi de bu eylemlerde etkili olmuştur. Sınıf içinde model oluşturmanın önemini kavrayan öğrenciler sınıf dışında bu duruma ayrıca dikkat etmişler ve sınıfta oluşturduklarından daha gerçekçi ve daha karmaşık modeller oluşturabilmişlerdir. Bu durum sınıf içi tartışmaların öğrencilerin modelleme kavramını algılamalarında öneme sahip olduğunu göstermiştir. Modelleme problemlerinin model oluşturmayı ve varsayımda bulunmayı gerektirmesi ve birden fazla çözüm yolu ve sonuçlarının olması gibi epistemolojik özellikleri öğrencilerin problemde güçlükler yaşamalarına yol açmıştır.

Sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalara duyuşsal açıdan bakıldığında, öğrencilerin sınıf dışı uygulamada daha rahat, daha istekli ve daha özgüvenli oldukları görülmüş ve dolayısıyla kendilerini ifade etme açısından ve çözüm sürecine dahil olma açısından daha verimli bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Sınıfın kalabalık oluşu, grup çalışmalarında ortaya çıkan gürültü ve karmaşa ortamı sınıf dışında tek

bir grubun olması nedeniyle yaşanmamış olduğundan sınıf dışı uygulamada öğrencilerin dikkatini dağıtacak unsurlar oluşmamıştır. Sınıf dışına katılan öğrenciler daha motive olduklarını, hem bisiklet sürdükleri hem de matematik yaptıkları için durumu daha eğlenceli bulduklarını belirtmişlerdir. Problem özelinde incelendiğinde bisiklet istasyonlarındaki bisiklet sayısı bu etkinliğe katılacak öğrenci sayısını belirlemede önemli bir etken olmuştur. Dolayısıyla sınıf içinde ortaya atılan 10 kişinin bisiklet sürmesi varsayımı sınıf dışında gerçekçiliğini yitirebilmektedir. Benzer şekilde diğer varsayımların (bisiklet sürme hızı, kaç km yol alınacağı gibi) da gerçekçiliği sınıf dışı uygulamada sorgulanmıştır. Dolayısıyla sınıf dışında yürütülen etkinliğin her aşaması sınıf içi uygulamanın bir doğrulaması niteliğinde olduğu söylenebilir. Sınıf dışı uygulama daha gerçekçi varsayım, model ve sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalar arasındaki farkı oluşturan temel şey sınıf dışı uygulamaya katılan öğrencilerin problem durumunu bizzat yaşamaları, deneyimlemeleri olmuştur. Bu temel farklılık öğrencilerin problemi anlama basamağından itibaren öğrencilerin daha gerçekçi yaklaşımlar sergilemelerini sağlamıştır. Alan yazında ifade edilen modelleme sürecinde öğrencilerin yaşadıkları değişkenleri belirleyememe, model oluşturamama, çözümü yorumlayamama ve doğrulama yapamama gibi güçlüklerin (Peter Koop, 2004; Maaß, 2007; Blum ve Borromeo Ferri, 2009, Tekin Dede, 2016) gerçekleştirilen sınıf dışı uygulama ile ortadan kalkmıştır. Öğrenciler sınıf içi uygulamada varsayımda bulunurlarken varsayımların gerçekçi olup olmadığını doğrulamamışlardır. Ancak sınıf dışı uygulamada öğrenciler bisiklet sürmeyi deneyimleyerek ve akıllı telefon uygulaması kullanarak hız değişkeni için gerçekçi ve kesin bir sonuç belirlemişler, sınıf içi uygulamadaki önceki varsayımlarından hangisinin daha gerçekçi olduğunu irdelemişlerdir. Böylece doğrulama ile bu güçlük ortadan kalkmıştır.

Sınıf içi uygulamanın sınırlığı, ancak durumu deneyimledikten sonra fark edilebilecek bazı değişiklikleri fark edilememesidir. Sınıf içi ve sınıf dışı uygulama karşılaştırıldığında sınıf dışında öğrencilerin daha gerçekçi bir süreç geçirdiği görülmüştür. Sınıf dışı uygulama sınıf içi uygulamanın bir doğrulaması olmuştur. Sınıf içi etkinliklerde kesin olarak belirlenemeyen etkenlerin sınıf dışı uygulamalarda belirlenebilme veya kısıtlayabilme imkanı sunması, öğrencilerin sadece kendi gruplarıyla ve süre sıkıntısı yaşamadan çalışmalarını yönleriyle sınıf dışı uygulamanın sınıf içi uygulamaya oranla daha etkili olduğu söylenebilir.

Sonuçlardan hareketle, sınıf dışı modelleme etkinliklerinde zamanın okul ortamındaki derse göre daha esnek olması, proje ödevi gibi düşünüldüğünde daha az öğrenci ile gerçekleştirilmesi, problem durumuyla doğal ortamında uğraşılması, modelleme sürecinin birçok aşamasının daha gerçekçi olmasından dolayı sınıf içerisinde düşünülemezken değişkenlerin hesaba katılabilmesi gibi durumların bu sürecin öğrencilerin daha çok ilgilerini çekmesine, problem çözümüne daha olumlu yaklaşımlarına neden olduğunu söyleyebiliriz. Bu sonuçlara paralel olarak Çağlar vd. (2018) yaptıkları çalışmada sınıf dışı öğrenme ortamlarının ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu ayrıca matematiğe yönelik kaygı düzeylerini de olumlu yönde etkilediğini görmüşlerdir. Sözer (2013) de doğayla iç içe tasarlanmış bir öğrenme ortamında yaptığı çalışma sonucunda, doğada öğrenmenin öğrencilerin gelişiminde başta bilişsel, duyuşsal ve sosyal olmak üzere çok yönlü kazanımlar sağlayabildiğini ifade etmiştir. Kurtuluş'un (2015) çalışmasında da sınıf dışı uygulanan etkinliğin hem öğrenci hem de öğretmen açısından yararlı olduğu, etkinliğin öğrencilerin ilgisini çektiği görülmüştür. Ürey vd.'nin (2013) çalışmasında da ise öğretmenlerin sınıf dışı eğitimin uygulanabilirliği ile ilgili bazı kaygıları olsa da, özellikle disiplinler arası ve yarı esnek bir program sunması, güncel yaşam deneyimleri ile okulda öğrenilenler arasında bir ilişki oluşturması ve alternatif bir öğrenme ortamı oluşturmuş olması gibi faktörlerin öğretimsel bazı avantajlarının olduğunu düşündükleri görülmüştür.

Bu çalışmada uygulanan Bisim Etkinliği lise düzeyinde öğrenilen matematik kavramlarının gerçek hayatta kullanılması amacı ile uygulanmıştır. Matematiksel kavramların öğretiminde Bisim etkinliği ve benzeri etkinliklerin kullanılabilmesi ve bu etkinliklerin sınıf dışı uygulamaları da yürütülebileceği düşünülmektedir. Bisim etkinliği küçük değişikliklerle farklı ortaokul düzeylerinde örüntü, cebirsel

ifade; farklı lise düzeylerinde denklem kurma ve çözüme, fonksiyon, aritmetik dizi gibi konuların öğretiminde veya öğrenilen konuların uygulaması niteliğinde kullanılabilir. Bunun dışında trigonometri konularının açı ve uzunluk kavramlarını birleştiren bir konu olması nedeniyle öğleden sonra okul bahçesinde 1 çubuğun güneşin gelme açısına bağlı olarak gölge uzunluğunu ölçme üzerine bir etkinlik gerçekleştirilebilir. Böylece kavramsal öğrenme de sağlanabilir. Bu tarz etkinlikleri sınıf dışı bir ortamda uygulamak isteyen öğretmenlere kendi okullarındaki imkanları kullanmalarını önerilmektedir. Okul bahçesindeki bir heykelin boyutlarının incelenmesi, yer döşemelerinin kapladığı alanların incelenmesi, bayrak direklerinin boyunun hesaplanması gibi etkinliklerin bu amaç doğrultusunda kullanılabilir. Müzeler, bilimsel kamplar, botanik bahçeleri gibi belirli öğretimsel veya bilimsel amaçları olan öğrenme ortamlarının yanı sıra vapur iskelesi, bisiklet parkuru gibi ortamların da öğrenme ortamına dönüştürülebileceğini düşünülmektedir. Bu ortamlarda öğrencilerin güvenliği, rahat çalışma imkanları bulmaları ve hareket alanlarının olmaları gibi hususlar da dikkate alınması gerekmektedir. Sınıf dışı modelleme uygulamalarında etkinliğe katılacak olan öğrenci sayısı belirlenirken hem öğrencilerin güvenliği hem de kontrolü açısından düşünüldüğünde az sayıda olmasına dikkat edilmesi gerekir. Sınıf dışı etkinlikler her zaman okuldan bağımsız olmak zorunda da değildir. Ardışık 2 ders olduğunda veya gün içindeki tüm dersler bittikten sonra okulun bahçesinde modelleme etkinlikleri gerçekleştirilebilir. Sınıf dışı uygulamada dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur da uygulanacak etkinliğin belirlenmesidir. Uygulanacak etkinlik öğrenciler için anlamlı olması ve gerçekçi olması gerekmektedir. Ayrıca sınıf dışı uygulama esnasında öğrencilerin güvenliği hususunda öğretmenlerin dikkatli olması gerekmektedir. Modelleme etkinliklerini derslerinde kullanmak isteyen eğitimcilere sınıf içi uygulamaların yanında sınıf dışı uygulamalar da yürütmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- Aydın Güç, F., & Baki, A. (2016). Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 621-645.
- Aydoğan Yenmez, A. (2017). Teknolojinin matematiksel modelleme sürecine etkileri. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (26), 602-646.
- Bahadır, E., & Hırdıç, K. (2018). Matematik müzesinde yürütülen öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin matematikleştirme sürecine katkıları ve uygulama hakkında öğrenci görüşleri. *Electronic Turkish Studies*, 13(26), 151-172.
- Blum, W. (1993). Mathematical modelling in mathematics education and instruction. In T. Breiteig, I. Huntley, & G. Kaiser-Messmer (Eds.), *Teaching and learning mathematics in context* (pp. 3-14). Chichester, UK: Horwood.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. (pp. 15-30). New York: Springer.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: can it be thought or learned?. *Journal Of Mathematical Modelling And Application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects – state, trends and issues in mathematics instruction. In: *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37-68.
- Blum, W., & Leiss, D. (2005). "Filling Up"-the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In *CERME 4-Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1623-1633).
- Borromeo Ferri, R. (2007). Modelling problems from a cognitive perspective. In C. Haines et al. (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics* (pp. 260-270). Chichester:

Horwood.

- Bukova Güzel, E. (Ed.). (2016). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme araştırmacılar, eğitimciler ve öğrenciler için. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Çağlar, S., Ünal, Y., Çalışkan, B., Gürel, R. & Durmaz, B. (2018). İnfomal öğrenme ortamlarının ortaokul öğrencilerinin matematik tutumuna etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(23), 11-26
- Deniz, D., & Akgün, L. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yönteminin sınıf içi uygulamalarına yönelik görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 103-116.
- Elçi, A. N. (2020). The compatibility of model eliciting activities of secondary school teacher candidates with design principles. *Journal of Computer and Education Research*, 8(15), 305-322.
- English, L. D., & Watters, J. (2004). Mathematical modelling with young children. 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2, 335-342.
- Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 171-190
- Graham, A. T. and Thomas, M. O. J. (2000). Building a Versatile Understanding of Algebraic Variables with a Graphic Calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 265- 282.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Özalıtın Çelik, A., Kula Ünver, S., & Bukova Güzel, E., (2018). Matematik öğretmeni adaylarının teknoloji destekli matematiksel modelleme süreci çerçevesinde Uzaklık Problemi'ne ilişkin çözümleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 782-809.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-17.
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2014). Matematiksel modellemede GeoGebra kullanımı: Boy-ayak uzunluğu problemi. *Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 29-44.
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2015). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modellemede ortaya çıkan üst bilişsel yapılar. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(2), 179-208.
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2016). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 313-350.
- Kaiser G., & Maaß K. (2007) Modelling in lower secondary mathematics classroom – problems and opportunities. In: Blum W., Galbraith P.L., Henn HW., Niss M. (eds) *Modelling and Applications in Mathematics Education*. New ICMI Study Series, vol 10. Springer, Boston, MA
- Karlık T., & Bukova Güzel E. (2014) Karşıyaka vapur iskelesi probleminin 9. sınıf öğrencilerine uygulanması, uygulamanın ve öğrencilerin modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi. 11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kurtuluş, A. (2015). İnfomal (sınıf dışı) öğrenme ortamı pi günü: Büyük risk yarışması örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*. 4(1). 107-116.
- Lesh, R., & Lehrer, R. (2003). Models and modeling perspectives on the development of students and teachers. *Mathematical Thinking and Learning*, 5(2-3), 109-129.
- Lingefjard, T. (2002). Teaching and assessing mathematical modelling. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 21(2), 75-83.
- Maaß, K. (2007). Modelling in class: What do we want the students' to learn? In: Haines, C. et al. (Eds), *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics*. Chichester: Horwood, 63-78.

- Muşlu, M., & Çiltaş, A. (2016). Doğal sayılarda işlemler konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına etkisi. *Bayburt Üniversitesi Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 329-343.
- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın, F. T., & Gülbağcı, H. (2009). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65-73.
- Özaltun Çelik, A., & Bukova Güzel, E. (2018). Doğrusal fonksiyonun öğrenilmesine yönelik tasarlanan matematiksel modelleme etkinliği üzerine çalışan öğrencilerin nicel muhakemeleri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 53-85.
- Özaltun Çelik, A., & Bukova Güzel, E. (2019). İkinci Dereceden Fonksiyonların Öğrenilmesi Sürecinde Öğrencilerin Nicel Muhakemelerini Tetikleyen Bir Öğretim Dizisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 157-194.
- Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç.N., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 66-88.
- Özer, A. Ö., & Bukova Güzel, E. (2016). Öğrenci, öğretmen adayı ve öğretmenlerin bakış açısından matematiksel modelleme problemleri. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 57-73.
- Peter Koop, A. (2004). Fermi problems in primary mathematics classrooms: Pupils' interactive modelling processes. In I. Putt, R. Farragher, & M. McLean (Eds.), *Mathematics education for the third millenium: Towards 2010* (Proceedings of the 27th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, pp. 454-461). Townsville, Queensland: MERGA.
- Rennie, L.J., & McClafferty, T.P. (1996). Science centers and science learning. *Studies in Science Education* 27: 53-98.
- Saka, E., & Çelik, D. (2018). Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde teknolojinin rolü. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 116-149.
- Saraç, H. (2017). Türkiye'de okul dışı öğrenme ortamlarına ilişkin yapılan araştırmalar: içerik analizi çalışması. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 60-81.
- Sözer, Y. (2013). Doğada gerçekleştirilen bir matematik yaz kampının lise öğrencileri üzerindeki etkilerinin öğrenci görüşlerine göre incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-18.
- Tekin Dede, A. (2016). Modelling difficulties and their overcoming strategies in the solution of a modelling problem. *Acta Didactica Napocensia*, 9(3), 21-34.
- Tekin Dede, A. (2017). Modelleme yeterlikleri ile sınıf düzeyi ve matematik başarısı arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Elementary Education Online*, 16(3), 1201-1219.
- Tekin Dede, A., & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(3), 185-206.
- Tekin Dede, A., & Yılmaz, S. (2014). 6. Sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterlikleri nasıl geliştirilebilir?. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 4(1), 49-63.
- Ürey, M., Çepni, S., Köğce, D., & Yıldız, C. (2013). Serbest etkinlik çalışmaları dersi kapsamında geliştirilen disiplinlerarası okul bahçesi programının öğrencilerin bazı matematik kazanımları üzerine etkisinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(3), 37-58.
- Yıldız, C., & Göl, R. (2014). Matematik derslerinde sınıf dışı etkinliklerin kullanımı. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 85-94.

Zihar, M., & Çiltaş, A. (2018). Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. Sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimine yönelik bir eylem araştırması. *E-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 46-63.