



The Sufficiency of High School Mathematics Teachers' to Design Activities Appropriate to Model Eliciting Activities Design Principles

Demet DENİZ¹, Levent AKGÜN²,

Received: 11 January 2016, Accepted: 06 March 2016

ABSTRACT

In this study, the sufficiency of high school mathematics teachers' to design activities appropriate to model eliciting activities design principles were examined. The study was conducted with 13 high school mathematics teachers in Ağrı city center. Mathematical modeling method was introduced and examples of activities including the mathematical modeling methods in the literature are presented to teachers as the in the study. In addition, relationships and differences between problem-solving and mathematical modelling, mathematical modelling types have been introduced. Case-study was used in the study. The activities that the teachers have created were used as data collection tools. The data obtained were analyzed descriptively. The teachers designed 49 activities by taking the MEA design principles. When the activities designed by the teachers are considered in a general sense, it has been observed that the whole of the 49 activities are in accordance with the reality and model generalization principles. It has also been observed that the activities are in accordance with the evaluation principle at a certain level. When the findings obtained and the studies on MEA are examined, it becomes obvious that designing activities that are in complete accordance with MEA design principles is difficult. In order to create appropriate activities to MOE design principles teachers need to gain experience of the to create more activity.

Keywords: Mathematical Modelling, Designing Model Eliciting Activities, High School Mathematics Teachers.

EXTENDED ABSTRACT

Purpose and Significance

Many people think that mathematics consists merely of the grammar, rules and small operations of the mathematical language. In order to establish a relation between mathematics and real life problems, mathematical modelling has a specific role (Muller and Burkhardt,2007) .Because mathematical modelling is the process of solving the real life problems (Özer Keskin, 2008). Lesh and Doerr (2003) uses the term Model-Eliciting Activities (MEA) instead of Modelling Activities (Doruk, 2010). MEA is the problem-solving activities that include the shareable, changeable and reusable conceptual tools) in order to form, explain, estimate or control the systems that are important for mathematics and are different from the traditional verbal problems (Lesh and Doerr, 2003). There are six principles for model-eliciting design developed by Lesh, Hoover, Hole, Kelly and Post (2000). Although the importance of modelling process is constantly mentioned in our country, the MEA designed by teachers are examined in very few studies in detail. With this study, teachers are acknowledged on mathematical modelling activities and are given the opportunity or designing activities themselves. Therefore, this study provides important information in terms of awareness for teachers in designing and experiencing MEA activities.

Methods

The Case Study Design has been taken as the basis in this study. In determining the participants, the Availability Sampling Technique have been used. The study has been conducted with 13 mathematics teachers working in Ağrı

¹Assist.Prof.Dr., Muş Alpaslan University, Faculty of Education, demetdeniz227@gmail.com

²Assist.Prof.Dr., Atatürk University, Kazım Karabekir Faculty of Education, levakgun@atauni.edu.tr

city center. The MEA, which was designed by the teachers, was used as the data collection tool. The teachers designed 49 activities by taking the MEA design principles into consideration during two semesters. The data obtained were analyzed descriptively.

Results

Five of the 49 activities design by the teachers were re-designed and given their latest forms since they did not appropriate the MEA principles. In the problem case of these five activities, it was observed that a few of the students could not reach the solution only with one single number. It was also observed that a few of the students did not fit the model construction principle that they expressed they had to use in their own mathematical models, and neither did it fit the documenting principle which is directed towards the relevant units of the problem situations; and it was also directed to the generalization of the solutions that would be formed by the students. However, since no statements about whether the model or the solution which is prepared in all activities by the teachers might be recalled after some time has not been included, no evaluations could be made about the efficient prototype principle.

When the activities designed by the teachers are considered in a general sense, it has been observed that the whole of the 49 activities are in accordance with the reality and model generalization principles. It has also been observed that the activities are in accordance with the evaluation principle at a certain level. In addition, it has been determined that 18 of the activities are in accordance with the model construction principle; and 15 of them are in accordance with the structure certification principle at a certain level. Two of the activities were determined as not being in complete accordance with the structure certification principle.

Discussion and Conclusions

Even after efficient design of MEA by teachers, low level of readiness and academic standing of students who participated in the study made it impossible to reveal the complex activities. When the findings obtained and the studies on MEA are examined, it becomes obvious that designing activities that are in complete accordance with MEA design principles is difficult, and there are some missing points in many studies. With this study, the high school mathematics teachers have found the opportunity of forming MEA. MEA are also related with physics, chemistry, biology and geography and other similar fields. Teachers form different fields may come together and design MEA together.

In order to ensure that the teacher acquire experience in designing MEA, the researchers may establish a website that includes the present MEAs in the literature, and the processes of teachers applying these activities at schools may be observed. By doing so, the issue of which activities are preferred by teachers more and their proficiencies in applying these in their classes may be examined.

Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Prensiplerine Uygun Etkinlik Tasarlayabilme Yeterlikleri

Demet DENİZ¹, Levent AKGÜN²

Başvuru Tarihi: 11 Ocak 2016, **Kabul Tarihi:** 06 Mart 2016

ÖZET

Bu çalışmada, Ağrı il merkezinde görev yapan ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel model oluşturma prensiplerine uygun etkinlikler tasarlayıp tasarlayamadıkları incelenmiştir. Çalışma Ağrı il merkezindeki üç farklı lise türünde görev yapan 13 matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Çalışmada ilk olarak öğretmenlere matematiksel modelleme yöntemi tanıtılmış ve literatürde olan matematiksel modelleme yöntemini içeren etkinlik örnekleri sunulmuştur. Ayrıca problem çözme ile matematiksel modelleme yöntemi arasındaki ilişkiler ve farklılıklar, matematiksel modelleme türleri tanıtılmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması deseni kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak öğretmenlerin tasarladıkları Model Oluşturma Etkinlikleri kullanılmış, toplanan veriler betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmaya katılan matematik öğretmenleri Model Oluşturma Etkinliklerinin altı tasarım prensibini (gerçeklik, model oluşturma, öz değerlendirme, yapı belgelendirme, model genelleme, etkili prototip) dikkate alarak 9., 10. ve 11. sınıf düzeylerine göre ve uygun buldukları konularda toplamda 49 tane etkinlik tasarlamışlardır. Araştırmadan elde edilen bulgular; öğretmenlerin tasarladıkları Model Oluşturma Etkinliklerinin tümünün gerçeklik ve model genelleme prensiplerine tamamen uygun, öz değerlendirme prensibine ise kısmen uygun olduğunu göstermiştir. Etkinliklerin etkili prototip prensibine uygunluğu ise incelenmemiştir. Elde edilen bulgular ışığında MOE tasarım prensiplerinin tümüne tamamen uygun etkinliklerin tasarlanmasının oldukça zor olduğu söylenebilir. Öğretmenlerin MOE tasarım prensiplerine uygun etkinlikler oluşturabilmeleri için daha fazla etkinlik oluşturup deneyim kazanmaları gerekir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel Modelleme, Model Oluşturma Etkinlikleri Tasarlama, Ortaöğretim Matematik Öğretmenleri.

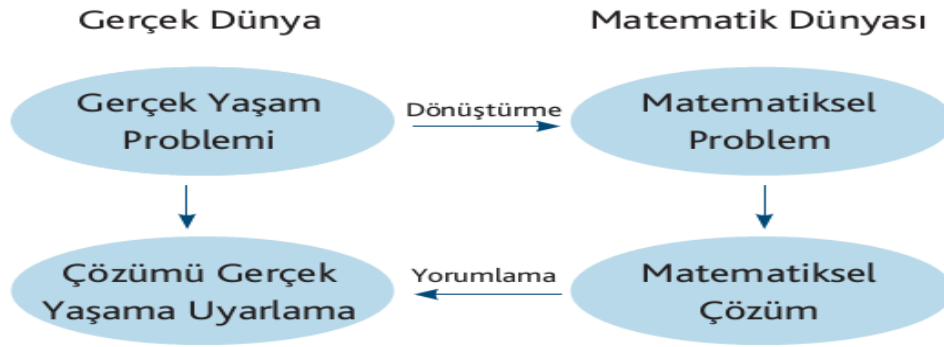
1. Giriş

Matematik toplum için önemli bir bilim olsa bile birçok insan tarafından günlük hayatla ilişkisiz görülmektedir. Muller ve Burkhardt'a (2007) göre birçok kişi matematiği sadece matematik dilinin dilbilgisi, kuralları ve küçük işlemleri olarak düşünmektedir. Gerçek hayat problemleri ile matematik arasında ilişki kurulabilmesinde matematiksel modellemenin önemli rolü vardır. Çünkü matematiksel modelleme gerçek hayat problemlerini çözme sürecidir (Özer Keskin, 2008). Lesh ve Doerr (2003) modelleme etkinlikleri yerine, model ortaya çıkarma (model-eliciting) etkinlikleri kavramını kullanmaktadır (Doruk, 2010). Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE), matematiksel olarak önemli olan sistemleri oluşturmak, açıklamak, tahmin etmek ya da kontrol etmek için paylaşılabilir, değiştirilebilir ve tekrar kullanılabilir kavramsal araçları (örneğin, modelleri) içeren problem çözme etkinlikleridir ve geleneksel sözel problemlerden farklıdır (Lesh ve Doerr, 2003). Geleneksel problem çözme sürecinde öğrencilere bir dizi kısa, kapalı uçlu sorular sorulur ve öğrenciler bu soruları çözerken genelde aritmetik işlemlerle uğraşırlar (Boaler, 2001; English, 2006; Lesh ve Yoon, 2007). Bu süreçte öğrenciler formülleri ezberlerler ve bu formülleri geleneksel sözel problemlerinde kullanmaya başlarlar (Yu ve Chang, 2011). Dolayısıyla geleneksel problemler ve geleneksel öğretim, problem çözmenin farklı bakış açılarını öğrenme ve uygulayabilmeyi sağlayamaz (Chapman, 2007). Matematiksel modelleme etkinliklerinde sayısal işlemler, problemi çözmek için küçük bir aşamadır. Bunun yerine daha çok verilenle istenenler arasında sistematik düşünme gereklidir. Bu yüzden bu süreçte en önemli şey öğrencilerin kendi düşüncelerini ve süreçlerini üretmeleri ve geliştirmeleridir (English, 2006; Lesh ve Yoon, 2007). Modelleme yaklaşımında verilen problemin tek bir doğru cevabı veya tek bir çözüm yolu yoktur, çözümün kontrol edilmesi ve çözümün tekrar geliştirilmesi söz konusudur. Ayrıca modelleme etkinliklerinde gerçek yaşamdan alınmış, karmaşık bir durum söz konusuysen geleneksel problemlerdeki gibi öğrenciyi yönlendirecek anahtar kelimeler ve hazır kalıplar da yoktur (Doruk, 2010; Herget ve Torres-Skoumal, 2007; Kertil, 2008). Bu yüzden modelleme etkinlikleri ile öğrenciler matematiksel

¹Yrd.Doç.Dr., Muş Alpaslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, demetdeniz227@gmail.com

²Yrd.Doç.Dr., Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, levakgun@atauni.edu.tr

bilgilerle gerçek dünya arasındaki ilişkinin nasıl olduğu ve gerçek dünyada bu bilgilerin uygulanabilirliği ile ilgili bir bakış kazanırlar (Sriraman, 2005). Matematiksel modelleme sürecinde; değişkenler seçilir, değişkenlerin birbirleri arasındaki ilişkileri tespit edilir, bunlar aracılığıyla gerçek hayat durumu modellenir ve bu model test edilir. Yani matematiksel modelleme sürecinde; gerçek hayat problemi ile başlayan matematiksel modelleme problemi matematikselleştirilir ve ulaşılan sonuç gerçek hayat için yorumlanır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Aşağıda matematiksel modelleme ait döngüsel süreç verilmiştir:



Şekil 1. Matematiksel modellemeye ait döngüsel süreç [MEB'ten(2013) alınmıştır]

MOE tasarımı için Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post'un (2000) geliştirdikleri altı prensip vardır. Bu prensipler 15 haftalık öğretim deneyleri süresince araştırmacılarla birlikte çalışan veliler, öğretmenler ve toplum liderlerinin önerileri de dikkate alınarak, test edilerek ve düzeltilerek hazırlanmıştır. MOE tasarımı için geliştirilen bu prensipler; gerçeklik prensibi, model oluşturma prensibi, öz değerlendirme prensibi, yapı belgelendirme prensibi, model genelleme prensibi ve etkili prototip prensibi şeklindedir. Gerçeklik prensibinde öğrencilerin verilen durumları kendi bilgi ve deneyimlerine göre anlamlandırması önemlidir. Dolayısıyla bu prensibe göre etkinlikler gerçek veya gerçeğe yakın verilere dayalı olarak tasarlanmalıdır. Bu prensip ile öğrenciler etkinliği matematiksel yeteneklerinin ve genel kültürlerinin farklı düzeylerine göre anlamlandırabilirler (Chamberlin, 2004; Lesh ve diğerleri, 2000). Model oluşturma prensibi öğrencilerin problemin çözümüne ulaşabilmeleri için matematiksel model oluşturmaları gerektiğini belirtir (Chamberlin ve Moon, 2005). Bu prensipte anlamlı durumların sembolik açıklaması yapılır. Yani bu etkinlikler matematikleştirmeyi içerirler. Dolayısıyla model oluşturma prensibinde cevaplanması gereken soru, öğrencilerin karmaşık problem durumlarında verilenleri, istenenleri ve mümkün olan çözüm yollarını yorumlamaları için gerekli olan modelleri oluşturma gereksiniminin bilincinde olup olmayacaklarıdır (Lesh ve diğerleri, 2000, s. 606). Öz değerlendirme prensibi problemde amacın açık ve öğrenci seviyelerine uygun olmasını, öğrencilerin öğretmenlerinin görüşlerini almadan kendi çözüm yaklaşımlarının uygunluğunu ve kullanılabilirliğini değerlendirebilmeleri gerektiğini belirtmektedir (Chamberlin ve Moon, 2005; Lesh ve diğerleri, 2000; Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013). MOE'de gruptaki öğrencilerin birbirinden farklı çözümleri ve düşünceleri olabilir. Öz değerlendirme prensibi öğrencilerin alternatif çözümlerden en kullanışlı olanı seçmesini ve diğer fikirleri elemesini sağlayabilecek bilgiler içerir (Lesh ve diğerleri, 2000). Yapı belgelendirme prensibi; öğrencilerin MOE'de çalışırken kendi düşüncelerini ve çözümlerini açığa çıkarmayı ve bunları problemin hitap ettiği kişilerin anlayabileceği şekilde belgelendirmeyi içerir (Chamberlin ve Moon, 2005; Lesh ve diğerleri, 2000; Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013). Yapı belgelendirme prensibi öğretmenlere problem çözme sürecinde öğrencilerinin matematiksel işlemler, ilişkiler ve kalıplar ile ilgili düşüncelerini incelemelerinde yardımcı olur. Bu prensip aynı zamanda öğrenciler için de faydalıdır. Çünkü yapı belgelendirme prensibi öğrencilerin görselleştirmelerini kolaylaştırır ve böylece kendi düşüncelerini yansıtmasını sağlar (Chamberlin, 2004; Chamberlin ve Moon, 2005; Lesh ve diğerleri, 2000; Lesh, Cramer, Doerr, Post ve Zawojewski, 2003). Yapı belgelendirme prensibi öğrenilenlerin belgelenmesini amaçladığı için öz- değerlendirmeyi kolaylaştırır. Dolayısıyla bu prensip öğrencilerin kendi çözümlerinin nasıl yansıdığını değerlendirmelerini gerektiren öz değerlendirme prensibi ile ilişkilidir. (Chamberlin ve Moon, 2005; Lesh ve diğerleri, 2000). Model genelleme prensibi, öğrenci düşüncelerinin paylaşılabilir, dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilirliğini sağlamayı gerektirir (Lesh ve diğerleri, 2000). Bu

prensip ile öğrencilerden benzer durumlar için başkaları tarafından kullanılabilen veya benzer durumlarda da kullanılabilen model oluşturmaları istenerek, öğrencilerin kişisel bilgilerinin ötesinde daha genel bilgiler üretmeleri istenir (Chamberlin, 2004; Chamberlin ve Moon, 2005; Lesh ve diğerleri, 2000). Etkili prototip prensibine göre öğrencilerin geliştirdikleri modeller olabildiğince basit ancak matematiksel olarak da anlamlı olmalıdır. Ayrıca problemin çözümünden uzun zaman geçse bile öğrencilerin yapı bakımından benzer durumlarla karşılaştıklarında çözümü hatırlayabilmeleri gereklidir (Lesh ve diğerleri, 2000). Yapı belgelendirme ve etkili prototip prensipleri genç matematikçilerin matematik problemlerinde faydalı ve genellenebilir yaratıcı çözümleri öğrenmelerinde yardımcı olurlar (Chamberlin ve Moon, 2005).

MOE'nin bu prensiplere göre tasarlanmasına yönelik yapılan çalışmalara bakıldığında, Moore ve Diefes-Dux (2004) nano pürüzlülüğüne ilişkin bir MOE'yi geliştirmek amacıyla mühendislik profesörleri, lisansüstü öğrencileri ve matematik eğitimi profesörlerinden oluşan bir takım ile çalışmışlardır. Yapılan bu çalışmada mühendislik öğrencileri içinleri mühendisliğin içeriğini tanıtmak amacıyla açık uçlu modelleme problemleri üzerinde çalışılmış ve nano pürüzsüzlüğüne ilişkin MOE geliştirilmiştir. Bu etkinliğin MOE gelişimine rehber olan altı prensibe uygunluğu ve etkinliği geliştirme yolunda karşılaşılan zorluklar üzerinde durulmuştur. Yu ve Chang (2011) ise öğretmenlere yönelik yüksek lisans programına bağlı dokuz hafta süren bir kursta 16 ortaokul matematik öğretmenin dörderli grup şeklinde birer tane hazırladığı MOE'yi, öğretmenlerin modelleme algılarını ve yaşadıkları sıkıntıları incelemişlerdir. Çalışma sonunda öğretmenlerin hazırlamış olduğu dört etkinlik MOE tasarımı prensiplerine göre değerlendirilmiştir. Türkiye'deki çalışmalara bakıldığında ise MOE tasarlanmasına yönelik sadece birkaç çalışma yapıldığı görülmektedir. Örneğin; Tekin (2012) yapmış olduğu çalışmada öğretmenlerin tasarladıkları MOE'nin, prensipleri ne ölçüde sağladığını ortaya çıkarmak amacıyla söz konusu MOE'yi doküman incelemesine tabi tutmuştur. Tasarım sürecini, tasarım süreci sonunda gruplarla gerçekleştirilen görüşmeleri ve okul uygulamaları sonrası gerçekleştirilen görüşmeleri içerik analizi ile kuramsal çerçeveye dayalı olarak analiz etmiştir. Çalışmanın başlangıcında öğretmenlerin MOE ile ilgili ön bilgilerinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Tekin Dede ve Bukova Güzel (2013) çalışmalarında ise dört matematik öğretmeni tarafından tasarlanan Obezite Problemi isimli bir MOE tasarım sürecini ve tasarlanan MOE'yi MOE tasarım prensipleri çerçevesinde incelemişlerdir. Yapılan çalışmalarda öğretmenler gruplar halinde bir etkinlik tasarlamaya çalışırken, bu çalışmada her öğretmen bireysel olarak etkinlikler tasarlamışlardır.

Türkiye'deki modelleme sürecinin öneminden sıkça bahsedilmesine rağmen çok az sayıda çalışmada öğretmenlerin tasarladıkları MOE detaylı bir biçimde incelenmiştir. Bu çalışma ile öğretmenler hem matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili bilgilendirilmişler hem de kendileri etkinlik tasarlama fırsatı bulmuşlardır. Ayrıca bu çalışma ile ortaöğretim düzeyine uygun MOE tasarlanarak literatüre yeni etkinlikler kazandırılmıştır. Dolayısıyla bu çalışma, öğretmenlerin MOE'ni tasarlamada farkındalık ve deneyim kazanmaları açısından önemli bilgiler sağlamaktadır.

Araştırma problemi, "Matematik öğretmenlerinin MOE tasarım prensiplerine uygun etkinlik tasarlayabilme yeterlilikleri nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Deseni

Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırma genelleme kaygısı olmayan, derinlemesine ve ayrıntılı bir bakış açısıyla irdelenmiş bir çalışmadır. Nitel araştırma yöntemi algı ve olayların doğal ortamlarında gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilen bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu çalışmada ortaöğretim matematik öğretmenlerinin tasarladıkları MOE'nin MOE tasarım prensiplerine uygunluğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Bu açıdan bakıldığında araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni esas alınmıştır. Durum çalışması deseni sınırlı kişi veya grubun derinlemesine betimlendiği ve incelendiği bir desendir. Durum çalışmasının özellikleri belirlilik, betimleme ve sezgiselliklerdir. Belirlilik, belli bir olay ya da olguya odaklanmaktır. Betimleme, araştırılan durumun yoğun bir şekilde betimlenmesidir. Sezgisellik ise okuyucunun çalışmadaki olguyu daha iyi anlayabilmesidir (Merriam, 2013). Bu çalışmada Ağrı il merkezindeki ortaöğretimde görev yapan öğretmenlerle sınırlı sayıda etkinlikler yapılmıştır. Tasarlanan

etkinlikler ayrıntısıyla incelenmiş ve elde edilen sonuçların okuyucunun MOE ile ilgili bilgisini arttırabileceği düşünülmüştür.

2.2. Katılımcılar

Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemleri içinde yer alan kolay ulaşılabilir örnekleme tekniği kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme, zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak verir. Kolay ulaşılabilir örneklem ise yakın ve erişilmesi kolay olan durumun seçilmesidir. Kolay ulaşılabilir örneklem görece olarak daha az maliyetlidir ve bazı araştırmacılar için pratik ve kolay olarak algılanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Araştırma, Ağrı il merkezinde görev yapan 13 ortaöğretim matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Öğretmenlerin dokuzu Anadolu Liselerinde görev yaparken, biri Fen Lisesinde, biri Anadolu Endüstri Meslek Lisesinde, ikisi ise Anadolu İmam Hatip Lisesinde görev yapmaktadır. Bu öğretmenlerden yalnızca bir tanesi üniversitede almış olduğu derslerden birinde matematiksel modelleme ile karşılaşmıştır. Çalışma Ağrı ilinde sürdürüldüğü için çalışmaya katılan öğretmenlerin çoğu 1-3 yıllık hizmet süresi olan öğretmenlerdir. Bu öğretmenler Ö1, Ö2,..., Ö13 şeklinde kodlanarak çalışmada isimlerine yer verilmemiştir.

2.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Bu çalışmada öğretmenlerin tasarladıkları MOE'nin MOE tasarım prensiplerine uygun olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Uygulama Ağrı il merkezinde görev yapan ortaöğretim matematik öğretmenleri ile yürütülmüştür. Uygulamaya başlamadan önce Ağrı İl Milli Eğitim Müdürlüğünden gerekli izinler alınmış ve il merkezindeki liselerde görev yapan matematik öğretmenleri çalışma hakkında bilgilendirilmiştir. Çalışmaya katılmak isteyen öğretmenler belirlenip bu öğretmenlerle ön görüşmeler yapılmıştır. Ön görüşmelerden sonra bu öğretmenlere beş hafta boyunca haftada iki saat olmak üzere matematiksel modelleme ve türleri, MOE ve MOE tasarım prensipleri ile ilgili gerekli bilgiler verilmiştir. Matematiksel modelleme türleri ve problem çözme ile matematiksel modelleme yöntemi arasındaki ilişkiler ve farklılıklara değinilmiştir. Ayrıca literatürde var olan ya da araştırmacıların tasarladıkları etkinlikler sunulmuştur. Bu beş haftalık sürecin içeriğine aşağıdaki tabloda yer verilmiştir:

Tablo 1
Haftalara Göre Matematiksel Modelleme Yönteminin Tanıtım Süreci

Haftalar	Matematiksel Modelleme Yönteminin Tanıtım Süreci
1. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> Matematiksel modelleme ile ilgili bir sunum yapılmıştır. Bu sunumda model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramları üzerinde durulmuştur. Ayrıca matematiksel modelleme ile problem çözme arasındaki ilişkiler ve farklılıklara değinilmiştir. Matematiksel modelleme yöntemine uygun olan Seminer Problemi örneği uygulanmıştır (Özturan Sağırılı, 2010).
2. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> Matematiksel modelleme türleri üzerinde durulmuştur ve modelleme türlerini içeren en az bir etkinlik örneği gösterilmiş ve çözümleri yapılmıştır. Bu örnekler aşağıdaki gibidir: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Deneysel modelleme yöntemini kapsayan Sera Etkisi (Berry ve Houston'dan (1995)'ten Akt. Özer Keskin, 2008) ve Yükseklik- Sıcaklık İlişkisi Problemleri ✓ Boyutsal modellemeye uygun olan Boru İçindeki Suyun Durgun Akışı ve Basit Sarkaç Problemi (Berry ve Houston'dan (1995)'ten Akt. Özer Keskin, 2008). ✓ Teorik modelleme yöntemine uygun olan Trafik Lambası, Hindistan Nüfusu ve Kremalı Pasta Problemi (Berry ve Houston'dan (1995)'ten Akt. Özer Keskin, 2008).
3. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> MOE tasarım prensipleri ve modelleme süreçleri ile ilgili bir sunum yapılmıştır. Etkili bir modelleme sürecinde öğretmenin rolü ve grup çalışmasının önemi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Matematiksel modelleme yöntemi ile bir dersin nasıl anlatılabileceğine yönelik olarak dizi kavramı, Koyunlardan Elde Edilen Et Miktarı Etkinliği (Çiltaş, 2011) ile öğretilmeye çalışılmıştır. Aşağıdaki örnek problemler sunulmuştur: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fırlatılan Top Problemi, ✓ Denizyolu-Karayolu Problemi ve İki Katlı Bina Tasarımı Problemi (MEB, 2013) ✓ Büyük Ayak Problemi (Doruk, 2010) ✓ Suyun Özkütlesi Problemi

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bakteri Çoğalma Süresi Problemi (Stewart, 2007) ✓ Araba Testi Problemi (Shternberg ve Yerushalmy (2003)'den akt. Kertil, 2008). ✓ Özturan Sağırlı (2010)'dan alınan Problemler (Balon Problemi, Kule Problemi, Hasta Problemi, Köprü Problemi, Eyfel Kulesi Problemi, Kayıkçı Problemi, Yüzme Problemi, Ağustos Böceği Problemi, Bakır Madeni Problemi, Karınca Problemi, Roket Problemi, Havuz Problemi, Cirit Problemi, Öğrenme Hızı Problemi, Manzara Problemi, Sınav Problemi, Yüzme Problemi, Kaplıca Problemi, Helikopter Problemi, Su Parkı Problemi, ph Problemi , Pizza Problemi, Ticaret Problemi, Patates Problemi, Toptancı Problemi, Atletizm Problemi, Reklam Problemi, Fare Problemi, Maliyet Problemi ve Motosiklet Problemi)
4. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Aşağıdaki örnek problemler sunulmuştur: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Kelime Hatırlama Problemi (MEB, 2013) ✓ Motosiklet Problemi (Özturan Sağırlı, 2010) ✓ Bakteri Sayısı Problemi (Stewart, 2007) ✓ İllere Göre Şeker Pancarı- Mısır Üretimi Problemi ✓ Cep Telefonu Tarifeleri Problemi (Barnett, Ziegler, Byleen ve Sobecki, 2011) ✓ Yaz Tatili Problemi ✓ Araba Hızı Problemi (Shternberg ve Yerushalmy (2003)'den akt. Kertil, 2008). ✓ Telefon Tarifesi Problemi ve Teyp Kaseti Makaraları Problemi (Kertil, 2008)
5. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Aşağıdaki örnek problemler sunulmuştur: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Bal Kovanı Problemi ✓ Sinemadaki Koltuk Sayısı Problemi ✓ Cep Telefonu Üretimi Problemi ✓ Nakliyat Şirketi Problemi ✓ Beyaz Eşya Problemi ✓ Çekirge Ötme Hızı Problemi (Stewart, 2007) ✓ Yazıcı Fiyatları Problemi (Kertil, 2008) ✓ Doruk (2010)'dan alınan problemler (Uzun Atlama Problemi, Büyük At Yarışı Oyunu Problemi, Yaz İşi Problemi, İlaç Sanayicileri Altın Ödülü Problemi, Seyahat Problemi, Telefon Ücreti Problemi, Okul Partisi Problemi)

Matematiksel modelleme yöntemi aynı okulda görev yapan öğretmenlere haftanın belli günlerinde bir araya gelinip tanıtılırken diğer öğretmenlere uygun oldukları vakitlerde tanıtılmıştır. Çalışmanın başında çalışmaya katılmak isteyen bazı öğretmenler MOE'yi tasarlamada sorun yaşayabileceklerini belirterek çalışmadan ayrılmışlardır. Çalışmaya devam etmek isteyen katılımcılar çalışmalarına başlamadan önce gönüllü katılım formunu imzalamışlar ve bu öğretmenlere herhangi bir nedenden dolayı çalışmaya devam etmek istemediklerinde yarıda bırakmakta serbest oldukları belirtilmiştir. Bu süreçte öğretmenlerden en az üçer tane etkinlik tasarımları istenmiştir. Öğretmenler MOE tasarım prensiplerini dikkate alarak iki dönem boyunca toplamda 49 etkinlik tasarlamışlardır ve veri toplama aracı olarak bu etkinlikler kullanılmıştır. Buradaki amaç öğretmenlere verilen eğitimden sonra herhangi bir yönlendirme olmaksızın bireysel olarak hazırladıkları MOE'nin MOE prensiplerine uygunluğunu tespit etmektir. Dolayısıyla öğretmenlerle MOE tasarlama sürecinde herhangi bir görüşme yapılmamıştır. Öğretmenler 9.-10. ve 11. sınıf düzeylerine uygun etkinliklerin hangi konularla ilgili olacağını kendileri belirlemişlerdir. Çünkü öğretmenler farklı okul türlerinde ve farklı sınıf düzeylerinde görev yapmaktadırlar ve etkinliklerin uygulanacağı sınıflardaki öğrencilerin seviyeleri birbirinden farklıdır. Etkinliklere 12. sınıf matematik konuları dahil edilmemiştir çünkü üniversiteye giriş sınavlarının olması nedeniyle öğretmenler tasarlanacak etkinlikleri bu sınıflarda uygulama fırsatı bulamayacaklarını belirtmişlerdir.

2.4. Verilerin Analizi

Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin tasarladıkları MOE'nin MOE tasarım prensiplerine uygun olup olmadığını tespit etmek amacıyla tasarlanan etkinlikler betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Çünkü etkinliklerin analizinde önceden belirlenen MOE tasarım prensipleri dikkate alınmış ve elde edilen bulgular yorumlanarak sunulmuştur. Tasarlanan etkinlikler MOE tasarım prensipleri dikkate alınarak "tamamen uygun olma, kısmen uygun olma, uygun olmama ve belirlenemez" şeklinde analiz edilmiştir. Tamamen uygun olmada etkinliğin ilgili prensibe tam olarak uygun olduğu, kısmen uygun olmada etkinliğin ilgili prensibin kriterlerinin bazı şartlarını sağladığı bazı şartlarını sağlayamadığı için bir kısmına uygun olduğu, uygun değil durumunda etkinliğin ilgili prensibe hiçbir şekilde uygun olmadığı ve belirlenemez durumda etkinliğin ilgili prensibe göre uygunluğunun belirlenmesinin mümkün olmadığı belirtilmek istenmiştir. Analizler matematiksel modelleme yöntemi konusunda çalışan üç matematik

eğitimi uzmanı tarafından yapılmıştır. Tasarlanan MOE'lerinin prensiplere uygunluğu araştırmacılar tarafından önce bireysel olarak sonra bir araya gelinip değerlendirilmiştir. Bu süreçte uzmanlar arasında çok fazla fikir ayrılığı yaşanmamıştır ve değerlendirmelerde uzlaşma sağlanmıştır.

3. Bulgular

13 matematik öğretmenin farklı konularda tasarladıkları 49 etkinlik MOE tasarım prensiplerine göre betimsel olarak analiz edilip, elde edilen bulgulara bu bölümde yer verilmiştir. Öğretmenlerin hazırladıkları etkinlikler kodlanarak analiz edilmiştir. Örneğin Ö1'in birinci etkinliği Ö1.1., Ö1'in ikinci etkinliği Ö1.2., Ö2'nin birinci etkinliği Ö2.1., Ö2'nin ikinci etkinliği Ö2.2. şeklinde gösterilmiştir. Öğretmenlerin tasarladıkları bu etkinlikler MOE tasarım prensiplerine göre tek tek analiz edilip ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Tasarlanan tüm etkinliklerde problem durumlarının çözümünde tasarlanan modelin ve yapılan çözümün, aradan zaman geçse bile öğrenciler tarafından hatırlanabilir ve yararlanılabilir nitelikte olup olmadığına bu süreçte karar verilemeyeceği için MOE tasarım prensiplerinden etkili prototip prensibi belirlenememiştir. Ancak tasarlanan etkinlikler basit problemler içerdiğinden uygulama yapılmaya bile etkili prototip prensibine uygunluğuna bir nebze de olsa karar verilebileceği düşünülmüştür. Çünkü tasarlanan etkinlikler benzer durumları anlamlandırma gücü olan öyküler sunmaktadır ve öğrencilerin yapısal olarak benzer başka durumları da yorumlamalarına olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla tasarlanan tüm etkinliklerin etkili prototipe uygunluğu şimdilik belirlenemese bile bu prensibe kısmen uygun olduğu söylenebilir.

Öğretmenler etkinlikleri tasarlarlarken matematiğin günlük hayatta kullanılabilirliğini gösterebilmek amacıyla daha çok öğrencilerin ilgisini çekebilecek etkinlikler olmasına dikkat etmişlerdir. Ayrıca etkinlikleri tasarlarlarken öğrenci seviyelerini özellikle göz önünde bulundurmışlardır. Öğretmenlerin etkinlikleri her ne kadar MOE prensiplerine uygun olarak hazırlamaya çalıştıkları görülse bile etkinliklerin uygulanacağı sınıftaki öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri ve akademik başarı seviyeleri düşük olduğu için karmaşık etkinlikler ortaya koyamadıkları gözlemlenmiştir. Öğretmenlerin tasarladıkları etkinliklerin MOE tasarım prensiplerine uygunluğuna ilişkin bilgilere aşağıdaki tabloda yer verilmiştir:

Tablo 2
Tasarlanan Etkinliklerin MOE Tasarım Prensiplerine Uygunluğu

	Gerçeklik	Model Oluşturma	Öz Değerlendirme	Yapı Belgelendirme	Model Genelleme	Etkili Prototip Prensiibi
Tamamen uygun	Ö1.1. dışındaki tüm etkinlikler	Ö1.1., Ö1.2., Ö1.3., Ö2.1., Ö2.2., Ö2.3., Ö2.4., Ö3.1., Ö3.2., Ö3.3., Ö4.1., Ö4.2., Ö4.3., Ö5.2., Ö5.4., Ö6.1., Ö6.2., Ö7.2., Ö7.3., Ö7.4., Ö8.4., Ö10.3., Ö10.4.,		Ö1.3., Ö2.2., Ö2.3., Ö3.3., Ö4.1., Ö4.2., Ö5.1., Ö5.3., Ö5.4., Ö6.2., Ö7.1., Ö7.2., Ö7.4., Ö8.3., Ö8.4., Ö10.1., Ö10.2., Ö10.3., Ö10.4., Ö11.1., Ö11.2., Ö11.3., Ö11.4., Ö12.1., Ö12.2., Ö12.3., Ö13.1., Ö13.3., Ö13.4.	Ö1.1., Ö1.3., Ö1.2., Ö1.4., Ö2.1., Ö2.2., Ö2.3., Ö2.4., Ö3.1., Ö3.2., Ö3.3., Ö3.4., Ö4.1., Ö4.2., Ö4.3., Ö4.4., Ö5.1., Ö5.2., Ö5.3., Ö5.4., Ö6.1., Ö6.2., Ö6.3., Ö7.1., Ö7.2., Ö7.3., Ö8.1., Ö8.2., Ö8.3., Ö8.4., Ö9.1., Ö9.2., Ö9.3., Ö10.1., Ö10.2., Ö10.3., Ö10.4., Ö11.1., Ö11.2., Ö11.3., Ö11.4., Ö12.1., Ö12.2., Ö12.3., Ö13.1., Ö13.2., Ö13.3., Ö13.4.	

		Ö11.1., Ö11.2., Ö11.3., Ö11.4., Ö12.1., Ö13.3.		
Kısmen uygun	Ö1.1.	Ö3.4., Ö4.4., Ö5.1. Ö5.3., Ö6.3., Ö7.1., Ö8.1., Ö8.2., Ö8.3., Ö9.1., Ö9.2., Ö9.3., Ö10.1., Ö10.2., Ö12.2., Ö12.3., Ö13.1., Ö13.2., Ö13.4.	Tüm etkinlikler	Ö2.1., Ö3.2., Ö3.4., Ö4.3., Ö4.4., Ö5.2., Ö6.1., Ö6.3., Ö7.3., Ö8.1., Ö9.1., Ö9.2., Ö9.3.
Uygun değil		Ö1.4.		Ö1.1., Ö1.2., Ö1.4., Ö2.4., Ö3.1. Ö8.2., Ö13.2.
Belirlenemez				Tüm etkinlikler

Aşağıda bu etkinliklerden birkaçı ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Tasarlanan Ö1.4. etkinliği gerçeklik ve model genelleme prensiplerine tamamen uygun olup öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Bu etkinlik model oluşturma ve yapı belgelendirme prensibine ise uygun değildir. Ö1.4. ile ilgili ayrıntılı analiz aşağıdaki gibidir:

- “Gece tüketiminde 1 kilowatt (kw) elektriğin fiyatı 0,6 TL gündüz tüketimlerinde ise 0,4 TL’dir. Ayrıca tüm tüketimin %10’u vergi olarak alınmaktadır.
- a) Gece 40 kw, gündüz 60 kw elektrik tüketen bir ev kaç TL öder?
- b) Gece a kw, gündüz b kw elektrik tüketen bir ev kaç TL öder?”

Ö1.4. etkinliği incelendiği gerçek hayattan bir durum ele alınmıştır. Dolayısıyla gerçeklik prensibine tamamen uygundur. Problemin çözümü benzer durumlarda başkaları tarafından kullanılabileceği için model genelleme prensibine tamamen uygundur. Tasarlanan bu etkinlikte öğrencilerin kendi düşünme şekillerini test etmelerine ve gözden geçirmelerine yönelik ifadeler yer verilmemiştir fakat problem durumu öğrencilerin seviyelerine uygun ve anlaşılır bir şekilde sunulduğu için bu etkinlik öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Ancak öğrencileri model oluşturmaya yönlendirecek ve çözümle ilgili tüketicilere açıklayıcı bilgi vermelerini sağlayacak ifadeler yer verilmemiştir, dolayısıyla model oluşturma ve yapı belgelendirme prensiplerine uygun değildir. Bu etkinlik Ö1 tarafından MOE tasarım prensipleri dikkate alınarak yeniden tasarlanmış ve son şeklini almıştır. Yeniden düzenlenen Ö1.4. etkinliği aşağıdaki gibidir:

- “Son yıllarda mekanik elektrik sayaçlarının yerini, elektronik sayaçlar almaya başladı. Elektrik tüketimi elektronik sayaçlarda gece tüketiminde 1 kilowatt (kw) elektriğin fiyatı 0,6 TL gündüz tüketimlerinde ise 0,4 TL’dir. Ayrıca tüm tüketimin %10’u vergi olarak alınmaktadır. Elektrik 76 tüketimine bağlı olarak ödenmesi gereken fatura tutarını veren bir matematiksel ifade oluşturunuz ve bu ifadeyi tüketicilere açıklayınız.
- a) Gece 40 kw, gündüz 60 kw elektrik tüketen bir ev kaç TL öder?
- b) Gece a kw, gündüz b kw elektrik tüketen bir ev kaç TL öder?”

Ö1.4. etkinliğinde verilen gerçek hayat durumu daha açık bir şekilde belirtilmiş ve bu durumla ilgili matematiksel model oluşturmaya gerektiren “Elektrik tüketimine bağlı olarak ödenmesi gereken fatura

tutarını veren bir matematiksel ifade oluşturunuz.” ifadesi eklenmiştir. Düzenlenen etkinlikte öğrencilerin çözümle ilgili tüketicilere açıklayıcı bilgi vermelerine ilişkin “...bu ifadeyi tüketicilere açıklayınız.” şeklindeki ifadeye yer verilmiştir, dolayısıyla yapı belgelendirme prensibine tamamen uygundur.

Ö4.2. etkinliğinde öğrencilerin yaşadıkları Ağrı iline ait yağış verilerine yer verilmiştir. Ö4.2. etkinliği gerçeklik, model oluşturma, yapı belgelendirme ve modeli genelleme prensiplerine tamamen uygunken öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Ö4.2. ile ilgili ayrıntılı analiz aşağıdaki gibidir:

Aşağıdaki tabloda Ağrı iline ait 2000-2010 yılları arasında m²'ye düşen yağış miktarları verilmiştir.

Tablo 3

Tasarlanan Ö4.2. Etkinliği

Yıl	Yağış Miktarı (mm)
2000	360
2001	380
2002	400
2003	420
2004	440
2005	460
2006	480
2007	500
2008	520
2009	540
2010	560

- Bu verilere dayanarak;
 - a) Verilen değerleri yatay eksenini yıl, dikey eksenini yağış miktarı olacak şekilde koordinat sistemine yerleştiriniz.
 - b) Bu noktalardan faydalanarak yıllar ve yağış miktarları arasında matematiksel bir model oluşturunuz ve bu modeli nasıl oluşturduğunuzla ilgili Ağrılılara bilgi veren bir açıklama yapınız.
 - c) Oluşturduğunuz modelden faydalanarak 2014 yılında beklenen yağış miktarını hesaplayınız.”

Ö4.2. etkinliğindeki bu veriler gerçek yağış verileri olmasa bile öğrencilerin gerçek hayatlarında karşılaşabilecekleri bir durumdur. Ö4.2. etkinliğinde öğrencilerin yaşadıkları bir iline ait yağış verilerine yer verilmiştir. Bu veriler gerçek yağış verileri olmasa bile öğrencilerin gerçek hayatlarında karşılaşabilecekleri bir durumdur. Dolayısıyla gerçeklik prensibine tamamen uygundur. Ö4.2.'de veriler öğrencilerin seviyelerine uygun ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmiştir. Ancak öğrencilerin bu süreçte yaptıklarını gözden geçirmelerine yönelik bir ifadeye yer verilmemiştir. Dolayısıyla bu etkinlik öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Bu etkinlikte “Verilen değerleri yatay eksenini yıl, dikey eksenini yağış miktarı olacak şekilde koordinat sistemine yerleştiriniz.” ve “Bu noktalardan faydalanarak yıllar ve yağış miktarları arasında matematiksel bir model oluşturunuz” ifadelerinden hem bir işlem yapma hem de gerekli grafikleri çizme açısından öğrencilerden matematiksel model oluşturmaları istendiği için model oluşturma prensibine tamamen uygundur. Ayrıca bu etkinlikte öğrencilerden çözüm sürecini nasıl düşündüklerini belgelemeleri “...bu modeli nasıl oluşturduğunuzla ilgili Ağrılılara bilgi veren bir açıklama yapınız.” ifadesi ile istenmiştir. Dolayısıyla etkinlik yapı belgelendirme prensibine de tamamen uymaktadır. Bu problemin çözümü benzer amaçlar için de başkaları tarafından kullanılabileceğinden model genelleme prensibine tamamen uygundur.

Ö4.4. etkinliği gerçeklik ve modeli genelleme prensiplerine tamamen uygunken model oluşturma, öz değerlendirme ve yapı belgelendirme prensiplerine kısmen uygundur. Ö4.4. etkinliğinin ayrıntılı analizi aşağıda verilmiştir:

- “1998 yılında Türkiye’de kurulan bir fabrikanın 2000 ile 2006 yılları arasındaki yaklaşık kârını n fabrikanın kurulduğu yıldan itibaren geçen zamanı göstermek üzere $a_n=3n^2+300$ (bin TL) şeklinde modellenmektedir. Buna göre 2000 ile 2006 yılları arasında bu fabrikanın yapmış olduğu kârını yıllara bağlı olarak bulunuz ve bunu verilen model üzerinden açıklayınız. Bulduğunuz bu değerleri bir sütun grafiği ile gösteriniz.”

Ö4.4. etkinliğinde günlük hayatla ilişkili olan bir durum verildiği için gerçeklik ilkesine tamamen uygundur. Bu etkinlikte ele alınan problem durumunda hazır bir matematiksel modele yer verilip öğrencilerden cebirsel model oluşturmaları istenmemiştir. Ancak matematiksel model olarak öğrencilerden sütun grafiği çizmeleri istenmiştir. Literatürde hazır bir matematiksel modele yer veren problemler aşamalı matematiksel modelleme problemi olarak bilindiği için model oluşturma prensibine kısmen uygundur. Bu problemin çözümü benzer amaçlar için de başkaları tarafından kullanılabilen model genelleme prensibine tamamen uygundur. Tasarlanan bu etkinlikte problem durumu anlaşılır ve öğrenci seviyesine uygundur ancak öğrencilerin kendi çözümlerinin doğruluğunu kontrol etmelerine yönelik bir ifadeye yer verilmemiştir dolayısıyla öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Ö4.4.'de öğrencilerin buldukları modele ilişkin düşüncelerini ifade etmeleri istenmiş ancak ilgili birime bir belge yazılması istenmemiştir. Dolayısıyla Ö4.4. yapı belgelendirme prensibine kısmen uygundur.

Ö5.1. etkinliği gerçeklik, yapı belgelendirme ve modeli genelleme prensiplerine tamamen uygunken model oluşturma ve öz değerlendirme prensiplerine kısmen uygundur. Ö5.1. etkinliğinin ayrıntılı analizi aşağıda verilmiştir:

- “Bir dersane ders yılının başında açacağı özel bir sınıf için kayıt ücreti olarak 10 ay boyunca öğrenci başı 200 TL istemektedir. Bu dersane öğrencilere tanıtım amaçlı bir kampanya sunmuştur. Kampanyaya göre dershaneye bu sınıf için kayıt yaptıran öğrenci sayısı 10’u geçerse her öğrenci için aylık 10 TL’lik indirim yapılacaktır. Dershane açısından düşünersek öğrencilere sunulan böyle bir kampanyada kaç öğrencinin kayıt yaptırmasının en iyi kazancı vereceğini dersane yönetimine açıklayan bir metin yazınız. Ayrıca sizce en iyi kazanç aylık kaç TL olabilir?”

Ö5.1. etkinliğindeki problem durumu öğrencileri yakından ilgilendiren dersanelere yönelik olduğu için bu durum öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşabilecekleri bir durum vardır ve gerçeklik prensibine tamamen uygundur. Ö5.1.’de öğrencilerden model oluşturmalarını isteyen belli bir ifade olmamasına rağmen “*Dershane açısından düşünersek öğrencilere sunulan böyle bir kampanyada kaç öğrencinin kayıt yaptırmasının en iyi kazancı vereceğini dersane yönetimine açıklayan bir metin yazınız.*” ifadesi ile öğrencilerin bir model oluşturmaları gerektiği düşünülerek bu etkinliğin model oluşturma prensibine kısmen uygun olduğu düşünülmüştür. Ayrıca oluşturulacak modelin benzer amaçlarda başkaları tarafından kullanılmasını sağlayacağı için modeli genelleme prensibine tamamen uygun olduğu söylenebilir. Tasarlanan bu etkinlikte öğrencilerin öğretmenlerinin yardımı olmadan kendi çözümlerinin doğruluğunu gözden geçirmelerine yönelik ifadelere yer verilmemiş ancak problem durumu öğrencilerin seviyelerine uygun ve anlaşılır bir şekilde sunulmuştur. Dolayısıyla öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Ö5.1.’de “*...böyle bir kampanyada kaç öğrencinin kayıt yaptırmasının en iyi kazancı vereceğini dersane yönetimine açıklayan bir metin yazınız.*” ifadesi ile öğrencilerin buldukları modele ilişkin düşüncelerini dersane yöneticilerine belirtmeleri istenmiştir. Dolayısıyla Ö5.1. yapı belgelendirme prensibine tamamen uygundur. Tasarlanan bu etkinliğin matematiksel MOE tasarım prensipleri dikkate alınarak hazırlandığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla yeniden düzenlenmemiştir.

Ö9.2. etkinliği de yine gerçeklik ve modeli genelleme prensiplerine tamamen uygunken model oluşturma, öz değerlendirme ve yapı belgelendirme prensiplerine kısmen uygundur. Ö9.2. etkinliğinin ayrıntılı analizi aşağıda verilmiştir:

- “Bir tavuk çiftliğindeki iki farklı yumurta üreticisinin sunduğu fiyatlar şu şekildedir:
A üreticisinin ürettiği yumurtaların her bir kolisinde 9 adet yumurta vardır. Bu yumurtaların tanesi x_1 TL’dir. Ayrıca her bir kolinin paketlenmesi de 1 TL’dir. B üreticisinin ürettiği yumurtaların her bir kolisinde ise 6 adet yumurta vardır. Bu yumurtaların tanesi x_2 TL’dir ve her bir kolinin paketlenmesi yine 1 TL’dir. Bu fiyatlara göre;
a) A üreticisinin 10 koli, B üreticisinin de 15 koli yumurta sattığını düşünersek, A üreticisinin daha fazla para kazanabilmesi için her iki üreticinin sunduğu bir yumurta fiyatını karşılaştırınız.
b) 10 koli yumurta için A üreticisi bir yumurtayı 60 kuruşa, 15 koli yumurta için de B üreticisi bir yumurtayı 30 kuruşa satarsa hangi üreticinin daha fazla para kazandığını açıklayan bir not yazınız.”

Ö9’un tasarlamış olduğu Ö9.2. etkinliğinde gerçek hayatta öğrencilerin karşılaşabilecekleri bir duruma yer verilmiştir, dolayısıyla gerçeklik prensibine tamamen uygundur. Ö9.2.’de öğrencilerden model oluşturmalarını isteyen belli bir ifade olmamasına rağmen “*A üreticisinin 10 koli, B üreticisinin de*

15 koli yumurta sattığını düşünürsek, A üreticisinin daha fazla para kazanabilmesi için her iki üreticinin sunduğu bir yumurta fiyatını karşılaştırınız.” ifadesiyle öğrencilerin bir model oluşturmaları gerektiği düşünülerek bu etkinliğin model oluşturma prensibine kısmen uygun olduğu düşünülmüştür. Problemin çözümü başkaları tarafından da kullanılabilmesi için model genelleme prensibine tamamen uygundur. Bu etkinlikte problemin amacı anlaşılır bir şekildedir ve problem durumu öğrencilerin seviyelerine uygundur. Ancak bu etkinlikte “Grubunuzla tartışarak çözümünüze ulaşmak için neler yaptığınızı açıklayınız ve çözümünüzün doğruluğunu gözden geçiriniz” şeklinde bir ifadeye yer verilmemiştir. Dolayısıyla öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Öğrencilerin buldukları modele ilişkin düşüncelerini ifade etmeleri “10 koli yumurta için A üreticisi bir yumurtayı 60 kuruşa, 15 koli yumurta için de B üreticisi bir yumurtayı 30 kuruşa satarsa hangi üretici daha fazla para kazandığını açıklayan bir not yazınız.” şeklinde istenmiştir. Dolayısıyla Ö9.2. yapı belgelendirme prensibine kısmen uygundur.

Tasarlanan Ö11.4. etkinliği gerçeklik, model oluşturma, yapı belgelendirme ve modeli genelleme prensiplerine tamamen uygunken öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Ö11.4. ile ilgili ayrıntılı analiz aşağıdaki gibidir:

- “Bir okulun bahçesinde öğrenciler 19 Mayıs törenine dans gösterisi için bir çalışma yapacaktır. Bu çalışmada en önde bir öğrenci, bir arkada üç öğrenci, onun arkasında beş öğrenci olacak şekilde her sırada iki öğrenci artarak sıralanacaklardır. Bu şekilde 10 sıra halinde öğrenci bulunacağına göre
 - i. 8. sırada bulunması gereken öğrenci sayısını veren matematiksel modeli oluşturunuz.
 - ii. Dans gösterilerinde toplam kaç öğrencinin olacağını bulunuz.
 - iii. Sizce bunları hesaplamanın kısa yolu var mıdır? Okul yönetimine bu konudaki düşüncelerinizle ilgili bir mektup yazınız.”

Ö11.4.’ün tanıtıcı makalesi ve problem durumunun içeriği, öğrencilerin gerçek yaşamlarında karşılarına çıkabileceği düşünülen bir durumdur. Dolayısıyla etkinlik gerçeklik prensibine tamamen uygundur. Tasarlanan bu etkinlikte öğrencilerin öğretmenlerinin yardımı olmadan kendi çözümlerinin doğruluğunu gözden geçirmelerine yönelik ifadeler yer verilmemiştir; ancak problem öğrencilerin seviyesine uygun olduğu için öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Bu problemde öğrencilerden “8. sırada bulunması gereken öğrenci sayısını veren matematiksel modeli oluşturunuz.”, “Dans gösterilerinde toplam kaç öğrencinin olacağını bulunuz. Sizce bunları hesaplamanın kısa yolu var mıdır?” ifadeleri ile matematiksel model oluşturmaları istendiği için model oluşturma prensibine tamamen uygundur. Verilen problemin çözümü benzer durumlarda başkaları tarafından kullanılabilmesi için model genelleme prensibine de tamamen uygundur. Ayrıca öğrencilerden oluşturacakları modelle ilgili düşüncelerini ilgili birime bir belge ile sunmaları “Okul yönetimine bu konudaki düşüncelerinizle ilgili bir mektup yazınız.” şeklinde istendiği için yapı belgelendirme prensibine tamamen uygundur.

4. Sonuç ve Tartışma

Öğretmenlerin tasarladığı 49 etkinlikten beş tanesi MOE tasarım prensiplerinden gerçeklik, model oluşturma ve yapı belgelendirme prensiplerine uygun olmadığı için yeniden düzenlenip son halini almıştır. Bu beş etkinliğin problem durumunda öğrencilerin sadece bir sayı ile sonuca ulaşmayıp kendi matematiksel modellerini oluşturmaları gerektiğini ifade eden model oluşturma prensibine, problem durumlarıyla ilgili düşüncelerini ilgili birimlere belgelemeye yönelik olan yapı belgelendirme prensibine ve öğrenciler tarafından oluşturulacak çözümlerin genellenebilir olmasına yönelik olan model genelleme prensibine uygun olmadığı görülmüştür. Öğretmenlerin tasarladıkları tüm etkinliklerde etkili prototip prensibi ile ilgili bir değerlendirme yapılamamıştır. Ancak bu etkinlikler benzer durumları anlamlandırma gücü olan öyküler içerdiği içine etkili prototip prensibine kısmen uygundur denilebilir.

Öğretmenlerin tasarladıkları etkinliklere genel olarak bakıldığında etkinliklerin gerçeklik ve model genelleme prensiplerine tamamen uygun olduğu görülürken bu etkinliklerin öz değerlendirme prensibine kısmen uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca etkinliklerden 18’inin model oluşturma prensibine ve 15’inin de yapı belgelendirme prensibine kısmen uygun olduğu görülmüştür. Tasarlanan iki etkinliğin yapı belgelendirme prensibine tamamen uygun olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ve MOE ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde MOE tasarım prensiplerinin tümüne tamamen uygun etkinliklerin tasarlanmasının zor olduğu ve birçok çalışmada bazı prensiplerde eksikliklerin olduğu görülmüştür.

Literatürde bu konu ile ilgili olarak Tekin (2012) çalışmasında öğretmenlerin tasarladıkları MOE'lerde en çok *gerçeklik prensibi* en az da *etkili prototip prensibinin* varlığına önem verdikleri belirlenmiştir. Tekin Dede ve Bukova Güzel (2013) çalışmalarında Obezite Problemi isimli MOE'de, öğretmenlerin MOE'yi gerçeklik, model oluşturma, yapı belgelendirme ve model genelleme prensiplerine tamamen uygun, öz değerlendirme prensibine kısmen uygun olarak tasarladıklarını ancak bu MOE için etkili prototip prensibi ile ilgili bir değerlendirme yapmadıklarını belirtmişlerdir. Moore ve Diefes-Dux (2004) çalışmalarında geliştirilen MOE tasarımının tüm prensiplere uygun olduğunu tespit etmişlerdir. Carlson, Larsen ve Lesh (2003) yaptıkları çalışmada şişe problemini MOE'ye dönüştürmüşler ve bu etkinliğin MOE tasarımı prensiplerinden gerçeklik prensibine kısmen uygun olduğu ancak diğer tüm prensiplere uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yu ve Chang (2011) hazırlanan tüm etkinliklerin gerçeklik ve model oluşturma prensibine uyduğunu ancak diğer dört prensibe neredeyse ulaşamadıklarını tespit edilmiştir.

Öğretmenler etkinlikleri MOE prensiplerine uygun olarak hazırlamaya çalışsalar bile öğrenci seviyeleri düşük olduğu için karmaşık etkinlikler ortaya koyamamışlardır. Öğretmenlerin MOE tasarımı prensiplerine tamamen uygun etkinlikleri hazırlayamamalarının en önemli sebebi matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili tecrübelerinin az olmasıdır. Yapılan bu çalışmada öğretmenlere her ne kadar matematiksel modelleme ve MOE prensipleri ayrıntısı ile tanıtılsa bile sadece beş haftalık bir süreçten sonra öğretmenler ilk defa MOE tasarlamışlar ve birçok öğretmen bu konuyla ilgili yeterince araştırma yapamadığını belirtmiştir. Öğretmenlerin modelleme ile ilgili yeterince araştırma yapamadıklarıyla ilgili bu sonuç Yu ve Chang'ın (2011) yapmış olduğu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

Bu çalışma ile ortaöğretim matematik öğretmenleri MOE'yi tasarlama fırsatı bulmuşlardır. Öğretmenlerin tasarladıkları MOE'nin hepsinin öz değerlendirme prensibine kısmen uygun olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise literatürdeki problemlerin de öz değerlendirme prensibine kısmen uygun olması ve bu problemlerin öğretmenlere modellemeyi tanıtmaya sürecinde sunulmasıdır. İleriki zamanlarda tasarlanacak olan MOE'de öz değerlendirme prensibine yönelik "*Grup arkadaşlarınızla yaptıklarınızın doğruluğunu tartışınız.*" gibi öğrencilerin kendi çözümlerinin doğruluğunu kontrol edebilmelerini sağlayacak ifadeler yer verilmelidir. Bu çalışmada öğretmenlerin MOE etkili prototip açısından belirlenememiştir. Etkili prototip prensibi, problemin çözümünden uzun zaman geçmesi durumunda öğrencilerin benzer durumlarla karşılaştıklarında çözümünü hatırlayabilmelerini gerektirir. Dolayısıyla MOE'nin etkili prototip prensibine uygunluğunu analiz edebilecek çalışmalar yapılabilir. MOE fizik, kimya, biyoloji ve coğrafya gibi diğer alanlar ile de ilişkili etkinliklerdir. Farklı alanlardaki öğretmenler bir araya gelerek MOE'yi tasarlayabilecek çalışmalar yapabilirler. Öğretmenlerin MOE tasarlamada deneyim kazanmaları için araştırmacılar literatürde var olan MOE'yi içeren bir web sayfası oluşturabilir ve öğretmenlerin buradaki etkinlikleri okullarda uygulama süreçlerini incelenebilir. Böylelikle hem öğretmenlerin daha çok hangi etkinlikleri uygulamayı tercih ettikleri hem de bunları sınıflarda uygulama yeterlikleri incelenebilir.

Kaynaklar

- Barnett, R. A., Ziegler M. R., Byleen K. E., & Sobbecki, D. (2011). *College algebra with trigonometry* (9th Edition). New York: McGraw-Hill Companies,
- Boaler, J. (2001). Mathematical modelling and new theories of learning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 20(3), 121-128.
- Carlson, M., Larsen, S., & Lesh, R. (2003). Integrating a models and modeling perspective with existing research and practice. In R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 465-478). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chamberlin, M. (2004). Design principles for teacher investigations of student work. *Mathematics Teacher Education and Development*, 6, 52-65.
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model- eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Prufrock Journal*, 17(1), 37-47.
- Chapman, O. (2007). Mathematical modelling in high school mathematics: Teachers' thinking and practice. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 325-332). New York: Springer.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematığı günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational Studies in Mathematics*, 63(3), 303-323.

- Herget, W., & Torres-Skoumal, M. (2007). Picture (im) perfect mathematics!. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 379-386). New York: Springer.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., & Yoon, C. (2007). What is distinctive in (our views about) models & modelling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching?. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 161-170). New York: Springer.
- Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H. M., Post, T. & Zawojewski, J. S. (2003). Model development sequences. In R. A. Lesh and H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 35-58). 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. Kelly and R. Lesh (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 591-645). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (Çev. Editörü: Selahattin Turan). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). Ortaöğretim Matematik (9-12. sınıflar) Öğretim Programı. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx> 8 Ekim 2014'de alınmıştır.
- Moore, T., & Diefes-Dux, H. (2004, October). Developing model-eliciting activities for undergraduate students based on advanced engineering content. Paper presented at the 34th ASEE/IEEE Frontiers in Education, Savannah, GA.
- Muller, E., & Burkhardt, H. (2007). Applications and modelling for mathematics-overview. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 267-274). New York: Springer.
- Özer Keskin, Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özturan Sağırılı, M. (2010). *Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sriraman, B. (2005, February). Conceptualizing the notion of model eliciting. Paper presented at the Fourth Congress of the European Society or Research in Mathematics Education, Sant Feliu de Guíxols, Spain.
- Stewart, J. (2007). Kalkülüs kavram ve kapsam (Alpay, Ş., Arslan, F., Dönmez, D., Ergenç, T., Keyman, E., Korkmaz, B., Korkmaz, B., Kuzucuoğlu, F., Nurlu, Z., & Uğuz, M). Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.
- Tekin, A. (2012). *Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tekin Dede, A. & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite problemi. *İlköğretim Online*, 12(4), 1100-1119.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2011). What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modelling teaching?. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 147-156). Netherlands: Springer.