



Analysis of Fifth Grade Mathematics Applications Course Teaching Material Activities Based on Model-Eliciting Design Principles

Bekir Kürşat DORUK ¹

¹ Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Education, Bolu/Turkey,
bkdoruk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5735-8463>

Received : 21.03.2019

Accepted : 17.07.2019

Doi: 10.17522/balikesirnef.542711

Abstract – Various methods have been proposed from the past to the present in order to connect mathematics with real life, to provide learning by experience and to educate individuals who can use mathematics in their lives. Model eliciting activities (MOE) have also been developed as a tool to satisfy this need and are powerful to serve this purpose. One of the factors underlying the suitability of MOE for this purpose is the principles to be considered when developing these activities. The aim of the study was to determine the level of suitability of 36 problem solving activities in the 5th grade mathematics applications course teaching material to the principles to be taken into consideration when designing the useful MOE. In order to control the suitability of an activity with the principles, a form was formed with 19 criteria. Then, the qualitative data obtained by using this form were quantified and descriptive analysis was performed. As a result, when the activities in the teaching material are considered in general, it is seen that the level of providing the MOE design principles is over the medium level. It was determined that the principles with the lowest level of suitability were “model generalization” and “model construction”. The activities that are below the average level, providing the MOE design principles, were examined in detail and the criteria that these activities were weak to meet were determined and suggestions are made in terms of designing stronger activities in future updates.

Key words: Mathematical modeling, model eliciting activities’ design principles, mathematics applications course.

Corresponding author: Bekir Kürşat DORUK, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu/Turkey.

Summary

Introduction

There are different approaches to the use of mathematical modeling in mathematics courses. One of these approaches is the model and modeling perspective (MMP), which sees

mathematical modeling as a tool to learn mathematics and to expose students' thinking processes. According to MMP, the activities that are designed with inspiration from real life problems encountered in areas such as business, engineering and science are called model eliciting activities (MEA). There are some principles that must be taken into account to design effective MEA: The model construction principle, the reality principle, the model generalization principle, the effective prototype principle, the construct documentation principle and the self-assessment principle. These six principles aim to increase the level of revealing the students' thoughts and improve the efficiency and quality of the MEA.

Likewise renewed mathematics curriculum in the framework of the education reform in Turkey in parallel with the worldwide efforts mentioned above occurred in mathematics education has been emphasized to relate math and real life. In this context, it is seen that the objectives of the curriculum developed in 2013 for the mathematics applications elective course in secondary schools are overlapped with the MMP. In the last update of the program, mathematical modeling is one of the basic principles of mathematics applications course. In parallel with the update in the program, the activities in the teaching material still in use can be expected to be revised. In this context, in this study, it is aimed to examine the activities of teaching mathematics lessons based on the old curriculum in the framework of the MMP, and to show the strengths and weaknesses of the teaching materials based on the old curriculum. In addition, it is aimed to meet a requirement in this field by designing a tool that contains detailed criteria for the principles that can be used to determine the level of MMP compliance of any activity or task.

Methodology

The data of the study were collected by document analysis method. In this context, 36 problem solving activity experts in the teaching material were examined separately by researcher and a specialist in the field of mathematics education. In the study, which used the content analysis, the researchers firstly formulated a form which lists the criteria to be provided for each principle in detail in order to understand whether the MEA design principles of an activity are provided with the help of the relevant literature (Appendix1). Then the content on the activities has been implemented. In this context, considering the criteria in the form, the activities were coded as “fully providing”, “partially providing” or “not providing” by two researcher and field specialist. Then the researchers came together to compare the encodings, and it was seen that they were mostly harmonized, and a small amount of different coding was achieved. These qualitative data were converted to quantitative data primarily for the analysis. For this purpose, the sub-criterion of any principle for an activity is given 2 points if it is fully

provided, 1 point if partially provided, and 0 if it is not provided at all. The total score taken by an activity from a sub-criterion of a principle is then divided into the highest total score it can receive from the sub-items of this principle. In this way, the level of providing to principles for an activity is determined as a numeric value between 0 and 1. As this value converges to 1, the providing level of principles is increasing for this activity and decreasing as it converges 0. Similarly, for the activities, the values obtained from the sub-items of all the principles, divided by the total score that can be taken from all the items in the form, the value between 0 and 1, which shows the general convenience with the MEA design principles value was obtained.

Findings, Discussion and Suggestions

The findings showed that the level of convenience with the MEA design principles is higher than the medium level (0, 59). Thus, students will be able to find mathematical structures (models) that will have their own solutions for real-life problem situations to be encountered in this course.

In an overview, it is seen that the principles with the lowest level of suitability are the model generalization and model construction. The consistency of the teaching material with the MMP can be improved by increasing the level of suitability of the activities with these principles. It has been seen that the activities generally provide the effective prototypes and the reality principles at a higher level than others. This situation will provide sample models that students can use to interpret problems that they will encounter later in their life. In addition, students who work with activities designed according to the reality principle will be able to see the relationship between mathematics and real world, and find opportunities to find their own solutions beyond using a predetermined way. Also, it is seen that the activities provide the principles of model documentation and self-assessment higher than medium level. In accordance with these principles, in most of the activities, students can create a written document or report in which they have expressed their thoughts and approaches in the solution process, and they may have the opportunity to develop their communication skills.

It was seen that 24 of the 36 problem solving activities in the teaching material were in compliance with the principles proposed by MMP. The mathematics applications course aims to provide students with the opportunity to learn more about mathematical problem solving by supporting the compulsory mathematics course, and to have the opportunity to see the applications of mathematics in daily life in school. Considering the findings of the study, it can be said that most of the activities in teaching material can serve this purpose. However, the curriculum, which is still used in schools, has been renewed and the new curriculum is clearly

based on mathematical modeling, but the teaching material has not been updated yet. In this context, the following suggestions can be made in order to be used in possible updates of the teaching material by taking into account the relatively low ones which provide the MEA design principles from the activities:

Problem-solving activities should

- clearly state that they need to develop a model for solving the problem;
- allow the created model to be useful only for the person who developed it and not only to be applicable to a specific situation, but also to use it in other similar cases;
- make it necessary for students to create a document that clearly illustrates their own ideas and solutions to the problem situation during the solution process;
- propose a criterion of eligibility for assessing the usefulness of the problem statement;
- not lead to the answer formulated by others for a question; be realistic to the students;
- provide a useful prototype or metaphor to interpret structurally similar problems;
- enable the students to reveal what they think in the modeling process.

Beşinci Sınıf Matematik Uygulamaları Dersi Öğretim Materyalinin Model Oluşturma Etkinliği Tasarlama Prensiplerine Uygunluk Düzeyinin İncelenmesi

Bekir Kürşat DORUK ¹

¹ Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Bolu, bkdoruk@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5735-8463>

Gönderme Tarihi: 21.03.2019

Kabul Tarihi: 17.07.2019

Doi: 10.17522/balikesirnef.542711

Özet – Matematiği gerçek yaşamla ilişkilendirmek, onu yaşayarak öğrenmeyi sağlamak ve yaşamında matematiği kullanabilen bireyler yetiştirmek amacıyla geçmişten günümüze çeşitli yöntemler önerilmiştir. Model oluşturma etkinlikleri (MOE) de bu konudaki ihtiyacı gidermek üzere geliştirilen ve bu amaca hizmet etmek konusunda iddialı olan bir araç olarak göze çarpmaktadır. MOE'nin bu amaca uygunluğunun altında yatan etkenlerden biri de bu etkinlikler geliştirilirken dikkate alınması gereken prensiplerdir. Araştırmada ortaokul 5. sınıf matematik uygulamaları dersi öğretim materyalinde yer alan 36 adet problem çözme etkinliğinin kullanışlı MOE tasarlanırken dikkate alınması gereken prensiplere uygunluk düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır. Etkinliklerin prensiplere uygunluk düzeyini belirlemek amacıyla 19 kriterin yer aldığı bir form oluşturulmuştur. Ardından bu form yardımıyla yapılan inceleme sonucu elde edilen nitel veriler sayısallaştırılarak betimsel analizler yapılmıştır. Sonuç olarak öğretim materyalinde yer alan etkinliklere genel olarak bakıldığında MOE tasarlama prensiplerini sağlama düzeyinin orta seviyenin üzerinde olduğu görülmüştür. En düşük sağlanma düzeyine sahip prensiplerin ise “model genelleştirme” ve “model oluşturma” olduğu belirlenmiştir. MOE tasarlama prensiplerini sağlama düzeyleri orta seviyenin altında olan etkinlikler ayrıntılı olarak incelenerek bu etkinliklerin karşılamak konusunda zayıf kaldığı kriterler belirlenmiş ve bu doğrultuda gelecekteki olası güncellemelerde daha güçlü etkinliklerin tasarlanması konusunda katkı sağlayıcı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Matematiksel modelleme, model oluşturma etkinlikleri tasarım prensipleri, matematik uygulamaları dersi.

Sorumlu yazar: Bekir Kürşat DORUK, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Giriş

Matematik tarihine bakıldığında birçok matematik konusunun gerçek yaşam problemlerine çözüm arayışı sayesinde geliştiği görülür (Erdem, Gürbüz & Duran, 2011). Oysa günümüz okullarında öğrencilerin matematiği yaşamla ilişkisiz ve soyut görme sorunu devam

etmekte ve matematik eğitimcileri bu olumsuz kanıyı kırmak ve matematiğin dünyasıyla gerçek dünyayı ilişkilendirmek için çaba göstermektedir (Bonotto, 2007). Bunu yapmanın en yaygın yollarından ikisi modelleme etkinlikleri ve uygulama problemleridir. Modelleme etkinlikleri öğrencilerin bir gerçek dünya durumunu matematikleştirerek bir matematiksel model geliştirmesini gerektirirken, uygulama problemleri öğrencilerin önceden öğrenilen bir matematiksel modeli bir gerçek dünya bağlamına uygulamalarını gerektirmektedir (Yoon, Dreyfus, ve Thomas, 2010). Matematiksel modellemenin matematik derslerinde kullanımına yönelik farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri matematiksel modellemeyi matematiği öğrenmek ve öğrencilerin düşünme süreçlerini açığa çıkarmak için bir araç olarak gören model ve modelleme perspektifidir (MMP) (Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Alacacı, Çakıroğlu ve Baş, 2014; Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post, 2000). Bu yaklaşıma göre temel matematiksel kavramların öğrenimi, tarihi gelişim sürecine benzer şekilde gerçek yaşam durumlarından yola çıkılarak, öğrencilerin sezgisel bilgilerinden formal bilgilere ulaşması yoluyla gerçekleşmelidir (Lesh ve Doerr, 2003). MMP bu amacı gerçekleştirmek için kullanılmak üzere, ticaret, mühendislik, bilim gibi alanlarda karşılaşılan gerçek yaşam problemlerinden esinlenerek ve belirli prensipleri göz önünde bulundurarak tasarlanan etkinliklere model oluşturma etkinlikleri (MOE) adını vermektedir (Lesh ve diğerleri., 2000).

Dünya genelinde matematik eğitimi alanında yaşanan yukarıda söz edilen çabaya paralel olarak Türkiye’de gerçekleştirilen eğitim reformları çerçevesinde yenilenen matematik öğretim programlarında da öncelikle ilişkilendirme temel beceriler kapsamında yerini almış, matematiksel modellemeye ise model kullanımı anlamında yer verilmiştir (MEB, 2013a). Sonraki yıllarda müfredatta yapılan güncellemelerle ilk ve ortaokul matematik öğretim programında öğrencilere kazandırılması hedeflenen temel becerilere ek olarak matematiğe ait özel beceriler arasında matematiksel modellemeye de yer verilmiştir (MEB, 2017). Ancak bu program incelendiğinde matematiksel modelleme etkinliklerinin kazanımlarla ilişkilendirilmediği ve hangi bağlamda nasıl kullanılabileceği konusunun net olmadığı görülmektedir. Öğrenme alanları altında yer alan kazanımlar içerisinde ise matematiksel modellemenin matematik öğretiminde model kullanımı anlamıyla sınırlandırıldığı anlaşılmaktadır. Matematik öğretim programlarında yapılan son güncellemeyle ise matematik dersine özel becerilerle birlikte matematiksel modelleme becerisi de programdan kaldırılmış, kazanımlardaki matematiksel modellerden yararlanma önerileri ise yerini korumuştur (MEB,2018a). Öğretim programlarıyla uyumlu olarak hazırlanmış olan ilk ve ortaokul matematik ders kitaplarında da matematiksel modelleme etkinliklerine yer verilmediği, ancak çeşitli matematiksel kavramların anlamlandırılmasına yardımcı olmak amacıyla modellerden

yararlanıldığı görülmektedir. Ortaokullarda seçmeli olarak okutulan matematik uygulamaları dersi öğretim programında doğrudan matematiksel modelleme ifadesi yer almasa da programın amaçları incelendiğinde MMP ile örtüştükleri görülmektedir (MEB, 2013b). Programda yapılan son güncelleme ile matematik uygulamaları dersinin temel esaslarından birinin matematiksel modelleme olduğu da açıkça vurgulanmıştır (MEB, 2018b). Programdaki güncellemeye paralel olarak halen kullanılmakta olan öğretim materyalindeki etkinliklerin de yenilenmesi beklenebilir. Bu bağlamda bu çalışmada 5. sınıflarda halen okutulmakta olan ve 2013 yılında hazırlanan öğretim programını temel alan (MEB, 2013b) matematik uygulamaları dersi öğretim materyalindeki (MEB, 2014) etkinlikleri MMP çerçevesinde incelemek, güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyarak gelecekte tasarlanacak etkinlikler için yol gösterici bulgulara ulaşmak amaçlanmıştır. Böylece matematik ve matematik uygulamaları dersi öğretim programlarında vurgulanan, öğrencilerin matematik ve gerçek yaşam arasındaki sıkı ilişkiyi fark etmeleri ve gerçek yaşam durumlarından hareketle matematiksel kavramları keşfetmeleri, matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeleri gibi önemli amaçlara ulaşma konusunda katkı sunulabileceği düşünülmüştür. Ayrıca geçmiş bazı çalışmalarda bir etkinlik ya da günlük yaşam probleminin model oluşturma etkinliği tasarlama prensiplerine uygun olup olmadığı konusunda prensipleri genel anlamıyla göz önüne alarak yorum yapmaya dayalı kararlar verildiği görülmüştür (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013; Urhan ve Dost, 2017). Bu çalışmada herhangi bir etkinliğin ya da görevin MMP'ye uygunluk düzeyini belirlemek amacıyla kullanılacak prensiplerle ilgili ayrıntılı kriterleri içeren maddelerden oluşan bir araç tasarlayarak bu alandaki bir gereksinimi karşılamak ta amaçlanmıştır.

Matematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme yaşamın herhangi bir alanından alınan bir problemin matematiğin dünyasına aktarılarak burada bulunan çözümün gerçek dünyada test edilmesi, gerekirse tekrar matematiğin dünyasına dönülüp, çözümün gözden geçirilmesi şeklindeki bir döngüsel süreç olarak tanımlanabilir (Haines ve Crouch, 2007; Yoon, Dreyfus ve Thomas, 2010). Bu döngüsel süreçte üretilen ve gerçek yaşam probleminin çözümünde kullanılabilen işlemleri, bağıntıları ve elemanları içeren kavramsal yapı ise matematiksel modeldir. Bu modeller yazılı sembolleri, diyagramları veya grafikleri içeren iletişim araçlarıyla ifade edilirler (Lesh ve Doerr, 2003).

Matematik eğitiminde kullanılmakta olan geleneksel problemlerin matematiği anlamlı öğrenme ve yaşamla ilişkilendirmede yetersiz kaldığı düşüncesi bu güçlüğün üstesinden

gelmenin olası bir yolu olarak matematiksel modellemenin ilköğretimden yükseköğretime kadar bütün kademelerde matematik derslerine entegresinin gerekliliği fikrini ortaya çıkarmıştır (Erbaş ve diğerleri, 2014; Maaß, 2005; Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2007). Yapılan çalışmalar matematiksel modellemenin matematik eğitiminde kullanımının matematiği yaşamda kullanabilme ve okul matematiği ile günlük yaşamı ilişkilendirebilme gibi becerilere dikkate değer katkılar sağlayabileceğini göstermektedir (Doruk ve Umay, 2011). Bunun yanında matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışırken kullanılan ve başarı için kritik olan becerilerin, öğrencilere okul sonrasındaki meslek yaşamlarında gerekli olan karakteristik özelliklere benzediği dile getirilmektedir (Lesh ve Sriraman, 2005; Lingefjärd, 2006).

Matematik eğitiminde modellemeden yararlanmanın önemi ve değeri konusunda dünya genelinde bir uzlaşma bulunmasına karşın matematik eğitiminde modelleme kullanımına yönelik farklı yaklaşımlar söz konusu olup uluslararası çalışmalarda da henüz ortak bir anlayış oluşmamıştır (Blum ve Niss, 1989; Kaiser ve Sriraman, 2006). Erbaş ve diğerleri (2014) bu yaklaşımları sınıflandırma konusunda da bazı belirsizlikler bulunduğunu ifade ederek matematiksel modellemenin matematik öğretiminde kullanım amacı bakımından daha basit bir sınıflandırma yapmışlar ve bu amaca yönelik iki farklı yaklaşımdan söz etmişlerdir. Bu yaklaşımlardan ilki modellemeyi matematik öğretiminin amacı olarak görmekte, yani matematik öğretiminin amacının, öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaşacakları problemleri çözmeye gereksinim duyacakları modelleme becerilerini kazanmasını sağlamak olduğunu ileri sürmektedir. İkinci yaklaşım ise matematiksel modellemeyi matematiği öğretmek için kullanılan bir araç olarak görmektedir.

Matematik Eğitiminde Model ve Modelleme Perspektifi

Matematiksel modellemeyi matematiği öğrenme aracı olarak gören yaklaşımlardan biri model ve modelleme perspektifidir (Erbaş ve diğerleri, 2014). MMP matematik eğitiminde kullanılmak üzere, matematiğin günlük yaşamda yoğun olarak kullanıldığı çeşitli alanlarda (ticaret, mühendislik, fen bilimleri, vb.) karşılaşılan gerçek yaşam problemlerinden esinlenerek tasarlanan etkinliklere model oluşturma etkinlikleri adını vermektedir (Lesh ve diğ., 2000). Model Oluşturma Etkinlikleri araştırmacılar tarafından öncelikle öğrencilerin ve öğretmenlerin uygulama esnasındaki düşüncelerinin doğasını ortaya çıkarmayı amaçlayan araştırma araçları olarak geliştirilmiştir (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Matematik eğitiminin hedeflerinden olan, öğrencilere gerçek yaşamda problem çözme becerilerinin kazandırılmasında matematiksel modellemenin öğretim sürecinde kullanımının önemli katkılar sağlayabileceği de düşünülmektedir (Lesh ve Doerr, 2003). Model oluşturma etkinlikleri

(MOE) aracılığıyla gerçek dünya problemlerinin çözüm sürecinde matematikleştirmeye başvurmak öğrencilerin matematiksel kavramlara ait kendi kavramsal anlayışlarını geliştirmelerini de desteklemektedir (Yoon, Dreyfus ve Thomas, 2010). Model oluşturma etkinliklerini ortaya atan araştırmacılar bu etkinliklerin etkililiği bakımından uygulama zamanının önemli olduğunu vurgulamaktadır (Lesh, Yoon ve Zawojewski, 2007). Onlara göre MOE eğer konunun doğrudan öğretimi öncesinde uygulanırsa öğrencilerin matematikleştirme aracılığıyla kendi anlayışlarını geliştirmeye teşvik edici rolünü oynarlar. Aksine bir öğretim ünitesinin sonunda uygulanırlarsa öğrencilerin zaten (önceden) öğrenmiş olduklarını uygulayabildikleri uygulama problemlerine benzerler. Ancak Yoon, Dreyfus ve Thomas (2010), doğrudan öğretimden sonra uygulansa bile, özellikle doğrudan öğretimin derin kavramsal anlayışa götürmediği durumlarda, öğrencilerin MOE' ne sıradan bir uygulama problemi olarak değil, hala modelleme etkinliği olarak yaklaştığını belirlemişlerdir. Onlara göre bu şekilde öğrenciler önceden öğrenmiş oldukları konularla ilgili anlayışlarını derinleştirebilirler.

MMP' ne göre etkili model oluşturma etkinlikleri tasarlamak için dikkate alınması gereken bazı prensipler vardır. Bu prensipler 15 haftalık çok aşamalı öğretim deneyiminde MMP' nin kurucusu olan araştırmacılarla birlikte çalışan öğretmenler, veliler ve topluluk liderleri tarafından önerilip test edilerek geliştirilmişlerdir (Lesh ve Kelly, 2000). MMP'nin matematik eğitiminde temele aldığı etkinliklerin geliştirilmesi sırasında dikkate alınması gereken bu prensiplerle ilgili ayrıntılı bilgilere aşağıda yer verilmiştir (Lesh ve diğ., 2000):

Model oluşturma prensibi

Sembolik olarak ifade edilen sorulardan anlam oluşturmaya çalışmayı amaçlayan geleneksel problemlerin aksine MOE bu süreçlerin tam tersini vurgular. Bu etkinlikler anlamlı durumların sembolik olarak betimlenmesi için çalışmayı, yani matematikleştirmeyi içerir. Bunun sonucu olarak öğrencilerin oluşturduğu en önemli ürünlerin biri de bir modeldir. Bu model altında yatan ilişkileri, işlemleri ve örüntüleri tarif etmek amacıyla gerekli olabilecek çeşitli somut, grafik, sembolik veya dil-temelli gösterimsel sistemleri içerir. Bu bağlamda bir etkinliğin model oluşturma prensibini sağlaması için şu soruya yanıt vermesi gerekir: Görev öğrencileri karmaşık bir problemi çözme durumunda verilenler, istenenler ve muhtemel çözüm işlemlerini yorumlamak için bir model geliştirmenin gerekli olduğunu fark edecek bir durum içine koyuyor mu? Yoksa onlardan sadece başkaları tarafından formüle edilmiş bir soruya bir yanıt üretmeleri mi bekleniyor?

Gerçeklik prensibi

Bu prensip problem durumunun gerçekten gerçek yaşam durumu içinde mümkün olmasını, öğrencilerin kendi deneyimleri ve bilgilerini genişleterek problem durumunu anlamlandırabilmesini, çözüm sürecinde öğrencilerin fikirlerinin ciddiye alınmasını, onları öğretmenin ya da yazarın problem için doğru yol olarak düşündüğüne uymaya zorlayacak bir yapıda olmamasını gerektirir. Bu prensip doğrultusunda tasarlanan MOE öğrencilerin yaşamlarıyla ilişkili olan gerçekçi problemlerdir. Gerçekçi olduğu öne sürülen ancak aslında hiç de gerçekçi olmayan çoğu problem çözme etkinliklerinin aksine model oluşturma etkinlikleri gerçekçi etkinlikler olarak tasarlanır. Çünkü bu etkinliği tasarlayan yazarlar problem için geliştirilen modelin gerçek yaşamda test edilmesini ve problemle karşılaşan öğrencilerin problemin gerçekçi bağlamıyla ilgili veriler toplamaya yönelmesini sağlamak durumundadır. Ancak etkinliğin gerçekliği sorgulanırken bir yetişkinin gerçekliğinin bir çocuğunkinden tamamıyla farklı olabileceğini, ya da bir çocuğun gerçekliğinin diğeriyle aynı olmasının gerekmediğini dikkate almak önemlidir.

Model genelleştirme (paylaşılabilirlik ve yeniden kullanılabilirlik) prensibi

Bu prensip doğrultusunda tasarlanan modelleme etkinlikleri öğrencileri benzer başka durumlarda da kullanabilecekleri kavramsal araçlar geliştirmeye teşvik etmelidir. Yani problemin çözümü için ortaya konulan model özel bir problem durumuyla sınırlandırılmayan ve hâlihazırdaki problem durumunda olduğu gibi yapısal olarak benzerlik gösteren başka problem durumlarına uyarlanabilmeli ve problem durumundaki veri kümesi dışında yeni bir veri kümesinde de yeniden kullanılabilir olmalıdır. Bu prensibin ne düzeyde sağlandığını anlamak için şu sorulara yanıt aranır: Geliştirilen model sadece onu geliştiren kişi için mi kullanışlı ve sadece problemde sunulan özel duruma mı uygulanabilir, yoksa daha geniş bir dizi durum için uygulanabilecek şekilde kolayca değiştirilip genişletilebiliyor mu?

Etkili prototip prensibi

Modelleme etkinlikleri, öğrencileri yapısal olarak benzer başka durumları da yorumlamakta kullanabileceği, açıklama gücü yüksek bir prototip oluşturmaya yönlendirmelidir. Bu özelliklere sahip olmasının yanında problemin çözümü öğrencilerin asıl amacı gölgeleyecek düzeyde karmaşık prosedürler içermemelidir. Etkili ve düşünceyi açığa çıkarıcı yapıdaki modelleme etkinlikleri yapısal olarak anlamlı ve önemli olmalıdır, fakat işlemsel olarak karmaşık olmaları gerekmez. Bu etkinliklerde amaç esas olan altta yatan sayısal ilişkilere dikkati toplamak olduğundan hesaplamayla ilgili olası karmaşıklığı minimize etmek

hedeflenmektedir. Bu durum öğrencilerin ilerleyen yıllarda hatırlayabilecekleri kullanışlı bir prototip elde edebilmeleri için bir gereksinimdir. Yani, hesaplamalarla ilgili karmaşıklık sınırlandırılarak görevin hedeflediği yapıyla meşguliyet için temel teşkil eden kavramsal ilişkiye dikkatler toplanabilir. Eğer öğrenciler çok fazla prosedürel ayrıntı yüzünden ana kavramsal yapıyı göremiyorsa, o halde gelecekte benzer durumlarla karşılaştıklarında büyük olasılıkla bu deneyimlerine atıfta bulunmazlar ve ondan güç alamazlar. Bu anlamda bir model oluşturma etkinliğinin etkili prototip prensibine uygunluğu sorgulanırken şu sorulara yanıt aranır: Etkinliğin çözümü (model geliştirme süreci) diğer problem durumlarının yorumlanmasında yardımcı olacak bir prototip veya metafor sağlıyor mu? Problem çözüldükten uzun zaman sonra öğrenciler benzer yapıdaki bir problem durumuyla karşılaştıklarında bu etkinlikteki deneyimlerini hatırlayacaklar mı? Bununla birlikte problemin çözümü olabildiğince basit olduğu halde, hala anlamlı bir yapı oluşturmak için ihtiyaç açığa çıkarıyor mu? Problemlerle çalışma deneyimi açıklayıcı gücü olan, ya da benzer durumları anlamlandırma gücü olan bir öykü sağlıyor mu?

Model dışsallaştırma (belgeleme) prensibi

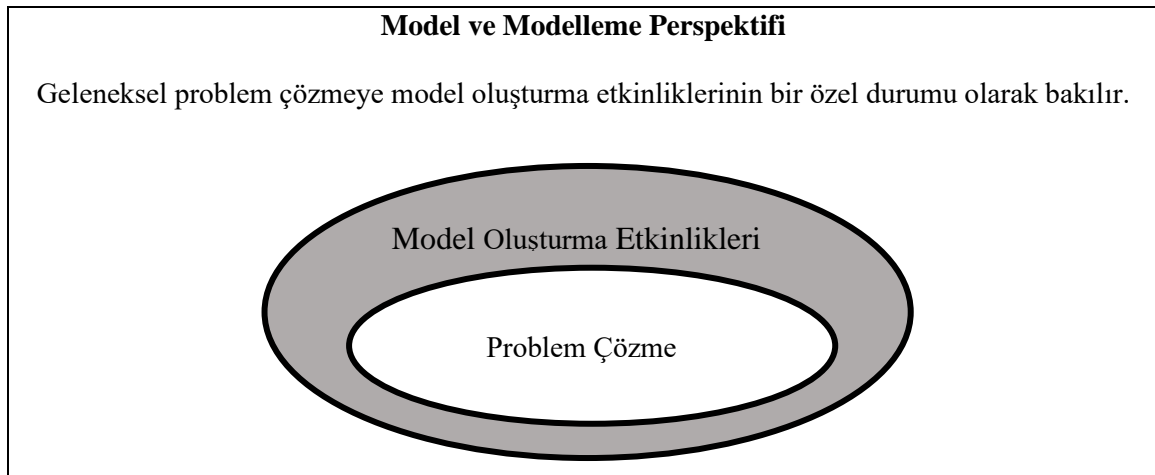
Model oluşturma etkinliklerinde öğrencilerin düşünce oluşturmaları amaçlandığı gibi, daha önemli olarak onların düşüncelerini açığa çıkarma amacı güdülmektedir. Bu nedenle bu prensibe uygun şekilde hazırlanmış modelleme etkinliklerinde, öğrencilerin, etkinlik boyunca problem durumuyla ilgili kendi düşüncelerini ve olası çözüm yollarını açıkça ortaya çıkaracak yazılı bir belge oluşturmaları beklenmektedir. Bu problemin ne kadar sağlandığını anlamak için şu sorulara yanıt aranmalıdır: Problemlerde yer alan soruya yanıt vermeleri, öğrencilerin verilenler istenenler ve onların dikkate aldıkları olası çözüm yollarının açığa çıkardığı durum hakkında nasıl düşündüklerini açıkça ortaya koymalarını gerektirecek mi? Soruya verilen yanıt, öğrencilerin üzerine düşündükleri sistemleri (nesnelere, bağıntılara, işlemlere, örüntü ve düzenlere) ve düşünürken kullandıkları sistemleri belirlemek için incelenebilecek bir “denetim günlüğü” sağlayabilecek mi?

Öz değerlendirme prensibi

Öğrenciler verilen anlamlı problem durumunda çeşitli betimlemeler ve açıklamalar yapmaya gereksinim duyacağından grup içerisinde doğal olarak bir fikir patlaması yaşanacaktır. Ortaya atılan bu düşüncelerin ve onların içerdiği kavramsal sistemlerin zamanla evrimi için seleksiyon, rafine etme ve ayrıntılara girme gereksinimi ortaya çıkacaktır. Buradan hareketle öz değerlendirme prensibi öğrencilerin, etkinlikte kendi yorumlarının ve vardığı sonuçların doğruluğunu kendilerinin kontrol edebilmesini, aynı zamanda oluşturdukları

modelin geliştirilmesine veya düzeltilmesine ihtiyaç olup olmadığına kendilerinin karar verebilmesini talep etmektedir. O halde bu prensibin ne derece sağlandığını anlamak için şu sorulara yanıt aranmalıdır: Problem ifadesi alternatif çözümlerin kullanılabilirliğini değerlendirmek için uygun kriterleri güçlü biçimde ortaya koyuyor mu? Amaç açık mı? (Ne, ne zaman, niçin, nerede ve kim için). Öğrenciler yanıtlarının iyileştirilmesinin gerekip gerekmediğine veya verilen amaç için yanıtlarının rafine edilmesine ya da genişletilmesine gerek olup olmadığına kendileri karar verebilirler mi? Öğrenciler sürekli olarak öğretmenlerine “bu yeteri kadar iyi mi” sorusunu sorma gereksinimi duymak yerine görevi ne zaman bitireceklerini kendileri bilecekler mi?

Yukarıdaki altı prensip geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin düşüncelerini açığa çıkarma düzeylerini artırmayı ve MOE'nin verimliliğini ve niteliğini artırmayı amaçlamaktadır. Yoksa bu prensiplerin amacı herhangi bir etkinliğin model oluşturma etkinliği olup olmadığını belirlemek değildir. Zaten model ve modelleme perspektifinin problem çözme konusundaki yaklaşımı bütün problem çözme etkinliklerini kapsayıcı bir yapıdadır. Geleneksel bir problem çözme etkinliği de model oluşturma etkinliklerinin, çözüm için çoklu modelleme döngüsünün gerekmediği özel bir hali olarak kabul edilir (Lesh ve diğerleri, 2000; Lesh ve Doerr, 2003). (Şekil 1).



Şekil 1. MMP'ye Göre Geleneksel Problemlerle MOE'nin İlişkisi.

Matematik Uygulamaları Dersi ve Matematik Eğitiminde model ve Modelleme Perspektifi

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ilkökul ve ortaokul matematik dersi öğretim programında yapılan son güncelleme ile önceki programda geliştirmesi hedeflenen temel beceriler arasında sıralanan matematiksel modelleme programdan çıkarılmıştır (MEB, 2018a). Ancak yeni öğretim programında yer alan kazanımlar incelendiğinde matematiksel

modellemeye matematik eğitiminde somut model kullanımı şeklinde (aritmetik işlemleri modelleme gibi) yer verildiği görülmektedir. Dinamik bir süreç olan matematiksel modelleme ilgili literatürde çok daha geniş bir anlamda kullanılmakta olsa da, dünya genelinde özellikle de ilköğretim düzeyinde matematiksel model ve modelleme somut materyal kullanımı olarak anlaşılmaktadır (Erbaş ve diğ., 2014). Türkiye’de uygulanan ilk ve ortaokul programında da böyle sınırlı bir yaklaşım benimsenmiş olmasına rağmen, ilköğretim okullarında seçmeli ders olarak sürdürülmekte olan matematik uygulamaları dersinin programı incelendiğinde matematik eğitiminde model ve modelleme perspektifiyle tam bir uyum içinde olduğu görülmektedir (MEB, 2013b). Matematik uygulamaları dersi öğretim programı 2018 yılında güncellenmesine rağmen, yenilenen programa uyumlu öğretim materyalleri henüz hazırlanmadığı için okullarda önceki programa uygun olarak hazırlanan öğretim materyallerinin kullanımı devam etmektedir. Matematik uygulamaları dersi öğretim programında (MEB, 2013b) yer alan, model ve modelleme perspektifiyle ilişkili olan unsurlar aşağıda sıralanmıştır:

- Matematik uygulamaları dersi öğretim programına bakıldığında öğrencilerin okulda matematiğin günlük hayattaki uygulamalarını görebilecekleri fırsatlara sahip olmalarının önemsendiği ifadesi görülmektedir. Matematiksel modellemede günlük hayattan alınan problem durumları matematik diline aktarılarak, matematiksel tekniklerle çözümlenir ve ardından çözümün test edilir (Blum ve Niss, 1989). Böylece matematiksel modelleme etkinlikleriyle meşgul olan öğrenciler için matematiği öğrenmenin yanında matematiğin günlük hayattaki farklı yönlerini fark etme ve anlama olanakları doğmaktadır (Lingefjard ve Holmquist, 2005).
- Matematik uygulamaları dersi öğretim programı öğrencilerin zorunlu matematik dersini destekleyerek daha ileri matematiksel problem çözme deneyimleri yaşamalarını amaçlamaktadır. Matematiksel modelleme etkinlikleri de öğrencilerin ileri düzey problem çözme becerilerini geliştirmeyi hedefler (Lester ve Kehle, 2003).
- Matematik uygulamaları dersinin içeriği ağırlıklı olarak günlük hayattan matematiğin uygulanacağı gerçek ve kurmaca problemler, diğer bilim alanlarından matematiksel problemlerden oluşmaktadır. Model oluşturma etkinlikleri de genel olarak, matematiğin sıkça kullanıldığı çeşitli alanlarda (ticaret, mühendislik, fen bilimleri, vb.) karşılaşılan günlük hayat problemlerinden esinlenerek tasarlanmaktadır (Lesh ve diğ., 2000). Ayrıca matematik uygulamaları dersi öğretim programı günlük hayattan seçilen problemlerin öğrencilerin anlayış ve yaşantıları için anlamlı olması gerektiğini, ancak problemlerin

öğrencilerin sevdiği kurmaca bir masal veya hikâye ile ilgili de olabileceğini vurgulamaktadır. Benzer olarak model oluşturma etkinlikleri tasarlanırken dikkate alınan gerçeklik prensibi bağlamında da bir yetişkinin gerçekliğinin bir çocuğunkinden tamamıyla farklı olabileceğini, ya da bir çocuğun gerçekliğinin diğeriyle aynı olmasının gerekmediğini dikkate almak önemlidir (Lesh ve diğeri, 2000).

- Matematik uygulamaları dersi öğretim programı öğrencilerin sınıftaki yaşantılarında ağırlıklı olarak bireysel çalışma yerine grup çalışması (3-4 kişilik) ve sınıf tartışmasını ve çözümlerin bütün sınıfla paylaşıldığı sunumlarını öngörmektedir. Benzer uygulama formatı model oluşturma etkinliklerinin uygulanmasında da önerilmektedir (English, 2004).
- Matematik uygulamaları dersi öğretim programı öğretmenlere doğru çözüme yönlendirmeden, öğrencilerin çözüm yollarını kendilerinin bulmaya teşvik etmelerini, önceden planlanan tek bir cevaba ulaşmalarını beklemek yerine, öğrencilerin, doğru cevabı kendilerinin bulmaları için cesaretlendirmelerini tavsiye etmektedir. Model oluşturma etkinlikleriyle çalışan öğrenciler de önceden belirlenen yollarla değil kendi yollarında ilerleyerek çözüm için farklı modeller ortaya koyarlar (Doruk, 2016).
- Program matematik uygulamaları dersinde öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerini derinleştirirken aynı zamanda sosyal becerilerini ve iletişim becerilerini desteklemeyi hedeflemektedir. Sosyal yönden güçlü olan Model oluşturma etkinlikleri de, öğrencilerin sosyal becerilerini ve iletişim becerilerini geliştirme fırsatlarını içeren tartışma ortamları sağlamaktadır (Doruk, 2012; Zawojewski, Lesh ve English, 2003)
- Programda problemlerle çalışma sürecinde ortaya çıkan farklı çözüm ve yaklaşımları grupların kendi matematiksel yaklaşımlarını geliştirmek, düzenlemek veya test etmek için kullanmaları istenmektedir. Model oluşturma etkinlikleri de öğrencilerin grup olarak birçok defa test edilen ve gözden geçirilip düzeltilen formdaki geçerli düşünme yollarını açıklamalarını gerektirmektedir (Lesh ve Yoon, 2006). Öğrenciler bu etkinliklerde çoğunlukla güçlü matematiksel yapıları ifade eder, test eder, genişletir, revize eder ve daha iyileştirilmiş hale getirirler (Lesh ve Doerr, 2003).
- Programda günlük hayattan seçilen problemler için problem durumlarının ikincil öneme sahip olmadıkları, problemlerde tasvir edilen durum veya olayın problemin asıl odağı olduğu ifade edilmiştir. Matematik eğitiminde model ve modelleme bakış açısına göre “gerçeklik” prensibi doğrultusunda tasarlanan etkinliklerin de içerdikleri gerçek yaşam bağlamı yapay değildir, öğrencinin kendi deneyimleriyle anlamlandırabileceği bir gerçek

yaşam durumundan oluşur ve model geliştirme sürecinde bu bağlam göz ardı edilemez (Doruk, 2016; Lesh, Cramer, Doerr, Post ve Zawojewski, 2003).

Matematik uygulamaları dersinin 2018 yılında güncellenen öğretim programında önceki programda örtülü olarak yer alan matematiksel modelleme yaklaşımının açıkça benimsendiği görülmektedir (MEB, 2018b). Yeni programın uygulamasında dikkat edilecek esaslardan biri olarak matematiksel modelleme yaklaşımına yer verilmiştir. Bu anlamda matematiksel modeller geliştirme sürecinde grup içi ve gruplar arası tartışmaların teşvik edildiği, öğrencilerin kendilerine özgü modeller oluşturmaya fırsat sağlandığı, gerçekçi günlük yaşam durumlarından oluşan problem çözme etkinliklerine yer verilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca yenilenen programda önceki programdan farklı olarak matematik dersi öğretim programında yer alan öğrenme alanları temele alınmış ve bu öğrenme alanlarına ait kazanımlarla uyumlu olacak şekilde modelleme etkinliklerinin uygulanmasını gerektirecek biçimde matematik uygulamaları dersi kazanımları oluşturulmuştur. Programın güncellenmesi sonrasında yenilenen programla uyumlu ders kitapları hazırlanmadığı için halen önceki programa göre hazırlanan matematik uygulamaları dersi öğretim materyali okullarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada halen kullanılmakta olan matematik uygulamaları dersi öğretim materyalinde yer alan etkinliklerin matematiksel modelleme yaklaşımıyla incelenmesinin yeni öğretim materyalindeki etkinliklerin hazırlanmasına katkı sunması da beklenmektedir.

Araştırmanın Amacı

Araştırmada model ve modelleme perspektifiyle uyumlu bir yaklaşıma sahip olduğu yukarıda görülen ve 5. Sınıf düzeyinde seçmeli olarak okutulmakta olan Matematik Uygulamaları dersi öğretim materyalinde yer alan problemleri, bir etkinliğin MOE tasarlama prensiplerini sağlama düzeyini belirlemekte kullanılabilecek şekilde geliştirilen bir araç yardımıyla incelenmesi amaçlanmıştır. Böylece, öğrencilerin matematik ve gerçek yaşam arasındaki sıkı ilişkiyi fark etmeleri ve gerçek yaşam durumlarından hareketle matematiksel kavramlar hakkındaki anlayışlarını derinleştirmeleri, matematiksel modelleme becerisini kazanmaları gibi amaçlara ulaşma konusunda matematik uygulamaları dersi öğretim materyalinin geliştirilmesine katkı sunulabilecek bulgulara ulaşmak hedeflenmiştir. Bunun yanında son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda ders kitaplarında ya da araştırmalarda kullanılan etkinliklerin model oluşturma etkinlikleri tasarlanırken dikkat edilmesi gereken prensiplere uygunluğu açısından değerlendirildiği görülmektedir (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013; Urhan ve Dost, 2018). Bu çalışmalarda etkinlikler değerlendirilirken bu etkinliklerin yukarıda

bahsedilen altı prensibi sağlayıp sağlamadığı prensibin genel tanımını göz önünde bulundurularak incelenmekte ve etkinliğin MOE tasarlama prensiplerini kısmen ya da tamamen sağladığına ya da sağlamadığına karar verilmektedir. Oysa yukarıda ifade edildiği gibi MMP'ye göre MOE geleneksel problem çözme etkinliklerini kapsayıcı yapıdadır. Bu nedenle araştırmada bu tür çalışmalarda kullanılabilir ve bir etkinliğin MOE tasarlama prensiplerine uygunluğunu bir düzey olarak belirlemeye yardımcı olacak, prensiplerle ilgili ayrıntılı özelliklerin listelendiği bir araç geliştirerek bu alandaki bir gereksinimi karşılamak da hedeflenmiştir. Tüm bunlara ek olarak matematik uygulamaları dersi programının güncellenmesi ve matematiksel modellemeye açıkça vurgu yapılması sonrası hazırlanacak olan yeni öğretim materyalinde yer alacak etkinliklerin tasarlanmasında yol gösterebilecek bazı önerilere ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Yöntem

Çalışma, ortaokul 5.sınıf düzeyinde seçmeli ders olarak verilmekte olan matematik uygulamaları dersinde kullanılan öğretmenler için öğretim materyalinde yer alan etkinliklerin kullanışlı MOE tasarlarken dikkate alınması gereken prensipler açısından incelenmesini amaçlayan betimsel bir çalışmadır. Bu tür araştırmalarda bir olayın ne olduğunu tanımlamak ve yorumlamak için onu oluşturan parçaları betimlemek, karşılaştırmak, sınıflandırmak ve analiz etmek amaçlanır (Cohen, Manion ve Morrison, 2000). Çalışmanın verileri doküman inceleme yöntemiyle toplanmıştır. Bu kapsamda öğretim materyalinde yer alan 36 adet problem çözme etkinliği araştırmacı ve diğer bir alan uzmanı tarafından ayrı ayrı incelenmiştir. Öğretim materyalinde yer alan her bir etkinlik, problem bölümü ve onu takip eden ve etkinliğin verimli bir şekilde uygulanması için dikkat edilmesi gereken noktaların belirtildiği öğretmene not bölümünden oluşmaktadır. Öğretim materyalindeki etkinliklerin büyük bölümü günlük yaşam bağlamında sunulan problemlerden oluşurken bir kısmı da matematiksel işlemlerin kullanılacağı oyunlar biçiminde tasarlanmıştır. 5. Sınıf matematik uygulamaları dersi öğretmenler için öğretim materyalinde yer alan bu iki tür etkinlikten seçilen iki örnek Ek 2'de sunulmuştur..

Veri Toplama Araçları ve Verilerin Analizi

İçerik analizinin kullanıldığı bu çalışmada öncelikle ilgili literatür yardımıyla bir etkinliğin MOE tasarlama prensiplerini sağlanıp sağlanmadığını anlayabilmek amacıyla her bir prensiple ilgili sağlanması gereken kriterlerin ayrıntılı olarak listelendiği bir form oluşturulmuştur. Geçmiş bazı çalışmalarda “etkili prototip” prensibinin sağlanma durumunun ancak öğrencilere etkinliğin uygulanmasından belirli bir zaman sonrasında kontrol edilebileceği

ifade edilerek etkinliklerin bu prensip kapsamında incelenmediği görülmüştür (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013; Urhan ve Dost, 2017). Ancak eğitimcilerin MOE'lerinin tasarlanması aşamasında göz önüne alınması için ortaya konmuş bazı kriterlerden oluşan etkili prototip prensibinin, henüz uygulanmamış bir etkinlikte de olsa sağlanıp sağlanmadığının kontrolünün uzmanlarca yapılabileceği açıktır. Bu nedenle bu çalışmada “etkili prototip” prensibinin sağlanma durumu da incelenmiştir.

Tekin Dede ve Bukova Güzel (2013) öğretmen adaylarının tasarladığı bir etkinliğin, MOE tasarlama prensiplerini sağlama durumlarının incelendiği çalışmalarında prensipleri göz önünde bulundurarak, herhangi bir araç kullanmadan, etkinliğin prensibi sağlama durumunu tamamen, kısmen ya da sağlamıyor şeklinde ifade etmişlerdir. 9. Sınıf matematik ders kitabını inceleyen Urhan ve Dost (2017) ise benzer bir yaklaşımı izlemekle beraber bazı ön koşulları sağlamayan etkinlikleri incelemeye dahil etmemişlerdir. Bu çalışmada ise farklı olarak, MMP'ye göre geleneksel problem çözme etkinliklerine MOE'nin özel bir hali olarak bakılması (Lesh ve Doerr, 2003) görüşünden yola çıkarak, her bir prensibin sağlanma durumunun belirlenmesi için gerekli kriterlerin ayrıntılı biçimde listelendiği bir araç yardımıyla, etkinliklerin MOE tasarlama prensiplerini sağlama düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır.

Bu aracı geliştirmek için öncelikle araştırmacı ve matematik eğitiminde matematiksel modellemenin kullanımı ve MMP hakkında deneyimli bir alan uzmanı tarafından MOE tasarlama prensipleriyle ilgili literatür ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Ardından araştırmacı ve alan uzmanı ayrı ayrı, her bir MOE tasarlama prensibi için herhangi bir etkinliğin bu prensibi sağlayıp sağlamadığını belirleyebilmek amacıyla etkinlikte aranabilecek aday kriterleri oluşturmuşlardır. Daha sonra bir araya gelinerek her bir kriter üzerinde yapılan tartışma ve yeniden düzenlemelerin ardından MOE tasarlama prensiplerinin sağlanma düzeyini belirlemek amacıyla kullanılacak olan forma son hali verilmiştir. Model oluşturma prensibi için 5, gerçeklik prensibi için 4, model geliştirme prensibi için 2, etkili prototip prensibi için 3, model belgeleme prensibi için 2 ve öz değerlendirme prensibi için 3 olmak üzere toplam 19 kriterin yer aldığı form EK-1'de sunulmuştur. Bu form aracılığıyla herhangi bir etkinliğin MOE tasarlama prensiplerine uygunluğu incelenirken bir kriterin “sağlanmaması” 0 ile, “kısmen sağlanması” 1 ile, “tam olarak sağlanması” ise 2 ile temsil edilmektedir. Böylece herhangi bir etkinliğin araştırmacılar tarafından incelenmesi sonucu elde edilen nitel bulguların sayısallaştırılmasını kolaylaştırmak amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın verilerinin toplanması amacıyla da öncelikle etkinlikler üzerinde yapılan içerik analizi yardımıyla prensiplerin her biri için EK-1'de yer alan kriterler “tam olarak

sağlıyor (2) ”, “kısmen sağlıyor (1) ” ve “sağlamıyor (0) ” şeklinde araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından kodlanmıştır. Ardından bir araya gelinerek kodlamalar karşılaştırılmış, büyük oranda uyum sağlandığı görülmüş, az miktardaki farklı kodlama için de görüş birliği sağlanmıştır. Elde edilen nitel verilerin analizi için öncelikle bu veriler sayısallaştırılmıştır. Literatürde nitel verilerin çeşitli amaçlarla sayısallaştırılarak analiz edilebileceğini ifade eden çalışmalar yer almaktadır (Abeyasekera, 2005; Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu çalışmalarda benimsenen yaklaşım doğrultusunda öncelikle incelenecek genel kategoriler ve bu kategorilere yönelik göstergeler belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle literatürde MOE tasarlarken dikkate alınması önerilen prensipler (Lesh ve diğerleri, 2000; Lesh ve diğerleri., 2003) dikkate alınarak oluşturulan form yardımıyla her bir etkinlik prensiplere ait alt özellikler açısından “tam olarak sağlıyor”, “kısmen sağlıyor” ve “sağlamıyor” şeklinde kategorilendirilmiştir. Ardından kategorilere ayrılan bu nitel veriler aşağıdaki şekilde sayısallaştırılmıştır:

Abeyasekera (2005), Yıldırım ve Şimşek (2008) gibi araştırmacıların nitel verilerin çeşitli matematiksel yöntemlerle sayısallaştırılabileceği düşüncesinden hareketle ortaya konulan bu teknikle bir etkinliğin MOE kümesine üye olma düzeyine karar vermek amacıyla sosyal bilimlerde kullanımıyla önemli avantajlar sunan bulanık küme teorisinden yararlanmak hedeflenmiştir (Smithson, 1987). Sosyal bilimlerde etkili bir şekilde karar verme ve sınıflama yapma amacıyla bulanık küme teorisinden yararlanan bilim insanları inceledikleri olguları kesin ve net kalıplara sığdırmak yerine karar verme sürecinde kesin olmayan ve yaklaşık bilgileri kullanıma olanağı bularak gerçeklikle daha uygun sonuçlar elde edebilmektedir (Bahadır, 2017). Klasik olarak bir eleman için kümenin ya elemanı olma ya da olmama durumu söz konusu iken bulanık kümelerde bir elemanın bir kümeye üye olma derecesi $[0,1]$ aralığında sonsuz değer alabilmekte ve bu değer 1'e yaklaştıkça elemanın kümeye ait olma düzeyi de artmaktadır (Zadeh, 1965). Buradan hareketle herhangi bir etkinliğin MOE tasarım prensiplerini sağlayan etkinlikler kümesine ait olma düzeyini belirlemek için öncelikle herhangi bir etkinlik için herhangi bir prensibe ait alt kriteri tam olarak sağlanması “2”, kısmen sağlanması “1”, hiç sağlanmaması “0” puan ile değerlendirilmiştir. Ardından etkinliğin bir prensibin alt kriterlerinden aldığı toplam puan yine bu prensibin alt maddelerinden alabileceği en yüksek toplam puana bölünerek bu etkinliğin söz konusu prensibi sağlama düzeyi 0 ile 1 arasında bir sayısal değer olacak şekilde hesaplanmıştır. Bu değer 1'e yaklaştıkça etkinliğin prensibi sağlama düzeyi artmakta 0'a yaklaştıkça da azalmaktadır. Benzer şekilde etkinlikler için tüm prensiplerin alt maddelerinden alınan puanların, formdaki tüm maddelerden alınabilecek toplam puana bölünmesiyle de 0 ve 1 arasında değişen, etkinliğin MOE tasarlama prensiplerine genel uygunluğunu gösteren (MMP'ye uygunluk) değer elde edilmiştir. Bu

şekilde literatürde vurgulanan MMP'nin tüm problem çözme etkinliklerini kapsayıcı (Lesh ve Doerr, 2003) yapısıyla uyumlu bir değerlendirme yöntemi elde etmek amaçlanmıştır. Bu yöntem yardımıyla EK-1 deki form aracılığıyla incelenecek herhangi bir problem çözme etkinliğinin MMP'ye uygunluğu $[0,1]$ aralığındaki sonsuz değerden biriyle temsil edilebilecektir. Böylece bir problem için MOE tasarlama prensiplerini sağlıyor-sağlamıyor ya da MMP'ye uygun-uygun değil şeklinde iki sonuçlu bir değerlendirmeden çok MOE tasarlama prensiplerini “sağlama düzeyi” ya da MMP'ye uygunluk düzeyi şeklinde sonsuz farklı sonucun elde edilebileceği bir değerlendirme yapılabilecektir. Nitel verilerin sayısallaştırılmasından sonra betimleyici istatistikî yöntemler yardımıyla analiz edilmiştir.

Bulgular

Matematik uygulamaları dersi 5.sınıf öğretim materyalinde yer alan 36 adet problem çözme etkinliğinin MMP'ye uygunluk düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan inceleme sonucu elde edilen genel bulgular Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Öğretim Materyalinin MMP'ye Uygunluk Düzeyinin Genel Değerlendirmesi

Premsipler	Ort	Mak	MİN
Model Oluşturma	0.46	0.90	0.10
Gerçeklik	0.68	1.00	0.12
Model Genelleştirme	0.37	1.00	0.00
Etkili Prototip	0.75	1.00	0.33
Model Belgeleme (Dışsallaştırma)	0.53	1.00	0.00
Öz Değerlendirme	0.68	1.00	0.17
MMP'ye uygunluk	0.59	0.97	0.11

Tablo 1'e bakıldığında matematik uygulamaları dersi öğretim materyalinde yer alan etkinliklerin MMP'ye uygunluk için göz önüne alınan prensiplerin tamamı kullanılarak elde edilen uygunluk düzeylerinin ortalamalarının .59 olduğu görülmektedir. Buradan hareketle öğretim materyalinin genel anlamda MMP ile orta düzeyin üstünde bir uyum gösterdiği söylenebilir. Buna ek olarak öğretim materyalinde yer alan etkinliklerin genel anlamda “model oluşturma” ve “model genelleştirme” prensiplerini sağlama düzeylerinin sırasıyla .46 ve .37 olduğu görülmektedir. Bu durum öğretim materyalinde yer alan etkinliklerin “model oluşturma” ve “model genelleştirme” prensiplerine uygunluk düzeylerinin orta seviyeden düşük olduğunu göstermektedir. Etkinliklerin en düşük düzeyde sağladığı prensip ise model genelleştirme prensibi olarak belirlenmiştir. Öğretim materyalinde yer alan etkinliklerin MMP ile uyumlu olmak anlamında en yüksek düzeyde sağladığı prensipler ise sırasıyla “etkili prototip”, “gerçeklik”, “öz değerlendirme” ve “model dışsallaştırma” prensipleridir. Öğretim

materyalinde yer alan 36 etkinliğe ait MMP'ye uygunluk düzeyleri ve bu düzeylerin belirlenmesinde etkili olan prensiplerin sağlanma düzeyleriyle ilgili bulgular Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2'de verilen değerlerin 1'e yaklaşması ilgili prensibi sağlama ve MMP'ye uygun olma düzeyinin arttığını, 0'a yaklaşması ise azaldığını ifade etmektedir.

Tablo 2. Öğretim materyalinde yer alan etkinliklerin MMP'ne uygunluk düzeyleri.

Etk. No	Model Oluşturma	Gerçeklik	Model Genelleştirme	Etkili Prototip	Model Belgeleme	Öz Değerlendirme	MMP Uygunluk
1	0.4	1.0	0.5	1.0	1.0	0.83	0.76
2	0.4	0.13	0.5	0.83	0.0	0.67	0.42
3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.97
4	0.5	1.0	0.75	1.0	1.0	1.0	0.84
5	0.1	0.63	0.0	0.83	0.0	0.5	0.37
6	0.3	0.5	0.5	1.0	0.75	0.67	0.58
7	0.0	0.13	0.0	0.33	0.0	0.17	0.11
8	0.9	0.5	1.0	0.83	1.0	1.0	0.84
9	0.9	1.0	0.75	1.0	1.0	1.0	0.95
10	0.1	0.13	0.0	0.5	0.0	0.33	0.18
11	0.3	0.88	0.0	0.5	0.25	0.5	0.45
12	0.8	0.88	1.0	1.0	1.0	0.83	0.89
13	0.3	0.88	1.0	0.67	1.0	0.67	0.68
14	0.8	0.88	0.5	1.0	0.75	1.0	0.84
15	0.0	0.63	0.0	0.33	0.5	0.67	0.34
16	0.1	0.63	0.0	0.67	0.5	0.5	0.39
17	0.3	0.75	0.25	0.83	0.75	0.5	0.55
18	0.9	0.88	0.75	1.0	1.0	1.0	0.92
19	0.1	0.38	0.0	0.67	0.5	0.5	0.34
20	0.4	0.63	0.25	0.5	0.5	0.33	0.45
21	0.9	0.75	0.75	0.83	0.75	0.83	0.82
22	0.8	1.0	0.75	0.83	0.75	0.67	0.82
23	0.6	0.88	0.5	0.83	0.75	0.67	0.71
24	0.7	0.5	0.25	0.83	0.25	0.5	0.55
25	0.4	1.0	0.0	0.5	0.5	0.83	0.58
26	0.4	0.63	0.25	0.67	0.5	0.83	0.55
27	0.4	0.63	0.25	0.67	0.5	0.83	0.55
28	0.1	0.25	0.0	0.67	0.25	0.67	0.32
29	0.7	0.75	0.0	0.5	0.0	0.83	0.55
30	0.6	0.63	0.25	1.0	0.25	0.67	0.61
31	0.5	0.75	0.25	0.83	0.5	0.67	0.61
32	0.4	0.88	0.5	0.67	0.25	0.5	0.55
33	0.4	0.88	0.25	0.67	0.5	0.67	0.57
34	0.3	0.75	0.0	0.67	0.25	0.67	0.47
35	0.5	0.63	0.25	0.83	0.0	0.67	0.53
36	0.4	0.25	0.25	0.67	0.5	0.67	0.45

Tablo 2’de görüldüğü gibi 36 etkinlikten 12 sinin (2,5,7,10,11,15,16,19,28,34,36) MMP’ye uygunluk düzeyi orta nokta olan .50’in altındadır. MMP ile en yüksek uyuma sahip olan etkinlik 3 numaralı “Otobüs Yolculuğu” (Ek 2), en düşük düzeyde uygun olan etkinlik ise 7 numaralı “Eşitini Bul!” problemleridir (Ek 2). Bunun yanında 1, 3, 4, 8, 9, 12, 14, 18, 21, 22 numaralı etkinliklerdeki problemlerin MMP ile üst düzey ($> .75$) uygunluk gösterdiği anlaşılmaktadır.

MMP’ye uygunluk için göz önüne alınan prensiplerin tamamını yüksek düzeyde sağladığı belirlenen “otobüs yolculuğu” adlı etkinlik Ek 2’de sunulmuştur. Etkinlikte yer alan problem durumuna bakıldığında gerçekçi bir bağlama sahip olduğu, çözüm için öğrencilerin kendi modellerini geliştirmesi gerektiği ve çözümlerini sınıf arkadaşlarına sunmak üzere belgelendirmelerinin istendiği görülmektedir. Etkinliğin öğretmene not bölümünde ise çözümlerin farklı durumlara genellenmesi istenilmektedir. Problemin muhtemel çözümü yapısal olarak benzer problem durumlarını yorumlamak için kullanışlı bir prototip sağlayacak niteliktedir. Bunun yanında sınıftaki sıralarla oluşturulacak otobüs oturma düzeni yardımıyla öğrenciler kendi yorumlarının ve ulaştığı sonuçların doğruluğunu kendi kontrol edebilecek, geliştirme veya düzeltmeye gerek olup olmadığına karar verebileceklerdir.

Üretken MOE tasarlama için dikkate alınması gereken prensipleri sağlama düzeyi en düşük seviyede olduğu belirlenen “Eşitini bul!” adlı etkinlik Ek 2’de verilmiştir. Etkinlik incelendiğinde kesirlerin ondalık ve yüzde gösterim bilgisine dayalı olarak tasarlanmış bir oyun olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu etkinlikte bir problem durumu ve benzerleri için işe yarayacak bir matematiksel yapı (model) geliştirmeleri, onu test edip yeniden düzenlemeleri gerekmektedir. Önceden öğrenmiş oldukları bilgileri hatırlayıp pekiştirmeleri için eğlenceli ve heyecanlı bir deneyim sağlayabilme olasılığı göz önüne alındığında bu etkinliğin kısmen de olsa “etkili prototip” özelliğini sağladığı düşünülebilir.

MMP’ye uygun olma düzeyi orta seviye olan .50’in altında olan 12 adet etkinliğin MOE tasarlama prensiplerine uygun olma düzeylerini belirlemek amacıyla sağlayıp sağlamadıkları kontrol edilen özelliklerle ilgili veriler Tablo 3’te sunulmuştur. Etkinliklerin bir prensibe ait özelliği tam olarak sağlıyor oluşu tabloda “2” ile, kısmen sağlaması “1” ile sağlamayı da “0” ile temsil edilmiştir.

Tablo 3. MMP'e uygunluk düzeyi 0,5'in altında olan etkinliklerin prensiplere uygunluk düzeylerinin alt kriterler bakımından incelenmesi.

Prensip*	Etkinlik No												ort
	2	5	7	10	11	15	16	19	20	28	34	36	
MO1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0.53
MO2	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	1	0.58
MO3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	<i>0.33</i>
MO4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<i>0.13</i>
MO5	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0.87
GR1	0	1	0	0	2	1	1	1	1	0	1	0	0.80
GR2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0,80
GR3	1	2	0	0	2	2	2	2	2	1	2	1	1.53
GR4	0	1	0	0	2	1	1	0	1	1	2	1	1.00
GN1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	<i>0.27</i>
GN2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>0.07</i>
EP1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1.40
EP2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0.53
EP3	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1.67
BL1	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1	0	0.60
BL2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2	<i>0.40</i>
ÖD1	2	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	2	1.00
ÖD2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	<i>0.47</i>
ÖD3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.93

*MO: Model Oluşturma, GR: Gerçeklik, GN: Genelleştirme, EP: Etkili Prototip, BL: Belgeleme, ÖD: Öz değerlendirme

Tablo 3 incelendiğinde MMP'ye uygunluk düzeyleri düşük olan bu etkinlikler için MO3, MO4, GN1, GN2, BL2, ÖD2 koduyla gösterilen özelliklerin sağlanma durumlarının diğer özelliklere göre çok daha düşük düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca MMP'ye düşük seviyede bir uyuma sahip olan etkinliklerin MO1, MO2, MO5, GR1, GR2, EP2, BL1 ile gösterilen özellikleri sağlama bakımından da görece yetersiz kaldığı görülmektedir. Buradan hareketle tabloda yer alan ve MMP ile uyum düzeyleri düşük olduğu belirlenen bu etkinliklerin özellikle “model oluşturma”, “model genelleştirme” ve “model belgeleme (dışsallaştırma)” prensipleri açısından güçlendirilmeleri gerektiği ifade edilebilir.

Tartışma

Yukarıda da bahsedildiği gibi, her ne kadar açık olarak ifade edilmiş olmasa da 2013 yılında hazırlanmış olan matematik uygulamaları öğretim programı MMP ile uyum içinde hazırlandığı anlaşılmaktadır (MEB,2013b). Araştırmanın bulguları matematik uygulamaları 5. Sınıf öğretmenler için öğretim materyalinde yer alan etkinliklere genel olarak bakıldığında öğretim programıyla uyumlu olarak MMP'ye göre MOE'lerin niteliğini artırmak için dikkate alınması gereken prensiplerle uyum düzeyinin orta seviyeden yüksek (.59) olduğunu göstermektedir. Bu durum öğrencilerin bu ders kapsamında karşılaşacakları gerçek yaşam problem durumları için kendi çözümleri olacak matematiksel yapıları (modeller) inşa etme fırsatları bulabileceklerini (Doruk, 2016), böylece matematiği öğrenmenin yanında matematiğin günlük hayattaki farklı yönlerini fark etme ve anlama (Lingefjard ve Holmquist, 2005), küçük gruplar halinde çalışarak grup içi ve gruplar arası tartışmalar aracılığıyla sosyal becerilerini ve iletişim becerilerini geliştirme (Doruk, 2012; Zawojewski, Lesh ve English, 2003) gibi önemli kazanımlar için elverişli bir ders ortamı oluşabileceği düşünülebilir.

Öğretim materyalindeki etkinliklere genel bir değerlendirmesi yapıldığında sağlanma düzeyleri en düşük olan prensiplerin “model genelleştirme” ve “model oluşturma” prensipleri olduğu görülmektedir. Etkinliklerin bu prensiplere uygunluk düzeyleri iyileştirilerek öğretim materyalinin MMP ile uyumu güçlendirilebilir. Bu amaçla model genelleştirme prensibi doğrultusunda, gerekli olan etkinliklerde öğrencilerden istenilen çözümün (model) sadece özel bir duruma uygulanabilir olmasına değil, benzer başka durumlarda da kullanılabilmesine olanak sağlayacak ve öğrencileri tekrar kullanılabilir, paylaşılabilir, üzerinde değişiklikler yapılabilir modeller üretmek için kafa yormaya yönlendirecek düzenlemeler yapılabilir. Model oluşturma prensibinin daha yüksek düzeylerde sağlanabilmesi için cevabı başkaları tarafından önceden formüle edilen etkinlikler yerine karmaşık bir problem durumunda verilenler, istenenler ve muhtemel çözüm süreçlerini yorumlamak için bir model geliştirme, geliştirilen modeli gözden geçirip düzeltme gereksinimini fark ettirecek etkinliklere daha fazla yer verilmelidir (Lesh ve diğerleri, 2000).

Etkinliklerin genel anlamda “etkili prototip” ve “gerçeklik” prensiplerini diğerlerine kıyasla daha yüksek düzeyde sağladıkları görülmüştür. Bu durum matematik uygulamaları dersi kapsamında etkinliklerle çalışan öğrencilere sonraki zamanlarda karşılaşacağı problem durumlarını yorumlamada kullanabileceği örnek modeller sağlayacaktır (Lesh ve diğerleri, 2000). Ayrıca gerçeklik prensibine uygun tasarlanan etkinliklerle çalışan öğrencilere, her ne kadar karmaşık gerçek yaşam durumuyla ilk karşılaştıklarında kafa karışıklığı yaşasalar da,

matematik ve yaşam arasındaki ilişkiyi görme, belli bir kalıp kullanmanın ötesinde kendi çözüm yollarını bulma gibi önemli fırsatlar sağlanabilecektir (Doruk, 2016). Öğretim materyalindeki etkinliklere genel olarak bakıldığında model belgeleme (dışsallaştırma) ve öz değerlendirme prensiplerini de orta seviyenin üstüne sağladıkları görülmüştür. Bu prensipler gereği etkinliklerin çoğunda öğrencilerden çözüm sürecinde edindikleri düşünce ve yaklaşımlarını açıkladıkları yazılı bir belge veya rapor oluşturmaları ve sınıf arkadaşlarına sunmalarının istenmesi iletişim becerilerini geliştirebilecek fırsatlar doğurabilir (Doruk, 2012; English, 2004).

Öğretim materyalinde yer alan 36 problem çözme etkinliğinden 24'ünün MMP'nin önerdiği prensiplere uygunluk düzeyinin orta seviyenin üstünde olduğu görülmüştür. 9.sınıf matematik ders kitabındaki etkinliklerin MOE tasarlama prensipleri bakımından incelendiği benzer bir çalışmada kitaptaki etkinliklerin %22'sinin prensipleri sağladığı belirlenmiş ve bu oranın müfredatın beklentisini karşılayacak seviyede olmadığı ifade edilmiş, etkinliklerin özellikle model dışsallaştırma (belgeleme) prensibinin gerekliliklerini karşılamadıkları belirlenmiştir (Urhan ve Dost, 2017). Her ne kadar iki çalışmanın değerlendirme yaklaşımı farklı olsa da 5.sınıf matematik uygulamaları öğretim materyalinin sözü geçen 9.sınıf matematik ders kitabına göre MOE tasarlarken dikkate alınması gereken prensiplere, özellikle de model dışsallaştırma (belgeleme) prensibine daha uyumlu olduğu düşünülebilir. Ancak MMP'yi ortaya koyan araştırmacılar, MOE'nin matematik öğretimi sürecinde kullanımını önemsemekle beraber bu etkinliklerin geleneksel öğretim metotlarının ve problem çözme etkinliklerinin yerine geçmesi gibi bir iddia sahibi değillerdir (Erbaş ve diğerleri, 2014). Bu etkinlikler bir konunun doğrudan öğretimin öncesinde veya sonrasında uygulandığında öğrencilerin kendi anlayışlarını geliştirmelerine veya konuyla ilgili kavramsal anlayışlarını derinleştirmelerine hizmet ederler (Lesh, Yoon ve Zawojewski, 2007; Yoon, Dreyfus ve Thomas, 2010). Ayrıca MMP'ye göre geleneksel problem çözme etkinliklerine MOE'nin özel bir hali olarak bakılır (Lesh ve Doerr, 2003). Buradan hareketle bir temel ders kitabında yer alan tüm etkinliklerin model oluşturma etkinliği olarak düzenlenmesi ve bu etkinliklerin geleneksel öğretimin yerini tamamen alması beklenemeyebilir. Matematik uygulamaları dersi öğrencilerin zorunlu matematik dersini destekleyerek daha ileri matematiksel problem çözme deneyimleri yaşamalarını ve okulda matematiğin günlük hayattaki uygulamalarını görebilecekleri fırsatlara sahip olmalarını amaçlamaktadır (MEB, 2013b). Bu nedenle matematik uygulamaları dersi öğretim materyalindeki etkinliklerin herhangi bir matematik ders kitabına göre MOE tasarlama prensipleriyle daha fazla uyum göstermesi beklenen bir sonuç olarak görülebilir.

Girişte de ifade edildiği gibi halen okullarda kullanılmakta olan matematik uygulamaları dersi öğretim materyalinin temele aldığı öğretim programı yenilenmiş ve yeni programda açıkça matematiksel modelleme yaklaşımının esas alındığını ifade edilmiş, ancak öğretim materyali henüz güncellenmemiştir. Araştırmada öğretim materyalinde yer alan etkinliklerden MOE tasarlama prensiplerini sağlama düzeyleri görece düşük olanların zayıf kaldığı özelliklerden (Tablo 3) yola çıkarak bu etkinliklerin MOE prensiplerini daha yüksek düzeyde sağlayabilmeleri için öğretim materyalinin olası güncellemelerinde yararlanılmak üzere şu önerilerde bulunulabilir (Lesh ve diğ., 2000):

Etkinlikler

- üretilecek modeli, gözden geçirmeyi, düzeltmeyi, açıklamayı ve değiştirmeyi gerektirmeli,
- problemin çözümü için bir model geliştirmeleri gerektiğini açıkça ifade etmeli,
- oluşturulan modelin sadece onu geliştiren kişi için kullanışlı ve sadece özel bir duruma uygulanabilir olmasına değil, benzer başka durumlarda da kullanabilmesine olanak sağlamalı,
- öğrencileri tekrar kullanılabilir, paylaşılabilir, üzerinde değişiklikler yapılabilir modeller üretmek için kafa yormaya yönlendirmeli,
- öğrencilerin çözüm süreci boyunca problem durumuyla ilgili kendi düşünceleri ve çözüm yollarını açıkça ortaya koyan bir belge oluşturmalarını gerekli kılmalı,
- problem ifadesinin güçlü bir şekilde alternatif çözümlerin kullanışlılığını değerlendirmek için uygunluk kriterleri önermeli,
- öğrencileri karmaşık bir problem durumunda verilenler, istenenler ve muhtemel çözüm süreçlerini yorumlamak için bir model geliştirme gereksinimini fark ettirecek bir durum içine koymalı,
- bir soru için başkaları tarafından formüle edilmiş olan cevabı elde etmeye yönlendirmemeli,
- sembolik olarak ifade edilmiş durumları anlamlandırma yerine, o duruma uyan en uygun sembolik gösterimleri geliştirmeyi desteklemeli,
- bire bir gerçek yaşamda karşılaşılabilecek yapıda olmalı,
- öğrenciler için gerçekçi algılanabilecek bir yapıda olmalı,
- çözümünde yapısal olarak benzer problem durumlarını yorumlamak için kullanışlı bir prototip (örnek model) veya metafor (mecaz) sağlamalı,

- verilecek yanıtın, öğrencilerin modelleme sürecinde neler düşündüklerini açığa çıkarmasını sağlamalı.

Kaynaklar

- Abeyasekera, S. (2005). Quantitative analysis approaches to qualitative data: why, when and how? In J. D. Holland & J. Campbell (Eds.), *Methods in development research; combining qualitative and quantitative approaches* (pp. 97-106). Warwickshire: ITDG Publishing.
- Bahadır, E. (2017). Bulanık Mantık Yaklaşımının Eğitim Çalışmalarında Kullanılmasının Alan Yazın Işığında Değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(7), 28-42.
- Blum, W. & Niss, M. (1989). Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to Other Subjects – State, Trends and Issues in Mathematics Instruction. M. Niss, W. Blum ve I. Huntley (Ed.). *Modelling Applications and Applied Problem Solving*.(s. 1-19). England: Halsted Pres.
- Bonotto, C. (2007). Explorative Study on Realistic Mathematical Modeling. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds) *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (pp. 271-280). Chichester: Horwood Publishing.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research methods in education* (5th ed.). London: Routledge Falmer.
- Doruk, B.K. (2016). Realistic real world context: Model eliciting activities. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. Vol. 17 (2).Doruk, B, K. (2012). İletişim Becerisinin Gelişimi İçin Etkili Bir Araç: Matematiksel Modelleme Etkinlikleri. *MatDer Matematik Eğitimi Dergisi* . (1), 1-12.
- Doruk, B, K. & Umay, A. (2011). Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 41,124-135.
- English, L. (2004). Mathematical modelling in the primary school. I. Putt, R. Faragher & M. McLean (Eds.), *Proceedings of the 27th annual conference of Mathematics Education Research Group of Australasia, Mathematics Education for the Third Millenium: Towards 2010* (pp. 207-214). Townsville: MERGA.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakiroğlu, E., Alacaci, C., & Baş, S. (2014). Mathematical modeling in mathematics education: Basic concepts and approaches. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(4), 1621-1627.
- Freudenthal, H. (1968). Why to teach mathematics so as to be useful? *Educational Studies in Mathematics*, 1(1/2), 3-8.
- Erdem, E., Gürbüz, R.,& Duran, H. (2011). Geçmişten Günümüze Gündelik Yaşamda Kullanılan Matematik Üzerine: Teorik Değil Pratik. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*. Vol.2 No3, 232-246.
- Haines, C., & Crouch, R. (2007). Mathematical modeling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 417-424). New York, NY: Springer.
- Kaiser, G. ve Sriraman, B. (2006). A Global Survey of International Perspectives on Modelling in Mathematics Education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, Vol. 38(3), 302-310.
- Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H.M., Post, T & Zawojewski, J.S. (2003). Model Development Sequences. In R. Lesh & H.M.Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and*

- modelling perspective on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 35-58). Mahwah, NJ: 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, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R., & Kelly, A. (2000). Multitiered teaching experiments. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education*, (pp. 197-230). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 591-646). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R. & Sriraman, B. (2005). John Dewey revisited – pragmatism and the models-modeling perspective on mathematical learning. In A. Beckmann, C. Michelsen, & B. Sriraman (Eds.), *Proceedings of the 1st International Symposium of Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences* (pp.7-31). The University of Education, Schwäbisch Gmünd, Germany.
- Lesh, R. ve Yoon, C. (2006). What Is Distinctive in (Our Views About) Models & Modelling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching? W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, M. Niss (Ed.). *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14. ICMI Study* (s. 161- 170). New York: Springer.
- Lesh, R., Yoon, C., & Zawojewski, J. (2007). John Dewey revisited—making mathematics practical versus making practice mathematical. In R. Lesh, E. Hamilton & J. Kaput (Eds.), *Foundations for the future in mathematics education* (pp. 315-348). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lester, F.K. & Kehle, P. E. (2003). From Problem Solving to Modeling: The Evolution of Thinking About Research on Complex Mathematical Activity..In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 501-517). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lingefjård, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 96-112.
- Lingefjård, T., & Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 24(2-3), 123-133.
- Maaß, K.(2005). Barriers and Opportunities for the Integration of Modelling in Mathematic Classes- Results of an Empirical Study. *Teaching Mathematics and its Applications*, 2/3, 1-16.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013a). Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013b). Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik Uygulamaları Dersi (5, 6, 7 Ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2014). Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik Uygulamaları 5. Sınıf Öğretmenler İçin Öğretim Materyali. Devlet Kitapları, 2. Baskı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018a). Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018b). Matematik Uygulamaları Dersi Öğretim Programı (Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara.

- Mousoulides, N., Christou, C., & Sriraman, B. (2007). From problem solving to modelling: A meta analysis. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 12(1), 23-48.
- Smithson, M. (2012). *Fuzzy set analysis for behavioral and social sciences*. Springer Science & Business Media.
- Tekin Dede, A. & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite problemi. *İlköğretim Online*, 12(4), 1100-1119.
- Urhan, S., & Dost, Ş. (2018). Analysis of Ninth Grade Mathematics Course Book Activities Based on Model-Eliciting Principles. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(5), 985-1002.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yoon, C., Dreyfus, T., & Thomas, O.J. (2010). How High is the Tramping Track? Mathematising and Applying in a Calculus Model-Eliciting Activity. *Mathematics Education Research Journal*, 22(1), 141-157.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zawojewski, S. J., Lesh, R., & English, L. (2003). A Models and Modeling Perspective on the Role of Small Group Learning Activities. R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching* içinde (s.337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

EK-1: MOE tasarlama prensiplerine uygunluk kriterleri.

1. Aşağıdaki maddeler model oluşturma prensibine uygunluk hakkındadır.	0	1	2
Görev öğrencileri karmaşık bir problem durumunda verilenler, istenenler ve muhtemel çözüm süreçlerini yorumlamak için bir model geliştirme gereksinimini fark ettirecek bir durum içine koyuyor.	0	0	0
Görev öğrencileri bir soru için başkaları tarafından formüle edilmiş olan cevabı elde etmeye yönlendirmiyor.	0	0	0
Görev üretilecek modeli, gözden geçirmeyi, düzeltmeyi, açıklamayı ve değiştirmeyi gerektiriyor.	0	0	0
Görev, öğrencilerden problemin çözümü için bir model geliştirmeleri gerektiğini açıkça ifade ediyor.	0	0	0
Görev, sembolik olarak ifade edilmiş durumları anlamlandırma yerine, o duruma uyan en uygun sembolik gösterimleri geliştirmeyi destekliyor.	0	0	0
2. Aşağıdaki maddeler gerçeklik prensibine uygunluk hakkındadır.			
Görevin içerdiği problem durumu bire bir gerçek yaşamda karşılaşılabilecek yapıdadır.	0	0	0
Görevin içerdiği problem durumu öğrenciler için gerçekçi algılanabilecek bir yapıdadır.	0	0	0
Öğrenciler kendi deneyimleri ve bilgilerine dayanarak problem durumunu anlamlandırabilir.	0	0	0
Çözüm sürecinde öğrencilerin fikirleri ciddiye alınmıyor, yazarın problem için doğru yol olarak düşündüğü yola uymaya zorlanmıyor.	0	0	0
3. Aşağıdaki maddeler model genelleştirme prensibine uygunluk hakkındadır.			
Görev oluşturulan modelin sadece onu geliştiren kişi için kullanışlı ve sadece özel bir duruma uygulanabilir olmasına değil, benzer başka durumlarda da kullanılmasına olanak sağlıyor.	0	0	0
Görev öğrencileri tekrar kullanılabilir, paylaşılabilir, üzerinde değişiklikler yapılabilir modeller üretmek için kafa yormaya yönlendiriyor.	0	0	0
4. Aşağıdaki maddeler etkili ve basit prototip prensibine uygunluk hakkındadır.			
Görevin içerdiği problem durumu öğrencinin mantıklı bir cevap üretebilmesine (prototip geliştirmesine) olanak sağlayacak şekilde karmaşıklıktan uzak.	0	0	0
Görevin içerdiği problemin çözümü yapısal olarak benzer problem durumlarını yorumlamak için kullanışlı bir prototip (örnek model) veya metafor (mecaz) sağlıyor.	0	0	0
Görevin içerdiği problemin çözümü kavramsal ilişkileri fark etmeyi (prototip geliştirmeyi) engelleyecek düzeyde karmaşık hesaplama prosedürlerini içermiyor.	0	0	0
5. Aşağıdaki maddeler model dışsallaştırma (düşüncelerini belgelendirme) prensibine uygunluk hakkındadır.			
Görevin içerdiği probleme verilen yanıt, öğrencilerin modelleme sürecinde neler düşündüklerini açığa çıkaracak şekilde.	0	0	0
Görevin içerdiği problem öğrencilerin çözüm süreci boyunca problem durumuyla ilgili kendi düşünceleri ve çözüm yollarını açıkça ortaya koyan bir belge oluşturmalarını gerektiriyor.	0	0	0
6. Aşağıdaki maddeler öz değerlendirme prensibine uygunluk hakkındadır.			
Öğrenci, görevi yerine getirirken kendi yorumlarının ve ulaştığı sonuçların doğruluğunu kendi kontrol edebilir, geliştirme veya düzeltmeye gerek olup olmadığına karar verebilir.	0	0	0
Görevin içerdiği problem ifadesi güçlü bir şekilde alternatif çözümlerin kullanılışlılığını değerlendirmek için uygunluk kriterleri öneriyor.	0	0	0
Görevin çerçevesi nettir.	0	0	0

0: Sağlamıyor **1:** Kısmen sağlıyor **2:** Tam olarak sağlıyor

EK 2. MMP'ye uygunluk düzeyi en yüksek olan “otobüs yolculuğu” ve en düşük olan “eşitini bul” adlı etkinlikler (MEB, 2014).

▪ Otobüs Yolculuğu

İşi gereği seyahat eden Erkan Bey, otobüs firmasından telefonla yer ayırtmaktadır. Erkan Bey'in firma yetkilisi ile konuşmasına kulak verelim:

Erkan: İyi günler. Yarın 19.00'da Kayseri'ye gidecek olan otobüste benim için bir kişilik yer ayırır mısınız?

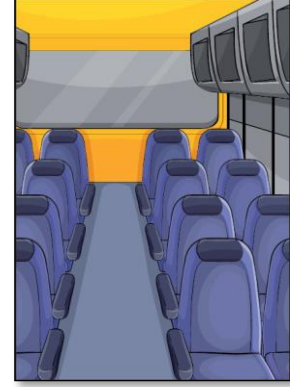
Firma yetkilisi: İyi günler efendim. 18 numaralı koltuk uygun mu sizin için?

Erkan: 18 numaralı koltuk cam kenarı değil. Ben cam kenarını tercih ediyorum.

Acaba cam kenarında yeriniz var mı?

Firma yetkilisi: 13 numaralı koltuk uygun mu efendim?

Erkan: Evet. 13 numaralı koltuk benim için uygun, teşekkürler.



Aşağıdaki sorulara grup arkadaşlarınızla birlikte cevap arayınız.

• Bir otobüste koltukların ne şekilde numaralandırıldığını biliyor musunuz?

• Erkan, 18 numaralı koltuğun cam kenarı olmadığını nasıl anlamıştır?

• Erkan, 13 numaralı koltuğun cam kenarı olduğunu nasıl anlamıştır?

Şimdi, problemi geliştirelim.

• Erkan, şoför tarafındaki cam kenarında bulunan koltuklara oturmak için ne yapmalı?

• Erkan firma yetkilisi koltuk numarasını söylediğinde, oturduğu koltuğun sırasını da bulabilir mi? Sırasını bulmak için ne yapmalı?

• Bazı otobüslerin bir sırasında dört, bazılarında da üç koltuk vardır. Üç koltuk olması durumunda yukarıdaki cevaplarınız nasıl değişirdi?

Grubunuzla tartışarak, konuyu bilmeyen birisinin anlayacağı şekilde çözümünüzü yazarak düzenleyiniz. Diğer arkadaşlarınıza sunmak amacıyla şekil çiziniz. Dersin sonunda sadece doğru cevabınızla değil, sunuştaki başarınızla da değerlendirileceksiniz.

▪ Öğretmene Not

- Heterojen öğrenci grupları oluşturunuz.
- Öğrencilere sınıf ortamında etkinlikle ilgili hareket etme imkânı verilmelidir. Otobüsün oturma düzeni, sınıftaki sıralar kullanılarak öğrencilerin gözünde canlandırılabilir veya öğrenciler kâğıt üzerinde otobüs koltuk düzenini çizmek isteyebilirler. Öğretmen uygun görürse oturma düzeninin krokisini öğrencilere dağıtabilir.
- Gruplar ulaştıkları çözümleri ve çözüm sürecini sınıf içinde paylaşmalıdırlar.
- Otobüs problemi doyurucu bir sonuca ulaşarak çözüldükten sonra öğretmen bu defa uçaktaki oturma düzeni ile ilgili bir problem sorabilir.... Ayrıca öğrencilerin cam kenarındaki koltuklar veya koridor koltukları ve orta yer koltukları ile ilgili oturma sırasına göre genellemelere ulaşmaları beklenir.

▪ Eşitini Bul!

Öğretmen sınıfı 4 kişilik gruplara ayırır. Her bir gruba bir set etkinlik kâğıdı verir. Kartlar önce karıştırılır ve ters yüz edilerek sıraya dizilir. Her gruptan bir öğrenci sırayla ikişer kâğıdı çevirip bakar. Birbirinin eşit olanı bulursa alır ve 2 puan kazanır. Bulamazsa her iki kartı da açık bırakır. Sonraki öğrenci yeni iki kâğıdı açar ve bu kâğıtları hem yerdeki açık kâğıtlarla hem de birbirleri ile karşılaştırır. Eşitini bulursa alır. Burada dört kâğıt alırsa 4 puan kazanmış olur. Karışık kartlar içinden birbirine eşit olanların alındığı aktivite kartları yukarıda verilmiştir.

0,25	%25	1/4	25/100	0,30	%30	3/10	30/100
0,5	%50	1/2	50/100	0,75	%75	3/4	75/100
0,60	%60	3/5	60/100	0,40	%40	2/5	40/100